

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет інженерії, транспорту та архітектури  
Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

ОС «Баклавр»

Тема „Удосконалення механізації збирання цукрових буряків з удосконаленням  
викопувального механізму коренезбиральної машини”

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 208 Агроінженерія

Шифр ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ

Студент гр. АІс-20-2

Слюсарчук Д.О.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Замойський С.М.

Нормоконтролер

к.т.н, доц. Лук'янюк М.В.

До захисту допускаю:

к.т.н., доц. Мартинюк А.В.

Завідувач кафедри ГМ та АІ \_\_\_\_\_ 2023 р.

Хмельницький, 2023р.

## АНОТАЦІЯ

Слюсарчук Дмитро Олександрович «Удосконалення механізації збирання цукрових буряків з удосконаленням викопувального механізму коренезбиральної машини». Дипломний проект викладено на 59- с, 5 аркушів формату А1.

В проекті написано вступ, приведена характеристика господарства, огляд науково технічної літератури з конструкцією коренезбиральних машин.

Розроблено систему інженерних заходів по поліпшенню механізації та операційну технологію збирання коренів бур'яків в умовах господарства.

Удосконалено викопувальний механізм коренезбиральної машини. Розглянуто і розроблено питання охорони праці і довкілля, визначено показники ефективності. Розраховані та розроблені висновки, складено список використаної літератури, та оформлено додаток.

Ключові слова: господарство, коренезбиральна машина, цукрові буряки, ґрунт, викопуючий пристрій.

## ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ	4
АНОТАЦІЯ	5
ВСТУП	6
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА	7
1.1 Загальні відомості про господарство	7
1.2 Характеристика умов машиновикористання	7
1.3 Структура земельних ресурсів та їх використання	8
1.4 Структура посівних площ і врожайність основних сільськогосподарських культур	9
1.5. Аналіз структури машинно - тракторного парку	10
Висновки	12
2. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ ПРОЕКТУ	13
2.1 Аналіз технологій збирання коренів	13
2.2 Огляд типів робочих органів і схеми коренезбиральних машин	16
2.3 Обґрунтування актуальності теми проекту	18
Висновки	18
3. РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ НА ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ	19
3.1 Агротехнічні вимоги до технології збирання буряків	19
3.2 Розрахунок операційно-технологічної карти на збирання цукрових буряків коренезбиральною машиною МКК-6	22
3.3 Контроль і оцінка якості роботи	33
Висновки	34
4. УДОСКОНАЛЕННЯ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ МКК 6-02	35
4.1 Обґрунтування параметрів запропонованої конструкції	37
4.1.1 Обґрунтування режиму роботи вилкового копача	37
4.1.2 Розрахунок вала-шестерні активної вилки	38
Висновки	45
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ	46
5.1 Небезпечні та шкідливі фактори при роботі на тракторах та комбайнах	46
5.2 Оцінка екологічного стану та обґрунтування системи заходів з охорони навколишнього середовища	48
Висновки	50

					<i>ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Зміст</i>			
Розроб.		<i>Спасарчук</i>						
Консультант		<i>Замойський</i>						
Керівник								
Н. Контр.		<i>Луцянюк</i>						
Затверд.		<i>Мартинюк</i>						
					Літ.	Арк.	Акрушів	
					<i>ХНУ, зр.АІС-20-1</i>			



## ВСТУП

Перехід агропромислового виробництва до ринкової економіки, широке впровадження підприємництва в аграрних формуваннях різних форм власності і господарювання, розвиток багатосторонніх видів діяльності, що базуються на нових технологіях вимагають досить ретельного обґрунтування та розрахунків ефективного прибуткового господарювання, що зумовлене комплексною механізацією виробництва.

Цукрові буряки поряд з кукурудзою та соняшником є основною технічною культурою в нашій державі і єдиною сировиною для виробництва життєво необхідного продукту харчування – цукру.

Для збільшення валових зборів урожаю необхідно застосовувати передову агротехніку виробництва з використанням нових високопродуктивних машин. Необхідно звертати увагу на всі ланки технологічного процесу виробництва: високу якість посівного матеріалу, достатнє забезпечення рослин поживними речовинами, максимальне забезпечення умов росту і розвитку, що залежить від оптимальності строків і якості проведення технологічних операцій. При цьому особливо слід враховувати затрати праці і матеріальні затрати на вирощування і збирання цукрових буряків. Науковими дослідженнями і виробничою практикою ряду господарств доведено, що у кожному господарстві, при наявній технічній базі є можливість зменшення цих затрат, яка полягає у вдосконаленні технології механізованого виробництва і поліпшенню використання машинно – тракторних агрегатів на виконанні технологічних операцій.

					<i>ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





сільськогосподарського виробництва є резерви для збільшення виробництва продукції рослинництва.

#### 1.4 Структура посівних площ і врожайність основних сільськогосподарських культур

Одним із важливих показників використання землі є структура посівних площ, яка вказує на ефективність використання землі в господарстві і наведена в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

##### Структура посівних площ основних сільськогосподарських культур

Назва сільськогосподарських культур	Площа, га	Структура, %
Зернові зернобобові	725,0	55,0
Цукрові буряки	370,0	28,0
Лікарські рослини	39,5	3,0
Кукурудза на силос	74	6,0
Кормові культури	106,7	8,0
Всього	1315,2	100

Аналізуючи дані таблиці 1.2 можна відмітити, що половину посівних площ ріллі займають зернові культури, друге місце посідають кукурудза на силос і кормові, що дає змогу господарству створювати міцну кормову базу для тваринництва. Посіви цукрових буряків займають теж немало площу, продукцією якого здійснюються бартерні операції з матеріально - технічного забезпечення господарства.

Важливим показником ефективності виробництва продукції рослинництва є урожайність сільськогосподарських культур, про стан врожайності в господарстві свідчать дані, наведені в таблиці 1.3.

Виходячи з результатів таблиці 1.3 можна стверджувати, що врожайність основних сільськогосподарських культур знаходиться на належному агротехнічному рівні, який забезпечується мінімальним внесенням мінеральних добрив і переважаючим внесенням органічних добрив, що є у наявності в господарстві з добре розвинутою галуззю тваринництва

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ				













способу збирання з застосуванням четвертої фази – завантаження коренеплодів з утворених кагатів буряконавантажувачами-очисниками.

Однофазний спосіб збирання буряків має суттєві переваги перед всіма останніми за рахунок меншої кількості проходів збиральних машин і відповідно меншого ущільнення ґрунту. Але застосування самохідних потужних бункерних машин доцільне при площі збирання більше 200-250 га та врожайності коренеплодів більше 250 ц/га, тобто при мінімальному часі заповнення бункера машини, або мінімальних витратах енергетичної потужності двигуна на самопереміщення за час заповнення бункера коренеплодами.

Використання причіпних машин для дво-, трифазних способів збирання раціональне в умовах підвищеної вологості ґрунту та на малих площах. Завдяки просушуванню утвореного валка зменшується загальна кількість землі в воросі коренів і відповідно кількість родючого шару ґрунту вивезеного з поля. Але довготривале (понад 3-5 год.) просушування валка викопаних коренеплодів призводить до значних втрат ваги.

## 2.2 Огляд типів робочих органів і схеми коренезбиральних машин

Обґрунтування оптимальних типів робочих органів і структури функціональної схеми коренезбиральних машин може бути виконано на основі узагальнення експериментальних досліджень і моделювання ймовірних значень технологічних характеристик існуючих і можливих нових типів багатьох робочих органів і видів механізованих процесів.

На легких і середніх ґрунтах ефективні коренезбиральні машини з роторним (фірми “Віконт”) або з роторно-вальчастими каточками (РКС 6, МКК 6-02, рис. 2.1). Найбільшою сепаруючою і пропускною здатністю і надійністю в цих умовах володіють очисники з шнеками великого діаметра (190-230 мм КС-6).

Але при  $W^0 \geq 26\%$  якість роботи і пропускна здатність шнекових очисників втрачають гарну працездатність внаслідок залипання ґрунту, різкого зниження коефіцієнта сепарації і технологічної надійності.

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ</i>					



включає коренекопач і підбирач-навантажувач фірми “Жан-Марі” і “Ерріо”.

					<i>ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Очисні робочі органи коренекопача здійснюють очищення шляхом багаторазових несильних ударів і очищення присталого до коренеплодів ґрунту. В цьому випадку максимально враховують фізичні властивості зв'язків всього ґрунту з коренеплодами.

Турбінний роторний очисник в самих важких умовах (важкі  $W^0 = 23...30\%$ ) має надійність робочого процесу, а по забрудненості вороху ґрунтом показники роботи очисника такого типу значно вищі аналогічних показників шнекових і кулачкових очисників, наближують до відповідних показників комбайнів теребильного типу.

### 2.3 Обґрунтування актуальності теми проекту

Всі операції по збиранню цукрових буряків виконуються механізованими методами, але якість їх збирання не достатня. Це в повній мірі відноситься до збирання коренеплодів цукрових буряків. Збирають коренеплоди машинами КС-6, РКС-6, РКМ-6, МКК-6-02, які мають досить різноманітну конструкцію, не забезпечують необхідної якості збирання. Існує необхідність в розробці робочих органів машин, які би при високій якості збирання цукрових буряків, забезпечували ще й значний енергозберігаючий ефект, що в даний час дуже важливо.

Тому темою проекту нами вибрано удосконалення викопувального механізму коренезбиральної машини.

### Висновки

З огляду та аналізу науково технічної літератури удосконалення процесу механізації збирання коренів цукрових буряків, що застосовується в нашій країні та за кордоном, а також розробки удосконалення робочих органів в коренезбиральних машинах на сьогоднішній день є використання удосконалень для серійних коренезбиральних машин, що зменшує їх собівартість та помітно збільшує продуктивність.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ</i>				

## 3 РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ НА ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

### 3.1 Агротехнічні вимоги до технології збирання буряків

Для своєчасного і без втрат збирання вирощеного врожаю буряків необхідно дотримуватись певних вимог, які висуваються до кожного елемента технологічних процесів при збиранні коренеплодів (таблиця 3.1).

Дотримання цих основних агротехнічних умов дозволить отримати запланований врожай коренеплодів і гички, а їх порушення призводить до суттєвого зменшення як врожайності, так і якісних показників коренеплодів.

Таблиця 3.1

Агротехнічні вимоги до збирання буряків

					<i>ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Показники		Вимоги та допуски		
1. Підготовка поля				
Терміни виконання		До початку масового збирання		
Кількість рядків в загоні для шестирядних машин		240 (кратне ширині захвату машин)		
Ширина міжзагінного проходу		12 або 18 рядків		
Межі загінок		По стикових міжряддях		
2. Пошарове рихлення міжрядь				
Необхідність виконання		Пересушеність, підвищена твердість ґрунту		
Терміни виконання		1. При недостатньо розвиненій гичці - за 10-15 днів до масового збирання 2. При великій гичці - після проходу гичкозбиральної машини		
Глибина рихлення		10-12 см, пошарово через кожні 3-4 см		
Робочі органи, машина		Кожний гряділь культиватора УСМК-5,4В обладнаний трьома стрілочастими лапами		
Показники		Вимоги та допуски		
3. Відрізування гички				
Зріз головок коренеплодів:				
прямий		90%		
гладенький		98-100%		
без сколювання		98-100%		
Висота зрізання		На рівні вершини головок але не вище 2 см над головою основної маси коренеплодів		
Відходи маси головок в гичку при обрізанні		До 5%		
Кількість вибитих коренеплодів із рядка		До 0,1%		
4. Збирання коренеплодів				
Повнота викопування		Не менше 98,5%		
Втрати коренеплодів або їх		Не більше 1,5%		
настинок, залишених в ґрунті чи на поверхні		ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ		Арк.
Змн. Арк. № докум. Підпис Дата				
Пошкодження коренеплодів:				















де  $e$  - довжина виїзду агрегату, м;

$$e = 0,5 \cdot l_k; \quad (3.28)$$

де  $l_k$  - кінематична довжина агрегату, м;

$$l_k = l_o + l_m; \quad (3.29)$$

де  $l_m$  - кінематична довжина машини,  $l_m = 7,6$  м.

$l_o$  - кінематична довжина допоміжного обладнання,  $l_o = 1$  м;

Тоді, за формулами (3.22) – (3.29) знайдемо відповідні значення.

$$l_k = 1 + 7,6 = 8,6 \text{ м};$$

$$e = 0,5 \cdot 8,6 = 4,3 \text{ м};$$

$$E_{min} = 2,8 \cdot 4,86 + 0,5 \cdot 2,7 + 4,3 = 20 \text{ м};$$

$$P \approx 20 / 2,7 = 7,4 \approx 8;$$

$$E_{\phi} = 8 \cdot 2,7 = 21,6 \text{ м};$$

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 21,6 = 956,8 \text{ м};$$

$$\varphi = 956,8 / (956,8 + 6 \cdot 4,86 + 2 \cdot 5,075) = 0,96,$$

що свідчить про те, що спосіб руху та основні кінематичні характеристики робочої ділянки вибрані правильно.

Знаходимо робочий час агрегату за цикл, год;

$$t_p = 2 \cdot L_p / V_p; \quad (3.30)$$

$$t_p = 2 \cdot 0,956 / 6,3 = 0,30 \text{ год.}$$

Час холостого ходу агрегату за цикл, год;

$$t_x = 2 \cdot L_x / V_n = 2 \cdot 0,039 / 5 = 0,01 \text{ год.} \quad (3.31)$$

Тривалість циклу:

$$t_{\text{ц}} = t_p + t_x = 0,30 + 0,01 = 0,31 \text{ год.} \quad (3.32)$$

Позациклові затрати часу за зміну, год;

$$T_l = T_{nz} + T_{\text{від}} + T_{\text{м}} + T_{\text{обс}}, \quad (3.33)$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ</i>					









Відходи кореневої маси в гичку при обрізуванні, %	Розібрати проби гички, взяті з облікових ділянок довжиною 20 м і шириною, рівній ширині захвату машини, відокремити гичку від голівок і зважити чисту масу голівок коренів і гички.	1	3
		3	2
		5	1
Забруднення коренів землею, %	Очистити корені від землі і дрібного коріння, зважити відібрані проби до і після очищування.	0,2	3
		0,3	2
		0,5	1

### Висновки

1. Нами розроблена операційно-технологічна карта на викопування коренеплодів цукрових буряків.
2. Операційно-технологічна карта дозволяє в агротехнічні строки, з додержанням всіх агро вимог збирати коренеплоди цукрових буряків.
3. Контроль якості дозволяє виконувати технологічний процес збирання коренеплодів з високою якістю.

					<i>ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





Таким чином, запропонований кореневикопувальний пристрій в порівнянні з прототипом дозволяє зменшити травмування коренеплодів при роботі на сухих важких ґрунтах завдяки спеціальним формам подрібнювальних і викопувальних елементів вилки копача, а також зменшити металоємність вилок при збереженні ними подрібнювальної здатності.

#### 4.1 Обґрунтування параметрів запропонованої конструкції

##### 4.1.1 Обґрунтування режиму роботи вилкового копача

Мета розрахунку – визначити кутову швидкість обертання вилок і узгодити її з швидкістю руху коренезбиральної машини.

Для розрахунку вибираємо кінематичний режим роботи коренезбиральної машини  $\lambda$  в межах 1,05–1,20.

Визначаємо поступальну швидкість машини із виразу:

$$V = \frac{\omega \cdot R}{\lambda}, \quad (4.1)$$

де  $R$  – середній радіус вилки, м;

$\omega$  – кутова швидкість (рад/с) обертання вилок, що визначається з умови:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (4.2)$$

$n$  – частота обертання вилок, об/хв.

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 423}{30} = 42,4 \text{ рад/с.}$$

Тоді, згідно формули (3.1) отримаємо:

$$V = \frac{42,4 \cdot 0,035}{1,2} = 1,24 \text{ м/с.}$$

Для забезпечення отриманих режимів роботи коренезбиральної машини розглянемо кінематичну схему приводу активної вилки.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ</i>				

Визначаємо загальне передаточне число:

$$u_{заг} = \frac{\omega_{дв}}{n}, \quad (4.3)$$

де  $\omega_{дв}$  – частота обертання колінчастого вала двигуна, об/хв.

$$u_{заг} = \frac{2100}{423} = 4,96.$$

Привід вилок здійснюється через проміжні передачі, тобто:

$$u_{заг} = u_p \cdot u_{вп} \cdot u_{зуп} \cdot u_{зкп} \cdot u_{зр} \cdot u_n, \quad (4.4)$$

де  $u_p$  – передаточне число кінцевого редуктора,  $u_p=1$ ;

$u_{вп}$  – передаточне число відкритої ланцюгової передачі;

$$u_{вп} = z_2 / z_1 = 32 / 18 = 1,77;$$

$u_{зуп}$  – передаточне число закритої циліндричної передачі;

$$u_{зуп} = z_4 / z_3 = 34 / 28 = 1,26;$$

$u_{зкп}$  – передаточне число закритої кінцевої передачі;

$$u_{зкп} = z_6 / z_5 = 36 / 19 = 1,89;$$

$u_{зр}$  – передаточне число головного редуктора;  $u_{зр} = 1$ ;

$u_n$  – передаточне число відкритої клинопасової передачі;

$$u_{зуп} = D_2 / D_1 = 380 / 320 = 1,18.$$

Таким чином:  $u_{заг} = 1,77 \cdot 1 \cdot 1,26 \cdot 1,89 \cdot 1,18 = 4,96$ .

#### 4.1.2 Розрахунок вала-шестерні активної вилки

Для розрахунку вала попередньо визначаємо крутний момент, що передається на вал однієї активної вилки за формулою

$$T = 9740 \cdot \frac{P_1}{n}, \quad (4.5)$$

де  $P_1$  – потужність, що затрачається на привод активної вилки, кВт.

					<i>ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



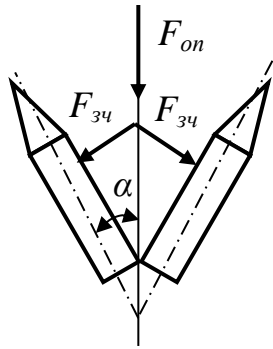


Рис. 4.2. Схема сили, що діють на викопувальні

Із поданої схеми видно, що 
$$\sin \alpha = \frac{F_{on}}{F_{3ч}}, \quad (4.8)$$

де  $\alpha$  – кут між віссю рядка та віссю активної вилки, град;  $\alpha=18^\circ$ .

Тоді 
$$F_{3ч} = \frac{F_{on}}{\sin 18^\circ} = 2912,5 \text{ Н.}$$

Вибираємо матеріал вала Сталь 40Х і визначаємо допустимі напруження за формулою 
$$\sigma_p = \frac{\sigma_{-13г}}{n_{-1}}, \quad (4.9)$$

де  $\sigma_{-13г}$  – межа витривалості матеріалу, МПа;  $\sigma_{-13г} = 320\text{--}480$  МПа.

$n_{-1}$  – коефіцієнт запасу міцності;  $n_{-13г} = 3,2\text{--}3,5$ .

Тоді 
$$\sigma_p = \frac{340}{3,5} = 97,14 \text{ МПа.}$$

Визначаємо сили, реакції опор та моменти, що діють на вал-шестерню в горизонтальній і вертикальній площинах (рис. 4.3).

Складаємо суму моментів всіх сил відносно точок В і С.

Горизонтальна площина ХОУ.

$$\sum M_B^z = -F_{32} \cdot l_1 + R_C^z \cdot l_2 + F_r \cdot (l_2 + l_3) - F_a \cdot \frac{d_m}{2} = 0;$$

$$\sum M_C^z = -F_{32} \cdot (l_1 + l_2) + R_B^z \cdot l_2 + F_r \cdot l_3 - F_a \cdot \frac{d_m}{2} = 0;$$

$$R_C^z = \frac{F_{32} \cdot l_1 - F_2 \cdot (l_2 + l_3) + F_a \cdot \frac{d_m}{2}}{l_2} = 3014,1 \text{ Н;}$$

										ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							





Визначаємо сумарний згинальний момент у вказаних вище перерізах.

$$M_A = 0;$$

$$M_B = \sqrt{(M_B^z)^2 + (M_B^e)^2} = \sqrt{364,06^2 + 364,06^2} = 514,85 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_C = \sqrt{(M_C^z)^2 + (M_C^e)^2} = \sqrt{10,96^2 + (-10,13)^2} = 101,89 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_D = \sqrt{(M_D^z)^2 + (M_D^e)^2} = \sqrt{(-261,47)^2 + 23,4^2} = 265,5 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Відкладаємо у відповідному масштабі значення моментів в точках А, В, С, D і будуємо епюри моментів у горизонтальній та вертикальній площинах і епюри сумарного моменту (див. рис. 4.3).

Визначаємо діаметр вала в найбільш небезпечному перерізі (точка В).

Еквівалентний момент визначається з умови:

$$M_{ek} = \sqrt{M^2 + 0,75 \cdot T^2} = \sqrt{514,85^2 + 0,75 \cdot 50,65^2} = 516,7 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Таким чином, діаметр вала буде становити:

$$d = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{ek}}{\pi \cdot \sigma_{-up}}}, \quad (4.10)$$

$$d = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 516,7}{3,14 \cdot 97,14}} = 37,84 \text{ мм}.$$

Приймаємо остаточний діаметр вала  $d=40$ мм. Під підшипникові опори діаметр вала зменшуємо до 35 мм.

Напруження згину, стиску і кручення в цьому перерізі будуть дорівнювати:

$$\sigma_{зг} = 10^3 \cdot \frac{M}{W}, \quad (4.11)$$

де  $W$  – момент опору ( $\text{мм}^3$ ), що визначається з умови:

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = \frac{3,14 \cdot 40^3}{32} = 6280 \text{ мм}^3.$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ				

Тоді, згідно (4.11) будемо мати:

$$\sigma_{зз} = 10^3 \cdot \frac{516,7}{6280} = 82,27 \text{ МПа.}$$

Напруження стиску:

$$\sigma_{ст} = \frac{R_B}{S}, \quad (4.12)$$

де  $S$  – площа перерізу,  $\text{мм}^2$ .

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 40^2}{4} = 1256 \text{ мм}^2.$$

Тоді, згідно (4.12) будемо мати:

$$\sigma_{ст} = \frac{6709,3}{1256} = 5,34 \text{ МПа.}$$

Напруження кручення:

$$\tau_{кр} = 10^3 \cdot \frac{T}{W_p}, \quad (4.13)$$

де  $T$  – крутний момент,  $\text{Н}\cdot\text{м}$ ;

$W_p$  – полярний момент опору,  $\text{мм}^3$ .

$$W_p = \frac{\pi \cdot d^3}{16} = \frac{3,14 \cdot 40^3}{16} = 12560 \text{ мм}^3.$$

Тоді, згідно (3.13) отримаємо:

$$\tau_{кр} = 10^3 \cdot \frac{50,65}{12560} = 4,03 \text{ МПа.}$$

Еквівалентні напруження в перерізі В:

$$\sigma_{екв} = \sqrt{(\sigma_{зз} + \sigma_{ст})^2 + 3 \cdot \tau_{кр}^2} = \sqrt{(82,27 + 5,34)^2 + 3 \cdot 4,03^2} = 87,88 \text{ МПа.}$$

Таким чином напруження в небезпечному перерізі менші допустимих.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ</i>				

## Висновки

Проведені розрахунки дозволили встановити наступні параметри окремих робочих органів, вузлів та передач:

1. Суть удосконалення коренезбиральної машини полягає в оптимізації форми викопувальних робочих органів, обладнаних профільною поверхнею;
2. Кутова швидкість обертання підкопувальних вилок становить 42,4 рад/с;
3. Для виготовлення вала приводу викопувальних вилок вибираємо матеріал Сталь 40Х.
4. Діаметр вала приводу викопувальних вилок  $d=40$ мм. Під підшипникові опори діаметр вала зменшуємо до 35 мм.

					<i>ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

### 5.1 Небезпечні та шкідливі фактори при роботі на тракторах та комбайнах

Згідно ГОСТ 12.1.007-86 та ГОСТ 12.1.005-86 небезпечні та шкідливі фактори поділяються на чотири групи: фізичні; психофізіологічні; хімічні; біологічні.

До групи фізичних факторів входять: рухомі машини і механізми і їх незахищені рухомі частини; підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони; підвищена або понижена температура, підвищений рівень шуму, інфразвуку, ультразвуку, вібрації, іонізуючих і електромагнітних випромінювань; підвищена напруга електричної мережі і підвищена напруженість електричного і магнітного полів; відхилення від норми різних характеристик освітлення.

Група хімічних небезпечних і шкідливих факторів виробництва поділяється на слідуєчі групи по характеру дії на людину: загально токсичні, подразнюючі, сенсебінідуючі, канцерогенні; мутагенні, впливаючі на репродуктивну функцію; шляхом проникнення в організм людини.

До біологічних небезпечних і шкідливих факторів виробництва відносяться мікро і макроорганізми, дія яких на працюючих може викликати травми або захворювання. Це - бактерії, віруси рикетсії, спірохети, гриби. Найпростіші тварини і рослини.

Психофізіологічні небезпечні і шкідливі фактори виробництва поділяються на фізичні і нервово психічні перевантаження.

Фізичні навантаження можуть бути статистичними, динамічні і гідродинамічні.

					ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

До нервово-психічних перевантажень відносяться: розумові перенапруження, монотонність праці, перенапруження аналізаторів і емоційні перевантаження.

Під час роботи на тракторі виникає небезпека впливу факторів таких як фізичні, хімічні, психофізіологічні.

Для зниження впливу небезпечних факторів на комбайні застосовується герметична кабіна, що дає можливість зниження рівню шуму; зменшення потрапляння пилю, а в деяких випадках повної відсутності, зниження вібрації, впливу хімічних речовин.

Кабіна захищає механізатора від впливу зовнішнього середовища і дозволяє створити мікрокліматичні умови, параметри яких залежать від герметичності кабіни її теплоізоляції, заklenня, наявності системи опалювання і кондиціонування повітря. Сучасні трактори використовують протягом року при температурах від  $+40^{\circ}\text{C}$  до  $-30^{\circ}\text{C}$ . Природно, без належного захисту металічна кабіна може стати потужним джерелом теплоти і холоду.

Основним джерелом теплоти у кабінах є: сонячна радіація (70-80%), двигун (8-15%), механізатор (10-15%), трансмісія та інші вузли (3-8%).

У літній період року в кабінах без теплового захисту, температура повітря може досягати  $+50^{\circ}\text{C}$  і більше. Штучна вентиляція дозволяє знизити температуру повітря всього на  $1-2^{\circ}\text{C}$  і за певних умов може сприяти підвищенню запиленості зони дихання механізатора

Під час літніх польових робіт температура повітря у кабінах, обладнаних для нормалізації мікроклімату лише вентиляцію без застосування засобів теплового захисту, може перевищувати зовнішню на  $8-19^{\circ}\text{C}$ , а температура поверхонь досягати  $+40...53^{\circ}\text{C}$ . Тривалість роботи в умовах теплового дискомфорту у найбільш жаркий період дорівнює 6-7 годин за робочий день.

У кабінах тракторів Т-150К обладнаних потужним випарним кондиціонером, який забезпечує до  $600\text{ м}^3/\text{год}$  очищеного і охолодженого повітря. Це дозволяє створювати надлишковий тиск, який на  $19,6 - 29,4\text{ Па}$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ</i>					



розвинутий стеблистий сільськогосподарських культур, особливо густого посіву.

3. Скріплення верхнього шару ґрунту корінням рослин. Різні культури мають різну ґрунтозахисну ефективність. На ерозійно-небезпечних ділянках висівають лише культури густого посіву. При безполицевому обробітку корені рослин розміщуються ближче до поверхні ґрунту і цим самим підвищують його протиерозійну стійкість.

4. Зменшення промерзання ґрунту в холодний період року і швидкіше розмерзання його навесні. Воно досягається переходом на безполицевий обробіток ґрунту, що зменшує промерзання на 30 % у порівнянні з оранкою; мульчуванням соломою, що зменшує промерзання більш ніж удвічі; снігозатриманням, що зменшує промерзання ґрунту на 50 - 100%.

5. Залуження ерозійно небезпечних ділянок багаторічними травами. Застосовується, як правило, у місцях проходження великих мас води під час злив і сніготанення: залужені водотоки, водопідвідні улоговини, найбільш круті ділянки довгих схилів з середньо-та сильнозмитими ґрунтами, кювети вздовж доріг, сильно еродовані ділянки схилів.

6. Зміна структури посівних площ. Здійснюється поділ ріллі на еколого-технологічні групи з організацією на рівнинних ділянках крутістю до 3<sup>0</sup> інтенсивних польових сівозмін, на схилах крутістю понад 7<sup>0</sup> - виведення із ріллі і залуження їх багаторічними травами.

Найбільш суттєвими факторами, що визначають вміст пилу у робочій зоні механізаторів, є вологість і структура ґрунту, розміщення робочого місця, напрямок і швидкість вітру та швидкість руху агрегату.

У кабінку пил проникає крізь нещільність підлоги і нижніх частин стінок кабінки, може також нагнітатися припливами вентилятора при відсутності чи незадовільній роботі системи очищення. Проникаючи в кабінку, пил нагромаджується і осідає на різних елементах кабінки: під час роботи внаслідок вібрації пил піднімається у повітря і може нагромаджуватися в зоні у значних концентраціях.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ				

Усі механізовані сільськогосподарські роботи залежно від вмісту пилу в робочій зоні можна розділити на три групи. До першої групи робіт, під час виконання яких пилоутворення найбільше, відносять комбайнове збирання кукурудзи. Другу групу робіт із вмістом пилу до кількох сотень міліграмів становить сівба технічних культур, міжрядний обробіток, збирання зернових без подрібнювача, осіння оранка. До третьої групи належать транспортні роботи, весняна оранка, затримання вологи, весняна сівба зернових, внесення добрив та інші роботи.

Суттєво впливають на рівень запиленості у кабінах випарні кондиціонери. Під час їх роботи у кабіну подається від 200 до 600 м<sup>3</sup> очищеного від пилу повітря, що створює надлишковий тиск і виключає можливість підсмоктування фільтрами з картону чи синтетичних волокнистих матеріалів, ступінь очищення яких становить 92-98%.

### Висновки

В розділ «Охорона праці та довкілля» приведені вимоги що би уникнути травм і тілесних пошкоджень робочого персоналу.

Оскільки розвиток науково-технічної галузі і досі продовжується, то відповідно і збільшується кількість небезпечних факторів.

Багато сучасних прстроїв споряджено електронними пристроями та датчиками, які при порушенні вимог роботи запобігають поломку, робочих органів, а також відмови в роботі, гідравлічної та електричної системи і системи сигналізації. Тому травмування механізаторів можливе для всіх технологічних процесів лише під час проведення регулювальних і ремонтних робіт.

Основною вимогою для всіх технологічних процесів є чітке дотримання правил експлуатації і техніки безпеки.

Під час проведення сільськогосподарських робіт не слід забувати і про охорону навколишнього середовища, адже в ньому ми всі живемо і від його стану залежить наш добробут.

					<i>ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

### 6.1 Загальні положення

В основу розрахунку економічних показників покладена "Методика визначення економічної ефективності використання в сільському господарстві результатів НДР і нової техніки [12]. Основними показниками економічної ефективності використання результатів НДР і ЕКР, нової техніки служить приріст продуктивності праці, виробництва продукції, покращення її якості і отримуваний в господарстві річний економічний ефект, який представляє собою сумарну економію всіх вироблених ресурсів.

Крім річного економічного ефекту, розраховують також термін окупності додаткових капітальних вкладень, рентабельність виробництва продукції.

Визначення річного економічного ефекту запропонованих проектних рішень будемо проводити шляхом співставлення приведених затрат по базовому і новому варіанту технологій із застосуванням базового і запропонованого комплексу машин, в тому числі і модернізованої машини БМ-6.

З урахуванням цього, сумарний річний економічний ефект буде складатися із економічного ефекту від впровадження запропонованої технології і комплексу машин  $E_1$ , економічного ефекту від впровадження модернізованої збиральної машини  $E_2$ .

$$E = E_1 + E_2, \quad (6.1)$$

де  $E_1$  - ефект від впровадження технології і комплексу машин;

$E_2$  - ефект від впровадження модернізованої машини.

					ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6.2 Визначення річного економічного ефекту від впровадження запропонованих технологічних рішень

В результаті обґрунтування нами елементів технології збирання цукрових буряків, зокрема вибору комплексу машин і вирішення питань організації ефективного використання їх, за інших подібних умов передбачається досягнути значної економії затрат праці, а в результаті скорочення строків проведення робіт і покращення якості збирання підвищення урожайності на 8%. Тоді річний економічний ефект визначається за формулою:

$$E_I = [(C_{\bar{o}} + E_n \cdot K_{\bar{o}}) \frac{B_n}{B_{\bar{o}}} - (C_n + E_n \cdot K_n)] \cdot A_n, \quad (6.2)$$

де  $C_{\bar{o}}$ ,  $C_n$  - собівартість одиниці продукції (роботи) по базовому і новому варіантах, грн;

$B_n/B_{\bar{o}}$  - коефіцієнт урахування повноти збирання врожаю буряків;

$$B_n/B_{\bar{o}} = 1,1;$$

$K_{\bar{o}}$ ,  $K_n$  - питомі капітальні вкладення в базовому і новому варіантах, грн/га;

$E_n$  - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень,  $E_n = 0,15$ ;

$A_n$  - обсяг роботи (робіт),  $A_n = 200$  га.

Так, як запропоновані технологічні рішення не вимагають капітальних вкладень, то в формулі (6.2) їх не враховуємо. Собівартість рахуємо тільки по затратах праці і палива, тому що всі інші умови однакові. В цьому випадку вона буде складатися тільки із затрат на оплату праці і вартості пального.

Затрати на оплату праці визначимо по формулі

$$C^I = Z_n \cdot f \cdot K_n, \quad (6.3)$$

де  $Z_n$  - питомі затрати праці на одиницю роботи відповідно до даних по господарству, складають:  $Z_{n\bar{o}} = 35,8$  люд-год/га;  $Z_{nn} = 32,3$  люд-год/га;

$f$  - годинна тарифна ставка робочих, в середньому приймаємо  $f = 40$  грн/год.;

					<i>ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_n$  - коефіцієнт надбавок,  $K_n=1,25$ .

Звідси

$$C_{\bar{o}}^1 = 35,8 \cdot 40 \cdot 1,25 = 1790 \text{ грн/га};$$

$$C_n^1 = 32,3 \cdot 40 \cdot 1,25 = 1615 \text{ грн/га}.$$

Впровадження запропонованого комплексу машин дає можливість зекономити до 25% палива, що в грошовому виразі визначиться за формулою

$$C_{\bar{o}}^2 = Q_{\bar{o}} \cdot C_n,$$

$$C_n^2 = Q_{nn} \cdot C_n, \quad (6.4)$$

де  $Q_{\bar{o}}$ ,  $Q_{nn}$  - питомі затрати палива по базовій і новій технологіях, згідно технологічних карт :  $Q_{\bar{o}}=16,1 \text{ кг/га}$ ;  $Q_{nn}=14,4 \text{ кг/га}$ .

$C_n$  - комплексна вартість палива, станом на 1.05.2018 р.,  $C_n \approx 30 \text{ грн/кг}$ .

$$C_{\bar{o}}^2 = 16,1 \cdot 30 = 483 \text{ грн/га};$$

$$C_n^2 = 14,4 \cdot 30 = 432 \text{ грн/га}.$$

Повна собівартість визначається з формули:

$$C_{\bar{o}} = C_{\bar{o}}^1 + C_{\bar{o}}^2;$$

$$C_n = C_n^1 + C_n^2; \quad (6.5)$$

$$C_{\bar{o}} = 483 + 1790 = 2273 \text{ грн/га};$$

$$C_n = 432 + 1615 = 2047 \text{ грн/га}.$$

Підставивши значення в формулу (6.2) отримаємо

$$E_1 = (2273 \cdot 1,1 - 2047) \cdot 200 = 90660 \text{ грн}.$$

### 6.3. Визначення річного економічного ефекту відвпровадження модернізованої коренезбиральної машини

В результаті впровадження модернізованої машини, яка дозволяє підвищити якість і повноту збирання, підвищити урожайність (в середньому на 8-10% ), а також скоротити експлуатаційні затрати.

Ефективність в такому випадку виразиться формулою

$$E_2 = [(C_{\bar{o}} + E_n \cdot K_{\bar{o}}) \cdot \frac{Y_{\bar{o}}}{Y_n} \cdot \frac{B_n}{B_{\bar{o}}} + \frac{(U'_{\bar{o}} - U'_n) - E_n(K'_n - K'_{\bar{o}})}{Y_n} - (C_n + E_n \cdot K_n)] \cdot A_n, \quad (6.6)$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ				

де  $Y_{\delta}$ ,  $Y_n$  - питомі експлуатаційні затрати при використанні базової і удосконаленої машини, з урахуванням того, що частково скоротяться затрати на додаткове регулювання та простої  $Y_{\delta}/Y_n \approx 1,2$ ;

$B_n/B_{\delta}$  - коефіцієнт урахування повноти збирання урожаю,  $B_n/B_{\delta} \approx 1,08$ ;

$C_n$ ,  $C_{\delta}$  - собівартість продукції (роботи), яка виконується даною машиною (приймаємо в межах 25%).

Підставивши значення в формулу (6.6) отримаємо

$$E_2 = [90,24 \cdot 1,2 \cdot 1,1 + 2,1 - (81,22 + 0,15 \cdot 15)] \cdot 200 = 17549,36 \text{ грн.}$$

Строк окупності капітальних вкладень на модернізацію визначимо шляхом ділення балансової вартості на річний економічний ефект від впровадження

$$T_0 = \frac{B_{mm} \cdot n}{E_2}, \quad (6.7)$$

де  $B_{mm}$  - балансова вартість модернізації однієї машини;

$n$  - необхідна кількість машин на весь обсяг робіт ( $A_n$ ) в установлені агростроки збирання ( $D_n = 12$  дн.).

Балансову вартість визначимо за формулою

$$B_{mm} = m \cdot C_n, \quad (6.8)$$

де  $m$  - маса металоконструкцій на одну машину,  $m = 128$  кг;

$C_n$  - питома вартість металоконструкцій, яка визначається в залежності від складності умов виготовлення,  $C_n = 24,4$  грн/кг.

$$B_{mm} = 128 \cdot 24,4 = 3123,2 \text{ грн.}$$

Кількість машин, необхідних для виконання запланованого обсягу робіт в установлені агростроки, визначимо, виходячи із змінної продуктивності машини:

$$n = \frac{A_n}{W_{zm} \cdot D_n \cdot k_{zm}}, \quad (6.9)$$

де  $W_{zm}$  - змінна продуктивність,  $W_{zm} = 9,17$  га/зм;

$k_{zm}$  - кількість змін на добу,  $k_{zm} = 1$ .

					ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## Висновки

Як видно з даних табл. 6.1, впровадження запропонованих проектних рішень на площі збирання культури 200 га, дає можливість підвищити урожайність в середньому на 20%, скоротити затрати праці та собівартість майже на 10%.

Отриманий річний економічний ефект складає 198209грн., в тому числі від впровадження модернізованої збиральної машини 17,5 тис.грн.

					<i>ДПАІС 23.14.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анурьев В.И. Справ очник конструктора машиностроителя. В 3-х томах.- м.: Машиностроение.- т.1-1980. т.2- 1981, т.3-1981.
2. Березівський П.С., Більський Б.В., Дудаш Я.Я., Березівський З.П. Організаційно-економічні параметри ресурсощадних технологій виробництва продукції рослинництва і тваринництва. – Львів: Українські технології, 2000. –223 с.
3. Войтюк Д. Г., Дацишин О. В., Колісник та ін.; За ред О. В. Дацишина. Дипломне та курсове проектування. - К.: Урожай,-1996. - 192с.
4. Глеванський І.В. Буряківництво:Навч. посібник. – К.: Вища школа, 1991. – с.320: іл.
5. Глуховский В.С. и др. Операционная технология возделывания сахарной свеклы. – К.: Урожай, 1991. – 240с.
6. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища. Київ. Знання. – 2000. – 205 с.
7. Довідник з машиновикористання в землеробстві/ за ред. В.І. Пастухова. –Харків: "Веста" – 2001, 347 с.
8. Ільченко В.Ю. Машиновикористання в землеробстві.-К.:Вища школа, 1996.- 314с.
9. Ільченко В. Ю., Нагірний Ю. П., Джолос П. А. та ін. За ред. Ільченка В.Ю. і Нагірного Ю. П. Машиновикористання в землеробстві. - К.: Урожай, 1996. - 384с
- 10.Ільченко В.Ю. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві.-К.:Вища школа., 1993.- 356с.

					<i>ДПА/с 23.14.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

