

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

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

ОС «Бакалавр»

Тема: „ Удосконалення технологічного процесу зберігання столових коренебульбоплодів в ТОВ "Передовик" Могилів-Подільського району Вінницької області”

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство

Спеціальність 208 Агроінженерія

Шифр ДП АІс 25.04.00.00.000 ПЗ

Студент гр. АІс-22-2

Голуб В. В.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Борис М.М.

Нормоконтроль

к.т.н., доц. Лук'янюк М. В.

До захисту допускаю:

к.т.н., доц. Мартинюк А.В.

Завідувач кафедри ГМ та АІ

2025 р.

Хмельницький, 2025р

## ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ .....	4
ВСТУП.....	5
1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ГОСПОДАРСТВА.....	7
1.1 Географічне розташування господарства і кліматичні умови. ....	7
1.2 Аналіз загальногосподарської діяльності .....	10
1.3 Аналіз матеріально-технічної бази господарства. ....	13
2. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ .....	16
2.1 Аналіз технологічного процесу зберігання столових коренеплодів.....	16
2.2 Огляд конструкцій існуючих сільськогосподарських машин для механічної очистки столових коренеплодів .....	21
2.3 Механіко-технологічні властивості об'єкту обробітку .....	30
3. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ОДНОВАЛЬНОГО ГІРАЦІЙНОГО ГРОХОТА.....	32
3.1 Розрахунок основних технологічних параметрів та режимів роботи.....	32
3.2 Обґрунтування конструкції робочого органу вузла машини.....	37
3.3 Будова та принцип роботи одновального гіраційного грохота .....	38
3.4 Кінематичні розрахунки .....	40
3.5 Розрахунок ланцюгової передачі .....	42
3.6 Конструювання зірочок ланцюгової передачі.....	45
4. ОХОРОНА ПРАЦІ І ЕКОЛОГІЯ .....	48
4.1 Вимоги охорони праці до проведення технологічних процесів.....	48
4.2 Утилізація відходів плодоовочевого виробництва .....	50
5. ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ .....	51
5.1. Абсолютні техніко-економічні показники сховища.....	51
5.2. Очікувана економічна ефективність впровадження системи активної вентиляції .....	55
ВИСНОВКИ .....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	59
ДОДАТКИ.....	61
СПЕЦИФІКАЦІЯ.....	62

					<i>ДП АІс 25.04.00.00.000 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Голуб В. В.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Борис М.М.</i>				<i>3</i>	<i>58</i>
<i>Реценз.</i>					<i>ХНУ Гр. АІс-22-2</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Лук'янюк М. В.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Мартинюк А.В.</i>					

Удосконалення технологічного процесу зберігання столових коренеплодів в ТОВ "Передовик" Могилів-Подільського району Вінницької області

## АНОТАЦІЯ

Дипломний проект на тему: «Удосконалення технологічного процесу зберігання столових коренебульбоплодів в ТОВ "Передовик" Могилів-Подільського району Вінницької області».

Дипломний проект виконано на 58 сторінках машинописного тексту, пояснювальної записки і 6 листах (формату А1) графічної частини.

Проект включає вступ, основну частину і висновки. Дано характеристику господарства, проведено огляд технологій зберігання столових буряків.

Проведено обґрунтування необхідності розробки конструкції, та конструктивний розрахунок одновального гіраційного грохоту. Проведено економічний розрахунок спроектованої машини і сховища.

Ключові слова: столовий буряк, гіраційний грохот, активна вентиляція, сховище.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

## ВСТУП

Овочі відіграють важливу роль у харчуванні людей. Вони містять легкозасвоювані вуглеводи, білки, жири, мінеральні речовини, вітаміни, а також багато інших сполук, конче потрібних для організму, регулюють травлення: сприяють засвоєнню жирів, білків, вуглеводів, крім того, як правило, мають лікувальні властивості. За науково обґрунтованими нормами, людина щодня має споживати 400 г овочів.

Найкраще споживати овочі свіжими, бо в них найбільше вітамінів та інших потрібних організму людини речовин. На жаль, споживання свіжих овочів обмежене сезонністю. Лише третину їх споживають влітку під час вирощування. Значну ж кількість плодоовочевої продукції доводиться переробляти і зберігати, що пов'язано з великими витратами.

Знаючи закономірності, які відбуваються в об'єктах зберігання, можна застосовувати науково обґрунтовані системи заходів для забезпечення кількісного і якісного зберігання продукції рослинництва. Складність зберігання продукції рослинництва обумовлена її фізіологічними і фізико-хімічними властивостями. Вона являє собою живий організм, в якому проходять різноманітні життєві процеси, їх інтенсивність залежить від умов навколишнього середовища. Якщо вони сприяють активному обміну речовин в клітинах організму, то це, безперечно, сприяють значні втрати в масі і буде супроводжуватись погіршенням якості.

Виходячи з природи продуктів, що зберігаються і можливих втрат, виникає необхідність захисту їх від активної дії факторів біотичного середовища, а також створення умов, які запобігають інтенсивному обміну речовин в клітинах організму. Це завдання можна успішно вирішити, застосувавши відповідні методи підготовки продуктів перед закладанням на зберігання і забезпечивши відповідні його умови (режими).

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

Завдання, які стоять під час зберігання продукції рослинництва, багатогранні. Недостатньо мати добротні сховища, в них повинні застосовуватись сучасні технології, які забезпечують відповідну підготовку продуктів до зберігання і під час зберігання. Крім того, сама природа цих продуктів вимагає організації систематичного спостереження за кожною партією протягом усього періоду зберігання. Будь-який спалах біологічних процесів у продукції під час її зберігання вимагає застосування тих або інших технологічних заходів.

Знання закономірностей, які відбуваються в об'єктах зберігання чи переробки, дають можливість застосовувати науково обґрунтовану систему заходів для забезпечення кількісного і якісного їх зберігання.

До вирішення питання зберігання продукції рослинництва потрібно підходити комплексно, усі операції від поля до споживача поєднувати в один технологічний процес. Жодна найсучасніша технологія зберігання не забезпечить добру схоронність неякісних об'єктів зберігання.

					<i>ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						6
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

# 1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ГОСПОДАРСТВА

## 1.1 Географічне розташування господарства і кліматичні умови.




ТОВ «Передовик» розташоване поряд з м. Ямполем. Господарство в обласному розташуванні знаходиться в південній частині Вінницької області. У відповідності з рисунком 1.1. центральна садиба знаходиться в с. Загірне в 7 км від районного центру м. Ямпіль та 101 км від обласного центру м. Віниниця. Віддаль від центральної садиби до найближчої залізничної станції 6 км.

Приймальні пункти переробних підприємств відносно господарства розташовані так:

Пункт приймання м'яса, це м'ясокомбінат, він знаходиться в м. Ямпіль на відстані 9 км;

Пункт приймання молока на відстані 9 км – це Ямпільський молокозавод;  
Відстань до Ямпільського комбінату хлібопродуктів де приймають від господарства зерно - 6 км;

Умовні позначення:

-  - населені пункти;
-  - дороги;
-  - річки.

Територія Ямпільського району знаходиться в зоні Лісостепу, і землі господарства розміщуються на території Лісостепової зони.

Згідно кліматичного районування територія господарства відноситься до помірно-теплого вологого району.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

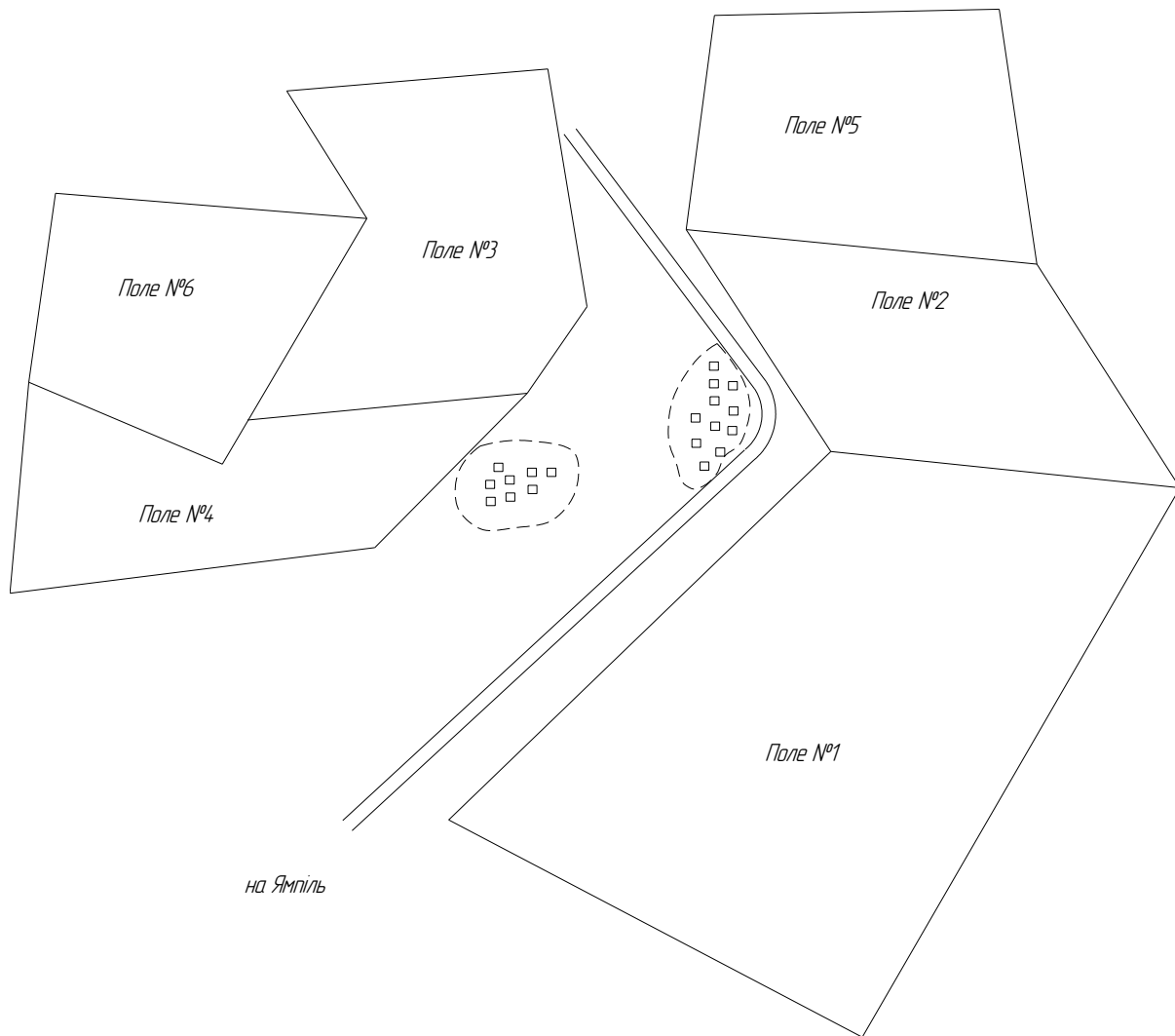


Рисунок 1.1 – Схема земельних угідь ТОВ «Передовик».

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для даного району характерні довгий теплий період із значною кількістю опадів з яких саме більше випадає в червні – 150...160 мм, та короткою відносно теплою зимою з порівняно невеликою кількістю опадів і нестійким сніговим покривом, а в загальному середньорічна кількість опадів становить 650...690 мм. Коefіцієнт зволоженості 2,2. Тривалість періоду з середньодобовими температурами повітря більше +10<sup>0</sup>С складає до 160 днів. Початок весняного періоду є дата переходу середньодобової температури повітря через 0<sup>0</sup>С .

Весна починається з другої половини березня і триває близько двох місяців. Починаючи з березня помічається інтенсивне підвищення денної температури. Перехід добової температури повітря через +5<sup>0</sup>С – час посіву ранніх зернових, перша половина квітня (10 – 12 ). Перехід середньодобової температури через +5<sup>0</sup>С восени (закінчення вегетаційного періоду) кінець жовтня (26 – 28). Останні заморозки весною, в повітрі в кінці квітня на початку травня (28 – 04).

Перехід до літа проходить з встановленням теплої погоди і припинення нічних заморозків, при переході середньодобової температури через +15 <sup>0</sup>С (перша декада травня).

Перші заморозки в повітрі спостерігаються в першій декаді жовтня. Перехід середньодобової температури через –5<sup>0</sup>С спостерігається в середині грудня це вважають початком зими. Закінчується зима в кінці другої декади лютого. Снігові покриви становлять 15...20 см, але він нерівномірний і залежить від рельєфу місцевості, тримається 70 – 75 днів.

Для даного регіону характерне переважання східного вітру в теплий період, та північно-західного вітру в холодну пору року.

Ґрунтовий покрив в господарстві в основному складається з чорноземів підзолистих.

Таким чином кліматичні умови території господарства сприятливі для вирощування сільськогосподарських культур.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

## 1.2 Аналіз загальногосподарської діяльності

Загальна площа земельних угідь господарства складає 947 га. Зараз в господарстві склалась наступна структура земельних угідь, яка наведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

### Структура земельних угідь

Назва угідь	Площа	
	га	%
Загальна земельна площа	947	100
Всього сільськогосподарських угідь	921	97,25
з них: рілі	813	88,3
пасовищ	48	5,2
сінокосів	60	6,5

Таблиця 1.2

### Структура посівних площ в гектарах

Назва	2022 рік	2023 рік	2024 рік
Зернові всього	555,65	588	562
в т. ч. озимі:	255,65	250	277
озима пшениця	215,65	210	237
озиме жито	40	40	40
в т. ч. ярі:	300	338	285
яра пшениця	80	88	85
ячмінь	170	200	160
кукурудза на зерно	50	50	40
Овочі всього	257,35	225	251
в т. ч. столові буряки	50	45,5	42

					ДП АІС 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



З даної таблиці можна зробити висновок що урожайність основних сільськогосподарських культур змінюється з роками, це в основному залежить від погодно-кліматичних умов.

Зменшення собівартості продукції збільшує розміри грошових надходжень, дає можливість знизити закупівельні і здавальні ціни і тим самим зменшити затрати держави на заготівлю сільськогосподарських продуктів. Собівартість окремих видів продукції рослинництва, що виробляється у господарстві розглянемо в таблиці 1.4.

З таблиці 1.4 видно що собівартість за три останні роки зростає по кожній культурі. Так, наприклад, собівартість озимої пшениці зростає на 3,6 грн./т, а собівартість столових буряків зростає на 18,4 грн./т.

Таблиця 1.4

Собівартість виробництва продукції рослинництва, грн./т

Назва культур	Роки		
	2022	2023	2024
Озима пшениця	3600	2500	3400
Столові буряки	1800	1500	2000
Картопля	2200	2700	3000

Структура затрат праці по окремих видах продукції рослинництва за останні роки у СТОВ «Передовик» розглянемо за даними таблиці 1.5.

Таблиця 1.5

Затрати праці на виробництво 1т продукції, люд. год.

Назва культур	Роки		
	2022	2023	2024
Озима пшениця	10,2	9,1	8,9
Столові буряки	9,3	11,9	10,1
Картопля	9,1	7,9	6,4

Як бачимо з таблиці 1.5 найбільше затрат праці приходиться на вирощування столових буряків. Зменшилися затрати праці по картоплі та озимій пшениці.

### 1.3 Аналіз матеріально-технічної бази господарства.

Наявність тракторного парку СТОВ «Передовик» вказана в таблиці 1.6. З таблиці 1.6 можна зробити аналіз, що господарство добре забезпечене тракторами. Але можна зробити висновок, що тракторний парк за останні роки зовсім не поповнюється, а навпаки зменшується.

Таблиця 1.6

#### Наявність тракторного парку

Марка трактора	Кількість, шт		
	2022 рік	2023 рік	2024 рік
Трактори загального призначення із них:	9	9	8
Гусеничні:			
John Deere 8345RT	4	4	3
CAT Challenger MT765C	2	2	2
ХТЗ-181.20	1	1	1
Колісні:			
Трактор Yanmar EF725T	2	2	2
Гусеничні:			
ХТЗ-181.20	3	3	3
Колісні:			
МТЗ – 2022.3	11	11	11
ХТЗ-245К.20	3	3	3
Deutz-Fahr 9340	2	2	2
УТО ELG 1954	2	2	1
Трактор ДТЗ 1204	1	1	1

З таблиці 1.7 можна зробити висновки, що кількість комбайнів за останні три роки зменшилась.

Аналіз показників використання машинно-тракторного парку наведений в таблиці 1.8.

Таблиця 1.7

Наявність комбайнів.

Марка комбайна	Кількість, шт		
	2022 рік	2023 рік	2024 рік
Зернозбиральні:			
Claas Lexion 8700	5	5	5
Картоплекопач			
PURA	2	2	5
Бурякозбиральні:			
Ropa Tiger 3	3	3	3
Holmer Terra Dos	2	2	1

Таблиця 1.8

Аналіз показників використання МТП.

Показники	2022 рік	2023 рік	2024 рік
Виробіток 1 у е. га тракторів	46536	45460	47267
Виробіток 1 у е трактор в 1 у е. га	1042	1147	942
Коефіцієнт змінності	1,2	1,0	1,15
Витрата палива на 1 у е. га	4,9	5,1	4,8
Собівартість 1 у е. га	6,47	6,9	7,4

Проаналізувавши таблицю 1.8 можемо зробити висновки, що знизився виробіток на 1 у е. трактор із 1042 у е. га до 942 у е. га. Також у 2023 році знизилась витрата палива на 4%. Собівартість 1 у е. га збільшилась за три роки від 6,47 до 7,4 грн.

Отже, господарство займається виробництвом продукції рослинництва. Для виконання всіх робіт воно забезпечено технікою дуже добре, але й вартість робіт зростає.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

## 2. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 2.1 Аналіз технологічного процесу зберігання столових коренеплодів

Зберігання овочів визначається насамперед їх біологічними властивостями. Здатність зберігатися тривалий час без втрат, погіршення якості зумовлює їх лежкість. За лежкістю овочі можна поділити на три групи.

Перша – вегетативні органи дворічних рослин: коренеплоди. Біологічна роль їх у житті рослин полягає в утворенні на другий рік життя насіння. Після збирання ці органи перебувають у стані спокою.

Згодом у тканинах їх розвиваються досить активні біохімічні процеси, пов'язані з переходом з вегетативної у генеративну стадію. У стадії спокою їхній зовнішній вигляд, консистенція, а в багатьох і смак при зберіганні в оптимальних умовах майже не змінюються. Тому успіх зберігання коренеплодів залежить від заходів регулювання тривалості періоду спокою для забезпечення надійного захисту від передчасного їх проростання.

Друга – генеративні органи однорічних овочів. Їх біологічна роль у житті рослини – забезпечення поживними речовинами насіння. Коли насіння досягає і стає здатним проростати, ці органи відмирають.

Деякий час насіння росте і розвивається за рахунок поживних речовин м'якуша, який при досяганні і зберіганні помітно змінюється. Складні органічні сполуки перетворюються в більш прості, консистенція стає м'якою. Змінюються його забарвлення та смак. Після повного досягання плодів активізуються процеси внутрішньоклітинного розкладу, що призводить до розкладу тканин. Тому строки зберігання таких овочів, як помідори, огірки тощо, визначаються передусім ступенем стиглості під час збирання та інтенсивністю процесів післязбирального досягання.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Третя – листя. З часу відокремлення від материнської рослини листки вже не виконують ніяких біологічних функцій. Вони мають досить велику поверхню випаровування. Тому навіть при короткочасному зберіганні особливу увагу слід приділяти захисту їх від в'янення.

Характерною особливістю овочів всіх груп є високий вміст у тканинах води з розчиненими в ній багатьма легкозасвоюваними речовинами. Тому овочі є добрим субстратом для розвитку фітопатогенних мікроорганізмів.

Високий вміст вологи зумовлює високу активність біохімічних процесів, що відбуваються в овочах після відокремлення їх від материнської рослини. Загальна кількість цукрів при цьому поступово зменшується внаслідок витрати їх на дихання і змінюється відношення сахарози до моноцукрів.

Кожна з названих груп овочів відповідно до своїх особливостей потребує для зберігання певних умов – температури, відносної вологості та складу повітря.

Під час зберігання в овочах відбуваються фізичні та фізіолого-біологічні процеси, що впливають на їх якість. Значною мірою вони є продовженням процесів, які відбувалися в овочах під час їх росту. Різниця полягає лише в тому, що під час росту переважає синтез, а при зберіганні – розклад поживних речовин з виділенням енергії.

Випаровування вологи залежить від ступеня гідрофільності клітинних колоїдів, анатомічної будови і стану покривних тканин.

Молоді коренеплоди та зелені овочі, в яких вакуолярні та цитоплазмоні колоїдні частинки майже не здатні утримувати воду, легко віддають її, в'януть, втрачають свіжість. Механічні пошкодження овочів та ураження шкідниками, а також захворювання прискорюють швидкість втрати маси.

Інтенсивність виділення вологи овочами залежить від періоду зберігання. На початку зберігання випаровування вологи активне, в середині періоду воно знижується, а в кінці зберігання з наближенням нового вегетаційного періоду знову підвищується ( табл.2.1 )[12]

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

## Інтенсивність виділення вологи буряками в різні періоди зберігання.

Овочі	Кількість вологи, яку виділяє 1 т овочів за добу, г		
	восени	взимку	навесні
буряки	650	280	480

Інтенсивність випаровування і кількість води, яка випаровується овочами залежать як від її вмісту, так і від температури та вологості повітря. Чим вища температура і нижча вологість повітря в приміщенні, де зберігаються овочі, тим більше вони випаровують вологи.

Під час зберігання овочі виділяють тепло, яке впливає на їх температурний стан. Низькі температури ( близько  $0^{\circ}\text{C}$  ) протягом тривалого зберігання овочів знижують інтенсивність клітинного метаболізму, сповільнюють дихання, зменшують витрати запасних речовин на дихання, а також діяльність мікроорганізмів.

Температура зберігання повинна бути близькою до температури замерзання тканин овочів, що залежить від вмісту органічних кислот, цукрів, пектину. Середня температура замерзання буряків становить мінус  $1.6^{\circ}\text{C}$ . При тривалому зберіганні овочів за температур, нижчих від указаних, відбувається зневоднення протоплазми клітин, а отже, загибель живих тканин. Крім того, кристали льоду, що утворилися тут, руйнують оболонки, а головне, при цьому порушується фізична структура протоплазми. З цієї причини зберігати свіжі овочі в умовах, що виключають можливість їх підмерзання.

Під час зберігання в овочах відбуваються зміни хімічного складу. Вміст крохмалю – запасної речовини – у більшості овочів зменшується внаслідок перетворення в цукор. Загальний вміст цукрів при цьому зростає. Кількість сахарози, протопектину, геміцелюлози, кислот, як правило зменшується, а розчиненого пектину збільшується.

					ДП АІС 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Зміни в пектиновому комплексі овочів при зберіганні відбуваються з неоднаковою інтенсивністю у різних їх видів і сортів, а також залежно від умов зберігання та інших факторів.

Вміст клітковини в овочах під час зберігання майже не змінюється. Кількість дубильних речовин у процесі досягання швидко знижується і відповідно швидко змінюється смак продукції.

Дихання овочів є основною формою взаємодії їх з зовнішнім середовищем. Біологічна роль дихання полягає в забезпеченні живих тканин овочів енергією, потрібною для їх життєдіяльності. При диханні вивільнюється енергія, нагромаджена овочами під час їх росту і формування.

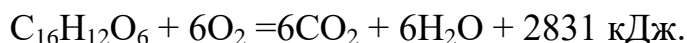
У процесі дихання овочів передусім витрачаються вуглеводи, а також органічні кислоти, азотисті, пектинові та дубильні речовини, жири, глікозиди.

Показником дихання овочів є коефіцієнт дихання ( КД ), що виражається відношенням об'єму виділеного вуглекислого газу до об'єму увібраного кисню (  $CO_2 : O_2$  ).

Коефіцієнт дихання при окисленні цукрів дорівнює одиниці, жирів – менший, білків та низькомолекулярних органічних кислот – більший за одиницю.

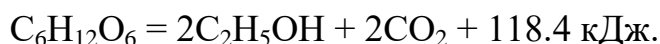
Дихання овочів може відбуватися з доступом вільного кисню (аеробне) та без його доступу ( анаеробне ).

Аеробний тип дихання прийнято виражати таким хімічним рівнянням [13]:



При цьому виділяється вуглекислий газ і вивільнюється енергія.

Анаеробний тип дихання характеризується використанням кисню органічних сполук для окислення. Його прийнято виражати таким хімічним рівнянням [13]:



При цьому виділяються спирт, вуглекислий газ і вільна енергія.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19



зниженням температури життєдіяльність овочів послаблюється. Нижня допустима температура обмежується точкою замерзання, що лежить дещо нижче 0°C. Оптимальна температура для зберігання овочів визначається їх фізіологічним станом та призначенням.

Вологість повітря впливає на випаровування вологи овочами під час зберігання. При інтенсивному випаровуванні зростають втрати маси, порушується обмін речовин, погіршується якість та втрачається стійкість овочів проти несприятливих умов. Інтенсивність випаровування вологи овочами підвищується з ростом дефіциту вологи у повітрі. Однак вона залежить від особливостей і насамперед від будови покривних тканин овочів, а також гідрофільності колоїдів.

Покривні тканини коренеплодів тонкі і ніжні, тому в умовах низької вологості повітря вони швидко в'януть і втрачають стійкість проти захворювань. Найкращі умови створюються, коли коренеплоди перешаровують зволженим піском або зберігають у поліетиленових мішках.

Газовий склад повітря значною мірою впливає на характер та інтенсивність дихання овочів при зберіганні. Під час дихання вони засвоюють кисень, а виділяють вуглекислий газ, тепло і вологу. Якщо кисню немає, овочі задихаються.

Потреба різних овочів у кисні неоднакова. Тривале зберігання коренеплодів при вмісті кисню в повітрі меншому 12% призводить до удушання. Занадто високий вміст вуглекислого газу у повітрі при зберіганні також негативно впливає на стан овочів.[18]

## 2.2 Огляд конструкцій існуючих сільськогосподарських машин для механічної очистки столових коренеплодів

Навантажувач СПС – 4,2А складається з енергетичної і навантажувально-очисної частин. Навантажувальна частина складається з двох підгрібальних щітків, кулачкового живильника, активного бітера, приймального шнекового транс-

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

портера, повздовжнього транспортера, транспортера-роздільника шнекового типу, очисника шнекового типу, вивантажувального елеватора, механізму приводу робочих органів і транспортерів, гідросистеми, автоматичного регулятора завантаження живильника та системи автоматичного контролю і сигналізації УСАК – 8ВМ.

Під час руху буряконавантажувача кулачки живильника підбирають коренеплоди і подають на восьмигранний бітер, який спрямовує їх до шнеків транспортера. Шнеки мають спіральні стрічки лівого та правого напрямків, завдяки чому вони звужують потік і спрямовують його на повздовжній транспортер. Переміщенню потоку сприяють ліва і права активні стінки, що являють собою гладенькі барабани та шнеки. Під час переміщення по шнеках коренеплоди частково відокремлюються від землі та рослинних рештків. Із повздовжнього пруткового транспортера потік коренеплодів подається до транспортера розсосереджувача, який розширяє потік вороху коренеплодів і спрямовує їх на транспортер-очисник шнекового типу. Тут вони остаточно очищаються від землі та рослинних решток, зміщуються у праву частину навантажувача і надходять до вивантажувального елеватора, який подає їх у кузов транспортного засобу, що рухається поруч з навантажувачем.

Робоча ширина захвату навантажувача 4,2 м; робоча швидкість 0,05 – 0,74 км/год; продуктивність до 200 т/год; навантажувальна висота транспортера до 3,5 м.[2] Сортувально-очисна лінія ПСК – 6 призначена для післязбиральної обробки моркви і столових буряків, зібраних машинами. Лінія складається з прийомного бункера, транспортерної сортувалки з завантажувальним транспортером і елеваторним сепаратором, двох перебиральних столів з мішкотримачами і пульта управління. При роботі маса коренеплодів вивантажується з транспортних засобів в приймальний бункер з рухомим дном. З бункера ця маса передається на завантажувальний транспортер і далі на прутковий сепаруючий елеватор сортування. На елеваторі з основної маси виділяються ґрунтові домішки і виносяться в бік від машини. На сортуванні, куди потім поступають коренеплоди, виділяються мілкі

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

фракції ( за діаметром менше 25 мм ), а крупна двома стрічковими транспортерами подається на перебиральні столи. По боках столів стоять робітники, які відбирають некондиційні коренеплоди і домішки, які залишилися і кладуть їх на бокові секції столів. Товарні коренеплоди йдуть зі столів на мішкотримачі, де затарюються в мішки[5][8]

*Технічна характеристика лінії*

Продуктивність, т/год.....	6
Потужність, яка споживається, кВт.....	до 5
Габаритні розміри в робочому положенні, м:	
довжина.....	17,0
ширина.....	7,0
висота.....	2,7
Обслуговуючий персонал, чел.....	13...19
Маса, кг.....	3759

Основні конструктивні особливості агрегатів, які входять в лінію ПСК – 6, наступні. Приймний бункер – коритоподібний з рухомим прогумованим дном стрічкового типу на втулково-роликівих ланцюгах. Він складається з просторової рами з боковими і заднім бортами, облицьованими листовою сталлю. Ширина дна бункера по ланцюгах 850 мм. Приводиться дно в рух від електродвигуна потужністю 1,1 кВт через черв'ячний редуктор. Довжина бункера 7,65 м, ширина 1,7 м, висота 1,3 м, об'єм до 4 м<sup>3</sup>, висота бортів бункера 0,8 м. Сортування лінії транспортерного типу ремінна. Число ременів 21, швидкість руху ременів 0,3 – 0,4 м/с. на сортувальній поверхні в кожному третьому зазорі є орієнтуючий диск. Всі диски встановлені на загальному валі, розміщеному нижче ременів. Ремені огинають три вала, два верхніх робочих і один нижній – ведучий. Для забезпечення різної швидкості руху ременів шківи ведучого вала мають різні діаметри. Довжина сортувальної поверхні 1,4 м, ширина 0,84 м, зазор між ременями 25 мм. Під робочою поверхнею сортування розміщений стрічковий виносний конвеєр довжиною 4,0 м з

шириною полотна 0,4 м. В передній частині сортування розміщений завантажувальний стрічковий лопатевий транспортер. Ширина стрічки транспортера 700 мм, крок лопатей 300 мм. Між завантажувальним транспортером і ремінною поверхнею

знаходиться прутковий елеватор з кроком прутків 38 мм. В задній частині сортування встановлені два стрічкові поперечні транспортери з полотнами шириною 850 мм, які рухаються від повздовжньої осі машини. Всі вузли сортування встановлені на зварну трубчасту раму, яка опирається на три колеса. Привід її забезпечується від двигун-редуктора.

Перебиральні столи лінії трьохсекційні, причому бокові секції рухаються в іншу сторону і подають укладені в них домішки на транспортер відводу мілкої фракції від сортування. Ширина основної секції 670 мм, швидкість руху 0,22 м/с, ширина бокових секцій 150 мм. Довжина робочої поверхні 3500 мм. Мішкотримачі, які розміщені на сході зі стола, поворотного типу, мають чотири секції для підвіски мішків, обертаючу стійку, на якій кріпляться секції, і кругла основа. Висота мішкотримача 0,82 м.

Сортувально-очисна лінія працює в комплексі із збиральними машинами, зокрема, машинами теребильного типу ЕМ – 11 (НДР) і ММТ – 1 (СРСР), забезпечуючи доопрацювання продукту і обробку його після зберігання. Характеристика вихідного вороху і окремі показники роботи лінії ПСК – 6 приведені в таблиці.[8][9]

Таблиця 2.2

Характеристика роботи сортувально-очисної лінії ПСК – 6

Показники	Столовий буряк сорту Бордо
Склад вихідної маси, %	
коренеплоди	94,0
гичка	1,5
ґрунтові домішки:	

кількість	4,5
вологість	42,4

продовження таблиці 2.2

Продуктивність, т/год	5,71
Склад отриманого продукту, % стандарт	95,3
нестандарт: за виглядом	4,3
за розміром	0,3
грунтові домішки	0,1
Пошкодження, %	9,1

Коренезбиральна машина КС – 6Б призначена для викопування коренеплодів з шести рядків з міжряддям 45 см.

Основними складальними одиницями КС – 6Б є самохідне шасі і коренезбирач. На самохідному шасі встановлений двигун СМД – 64 потужністю 110 кВт. У передній частині шасі встановлений автомат керування для спрямування робочих органів машини по осі рядків.

Коренезбирач складається з шести пар дискових копачів бітера, двох очисників шнекового типу, проміжного бітера, повздовжнього транспортера, бункера, поперечного транспортера та вивантажувального елеватора.

Кожен шнековий очисник складається з двох шнеків і перекидного вальця. Передній очисник переміщує коренеплоди на периферію, а задній, навпаки, в центр.

					ДП АІС 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Під час руху машини вздовж рядків дискові копачі підкопують коренеплоди буряків, порушують зв'язки коренеплоду з ґрунтом, захоплюють коренеплід внутрішніми поверхнями і витягують його з ґрунту.

Лопатевий бітер підхоплює коренеплід і подає його на перший очисник шнекового типу, який зміщує коренеплоди вліво та вправо і за допомогою перекидного валика подає їх на другий очисник шнекового типу. Очисники шнекового типу очищають коренеплоди від землі та рослинних решток.

З другого очисника коренеплоди потрапляють на проміжний бітер, з якого коренеплоди надходять до повздовжнього елеватора, а далі – у бункер і на поперечний транспортер.

Останній переміщує їх на вивантажувальний елеватор, який спрямовує коренеплоди в транспортні засоби, що рухаються поряд з машиною.[2]

Машина коренезбиральна РКМ – 6 викопує коренеплоди буряків з міжряддям 45 см.

Вона складається із самохідного шасі і коренезбиральної частини. Шасі має двигун СМД-24-02 потужністю 118 кВт, ведучий міст, гідростатичний привод ходової частини, кабіну з органами керування і автомат керування машини по рядках.

Коренезбиральна частина має дві секції транспортерів-очисників бітерного і шнекового типів, повздовжній транспортер пруткового типу, бітерний доочисник, поперечний транспортер і вивантажувальний елеватор.

Під час руху агрегату копіри автомата керування спрямовують робочі органи машини по осі рядків.

Активні вилки, рухаючись у ґрунті на глибині 5 – 12 см, обертаються, викопують коренеплоди і подають їх до коренезбірників, а далі бітерами переміщуються до транспортерів-очисників.

Під час руху по цих транспортерах коренеплоди очищаються від землі та рослинних решток і переміщуються до шнекових очисників, які також очищають

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

їх і зміщують у центральну частину, де вони потрапляють на повздовжній транспортер, а потім на доочисник.

З доочисника коренеплоди подають на горизонтальний транспортер, який переміщує їх до вивантажувального елеватора. Останній подає їх у транспортний засіб, що рухається поряд зі збиральним агрегатом.

Робоча швидкість 7 – 9 км/год. Продуктивність 1,8 – 2,7 га/год.[2]

Коренезбиральна машина КС – 6Б – 05 забезпечує збирання шести рядків з міжряддям 45 см, з яких попередньо зібрана гичка.

Вона складається із самохідного шасі, дискових копачів, двох передніх і одного заднього транспортерів-очисників роторного типу, опорно-напрямних коліс, повздовжнього елеватора, стрічкового транспортера і вивантажувального елеватора.

Роторний транспортер-очисник являє собою диск із радіально закріпленими прутками. Передні два транспортери-очисники обертаються ( $76 \text{ хв}^{-1}$ ) в одному напрямку (вліво), а задній очисник обертається ( $72 \text{ хв}^{-1}$ ) в протилежний бік.

Під час руху машини вздовж рядків пасивні дискові копачі підрізують ґрунт і піднімають вверх коренеплоди.

Полозки активізують процес, сприяють витягуванню коренеплодів з ґрунту, підвищують стійкість робочого процесу.

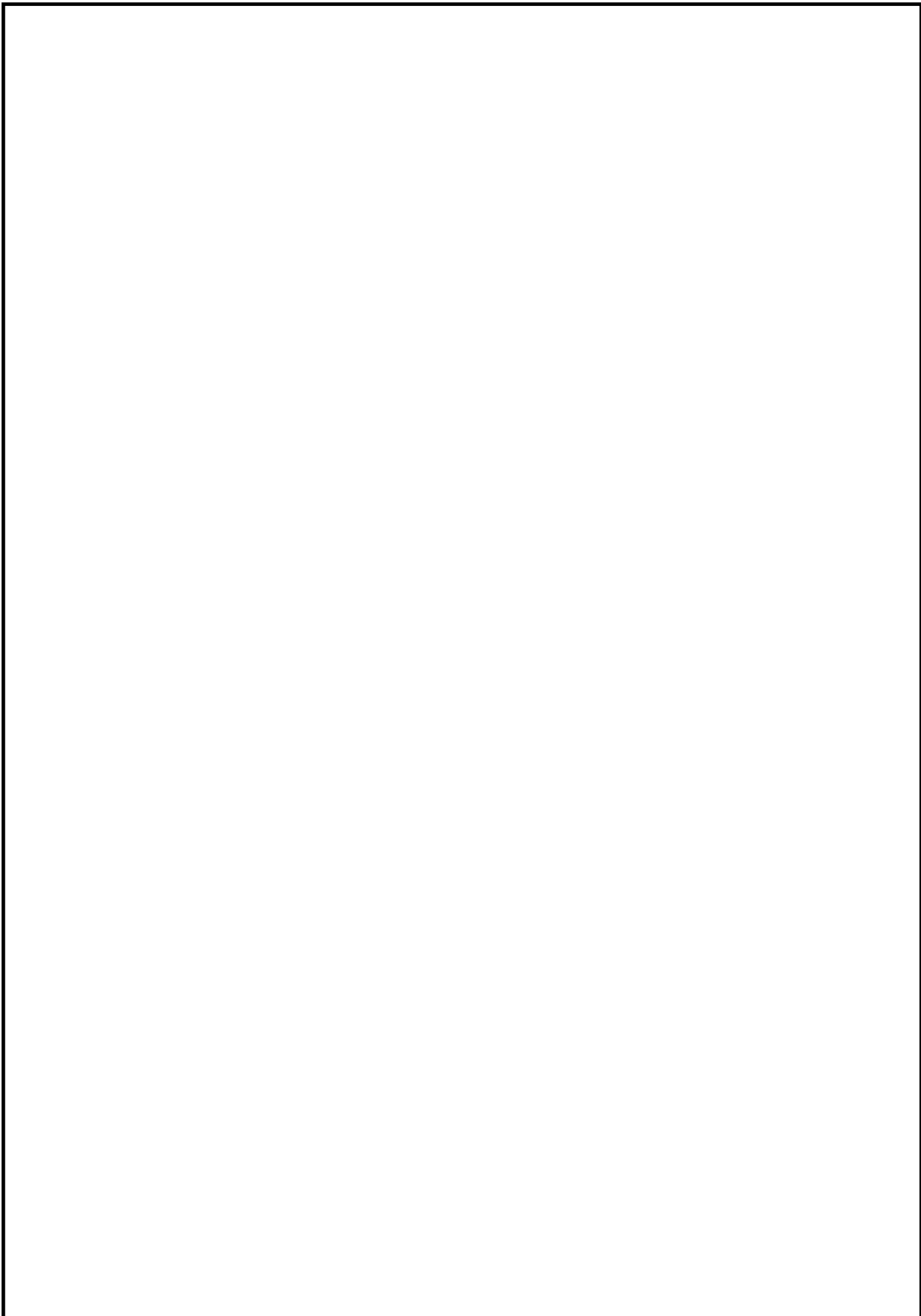
Підкопані і підняті дисками коренеплоди захоплюються передніми двома роторами-очисниками і подаються на задній роторний очисник.

Під час переміщення транспортерами вони очищаються від землі, гички та інших домішок. Задній транспортер-очисник спрямовує коренеплоди до повздовжнього елеватора.

Внутрішні витки транспортерів захоплюють коренеплоди і переміщують їх вверх, а далі вони падають на стрічковий транспортер бункера-нагромаджувача, який зміщує їх до вивантажувального елеватора.

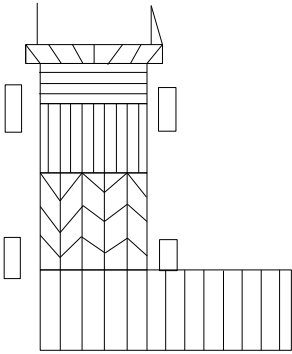
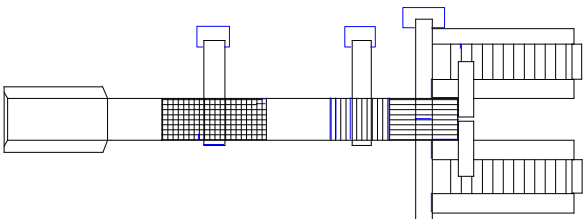
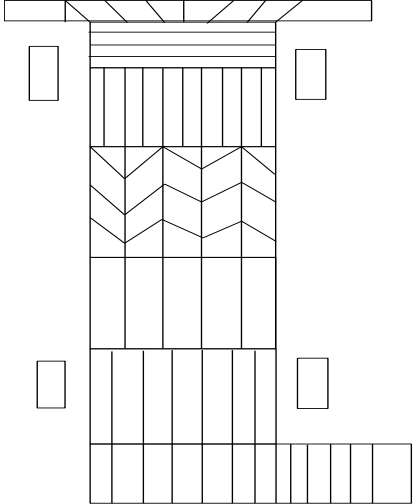
Останній подає коренеплоди в транспортний засіб, що рухається поряд з агрегатом[2]

					ДП АІС 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27



					ДП АІС 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

## Технологічні схеми розглядуваних машин

Назва машини	Марка	Технологічна схема
Навантажувач	СПС-42А	
Сортувально-очисна лінія	ПСК – 6	
Машина коренезбиральна	РКМ – 6	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ

Арк.

29

## 2.3 Механіко-технологічні властивості об'єкту обробітку

Коріння буряка характеризується довжиною, товщиною і масою.

Таблиця 2.4

Розмірно-масові характеристики столових буряків[11]

Показники	Сорти	
	Єгипетський	Бордо
Довжина, мм:		
Середня	60	100
Максимальна	120	180
Мінімальна	40	80
Товщина, мм:		
Середня	80	90
Максимальна	120	140
Мінімальна	30	55
Маса, г		
Середня	150	500
Максимальна	300	800
Мінімальна	70	250

Відомо, що при різних комбінаціях товщини, ширини і довжини буряк може мати одну і ту ж масу, а при однакових одного або двох розмірах маса їх може бути різною. Наприклад, коренеплоди однієї і тієї ж товщини можуть мати різну масу, а коренеплоди рівної маси можуть бути різної ширини. Ці величини варіюють біля якогось середнього значення, тобто можна представити між цими величинами кореляційну залежність.

На рух коренеплодах по різних робочих органах впливають коефіцієнти тертя кочення і ковзання.

Таблиця 2.5

Показники коефіцієнтів ковзання і кочення

Показники	Матеріал			
	Сталь	Чавун	Алюміній	Гума
Коефіцієнт тертя ковзання	0,50...0,60	0,60...0,66	0,54	0,74...0,82
Коефіцієнт тертя кочення	0,23...0,27	0,25...0,31	0,22...0,28	0,27...0,35

Густина буряка становить  $595 \pm 15 \text{ кг/м}^3$ .

При русі по робочим органам, транспортерам і іншим пристроям мають місце удари коренеплодів до елементів машини і одне одного. При цьому велике значення має опір деформуванню коренеплодів, яка характеризується коефіцієнтом відновлення швидкості  $\kappa_g$ . Коефіцієнт  $\kappa_g$  залежить не тільки від матеріалу тіл, але і від ряду інших факторів (початкової швидкості удару, маси, вологості і положення точки співудару).[15]

### 3. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ОДНОВАЛЬНОГО ГРАЦІЙНОГО ГРОХОТА

#### 3.1 Розрахунок основних технологічних параметрів та режимів роботи

Робочі органи машини для післязбиральної обробки коренеплодів виконують основні технологічні операції: прийом, сортування, видалення домішок і некондиційних коренеплодів.

Для прийому коренеплодів з транспортних засобів. Завантажених в навалу в залежності від виду машини або обладнання використовують бункера.

Основними параметрами прийомного бункера являється його місткість  $V_6$ . ці параметри повинні забезпечувати, з одного боку, неперервний прийом бункера, з іншого – відповідну продуктивність при завантаженні і можуть бути визначені із наступних міркувань.

Місткість  $V_6$  (в т) прийомного бункера повинна бути не менше середньої місткості одиничного транспортного засобу  $M_{cp}$  і в той же час забезпечувати роботу попередньої ланки (комбайнів або пунктів) на протязі, як показує практика, максимум однієї зміни, тобто повинна виконуватись умова[4]:

$$M_{cp} \leq V_6 \leq Q_{zm} \cdot (z/n), \quad (3.1)$$

де  $Q_{zm}$  – змінна продуктивність комбайна або пункту, т;

$z$  – кількість комбайнів або пунктів в системі;

$n$  – кількість прийомних каналів.

Місткість прийомного бункера стаціонарного сортувального пункту як компенсатора, можна визначити, встановивши функціональні зв'язки між технічними параметрами і економічними показниками підсистеми.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Основними параметрами, характеризуючи ми взаємодію транспортних засобів і сортувальної лінії в умовах потоку, являється час обслуговування:

$$t_{нід} = t_{нід} + t_{он} + t_{від}, \quad (3.2)$$

де  $t_{нід}$  – час, який затрачається на під'їзд;

$t_{он}$  – час, який затрачається на розвантажування або опорожнення;

$t_{від}$  – час, який затрачується на від'їзд.

Час, на протязі якого транспортний засіб підходить до прийомного бункера і відходить від нього, залежить від розмірів і влаштування зони під'їзду і прийомного бункера. Під час  $t_{під}$  входить і час знаходження транспортного засобу в черзі.

$$t_{нід} = 0,3 + 0,6 + 0,15 = 1,05 \text{ год.}$$

При довжині під'їзду  $l_{п}$  і середній швидкості під'їзду і від'їзду  $v_{ср}$  загальний час на під'їзд і від'їзд транспортних засобів може характеризуватися залежністю:

$$t_{ом} + t_{нод} = (1,5 \dots 1,7) l_{п} / v_{ср}, \quad (3.3)$$

При вивантаженні з самохвальних транспортних засобів в прийомний бункер в залежності від висоти розміщення його дна і ступеня завантаження можливе різне протікання процесу випорожнення. При високо розміщеному дні, тобто малому перепаді або достатньо заповненому бункері і повному підйомі кузова першочергово порівняно швидко вивантажуються 70...80 % його об'єму. Потім під впливом рухомого дна бункера проходить вивантаження всієї частини продукту.

Виходячи з неперервності потоку продукту, можна вважати, що на другому етапі вивантаження об'єму продукту, який залишився в кузові після першого етапу вивантаження (в м<sup>3</sup>):

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{ocm} = v_{нд} \cdot S_{cp} \cdot t_8, \quad (3.4)$$

де  $v_{нд}$  – швидкість рухомого дна бункера, м/с;

$S_{cp}$  – середня площа потоку продукту, який забирається рухомим дном бункера, м<sup>2</sup>;

$t_8$  – час вивантаження, с

$$V_{ocm} = 0,28 \cdot 2,4 \cdot 23 = 8,44.$$

Одним з основних технологічних параметрів є довжина перебирального стола (в м):

$$l_{mn} \geq a l + l_1 + l_2, \quad (3.5)$$

де  $a$  – число місць для робітників (при розміщенні їх з двох сторін враховується половина робочих місць);

$l$  – довжина робочої зони одного робітника (0,7...0,8 м);

$l_1$  – довжина завантажувальної ділянки полотна, м;

$l_2$  – не обслуговуюча відстань від кінця останньої зони до краю полотна,

м.

Таким чином загальна довжина перебирального стола становить 3,5 м.

Продуктивність перебирального стола (в т/год) визначається характером домішок, їх кількістю, а також числом і інтенсивністю роботи перебивальників[4]:

$$Q = (2,4 \dots 4,0) m_{cp} \cdot n \cdot a / x_n, \quad (3.6)$$

де  $m_{cp}$  – середня маса одного видаленого тіла, кг;

$n$  – продуктивність робітника на відборі, шт./с;

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$Q=(2,4 \dots 4,0) \cdot 0,2 \cdot 0,9 \cdot 0,12/0,1=8,32.$$

При умові неперервної і рівномірної роботи лінії продуктивність її визначається за формулою:

$$Q=3,6 \cdot B \cdot t_{cp} \cdot v_k \cdot \varphi \cdot \rho, \quad (3.7)$$

- де  $v_k$  – швидкість руху коренеплодів по поверхні;  
 $\varphi$  - коефіцієнт заповнення поверхні,  $\varphi=0,7 \dots 0,8$ ;  
 $\rho$  - густина маси коренеплодів,  $\rho=650 \dots 750 \text{ кг/м}^3$

$$Q=3,6 \cdot 0,75 \cdot 700 \cdot 0,3 \cdot 0,2=113,4 \text{ т.}$$

Завантажувальні транспортери можуть бути виконані у вигляді самостійного агрегату, або входити в машину у вигляді її окремого вузла.

Довжина транспортера  $l_{тр}$  різна і обумовлена компонованням машини. Звичайно  $l_{тр}=1,3 \dots 2,5$  м. Кут нахилу транспортера  $\alpha=35 \dots 50^\circ$ , щоб коренеплоди не скочувались полотно споряджають лопастями. Крок лопастей  $t=130 \dots 160$  мм, а їх висота повинна бути не менша 60 мм. Швидкість руху полотна завантажувального транспортера  $0,4 \dots 0,8$  м/с.[4]

Ширина  $B_n$  транспортерної стрічки (в м) повинна бути не менша визначеної величини, яка забезпечить розміщення на ній матеріалу для транспортування без забивання :

$$B \geq 3,3 \cdot l_{max} + 0,2, \quad (3.8)$$

де  $l_{max}$  – максимальний розмір транспортуючих коренеплодів.

Досвід показує, що для коренеплодів  $B \geq 0,5$  м.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Для вивантажувального транспортера основними параметрами являється: продуктивність  $Q_T$ ; швидкість руху стрічки  $v_{п}$ ; споживаюча потужність  $N_T$ ; довжина  $l_T$ . [4]

Продуктивність транспортера (в т/год):

$$Q_m = 3,6 \cdot F \cdot v_n \cdot l_m \cdot \psi \cdot C\alpha, \quad (3.9)$$

де  $F$  – площа поперечного перетину транспортуючого продукту стрічки,  $m^2$ ;

$\psi$  - коефіцієнт заповнення стрічок;

$C\alpha$  - коефіцієнт, який враховує кут нахилу стрічки,

$$Q_m = 3,6 \cdot 0,08 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,2 \text{ т/год}$$

Потужність, яка необхідна для приводу транспортера в рух (в кВт):

$$N_m = N_o / \eta, \quad (3.10)$$

де  $N_o$  – потужність на ведучому валу транспортера, кВт;

$\eta$  - ККД приводу,

$$N_m = 3,3 / 0,94 = 3,51 \text{ кВт.}$$

Довжина транспортерів звичайно знаходиться в межах 2...6 м. ширина транспортера 500...800 мм, кут нахилу не більше 30°.

Прийомний бункер, який задіяний на сортувально-очисній лінії має такі параметри:

- довжина 6,0...8,0 м;
- ширина 2,0...3,0 м;
- висота до 1,2 м;

					ДП АІС 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

- кут нахилу стрічок до  $16^\circ$ .

### 3.2 Обґрунтування конструкції робочого органу вузла машини

В потоковій лінії ПСК – 6 для післязбиральної обробки коренеплодів можна використати одновальний гіраційний грохот.

Гіраційний грохот здійснює вимушені кругові коливання. Площина решета грохота під час коливань залишається паралельною своєму початковому положенню.[1]

Основні параметри гіраційного грохота:  $n$  – частота обертання ексцентричного вала, об/хв.;  $r$  – ексцентриситет, мм;  $b$  – ширина решета грохота, м;  $l$  – довжина решета грохота, м;  $\alpha$  - кут нахилу решета, град.

Тихохідний з ковзанням режим роботи гіраційного грохота створює такі умови, при яких можливі пошкодження коренеплодів будуть мінімальними.

Частота обертання ексцентричного вала при тихохідному режимі[4]:

$$30\sqrt{f(\cos\alpha - \sin\alpha)/(r * f)} \leq n \leq 30\sqrt{\cos\alpha/r}, \quad (3.11)$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя ковзання оброблюваної маси по решету грохота.

Ексцентриситет знаходиться в межах 2 – 9 мм. Враховуючи відому аналогію в роботі коливальних і граційних грохотів, ширину решета і його довжину визначають по залежностям для коливальних грохотів.

Кут нахилу решета грохота не залежить від частоти обертання ексцентричного вала і ексцентриситету.

Слід відмітити, що із збільшенням кута підвищується продуктивність грохота в результаті збільшення швидкості руху матеріалу по решету, але при цьому ступінь виділення може зменшитися. Із зменшенням кута спостерігається протилежна залежність.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Звичайно приймають кут  $8 - 12^\circ$ . виходячи з допустимої швидкості співударяння, що лімітується рівнем пошкодження, допустима частота обертання вала грохота [2]:

$$n=30/(\pi r^2), \quad (3.12)$$

Гіраційний грохот, який застосовується для післязбиральної обробки коренеплодів при цьому може працювати на напівшвидкісних і швидкісних режимах. На цих режимах підвищується транспортна і сепаруюча здатність грохота.

Грохоти для сортування коренеплодів бажано виконувати на вертикальних підвісках. Цим досягається більш спокійна робота машини і менша її вібрація.

### 3.3 Будова та принцип роботи одновального гіраційного грохота

При роботі маса столових коренеплодів подається на гіраційний грохот. На гіраційному грохоті під дією коливань, що здійснюються завдяки ексцентричному вала частотою  $220 - 250$  об/хв., проводиться механічне очищення столових коренеплодів від ґрунтових домішок, які в свою чергу відводяться на сторону транспортером домішок.

Вже очищені коренеплоди потрапляють на виносний транспортер і подаються на інші елементи агрегатів, через які здійснюється доочистка столових коренеплодів.

Частота обертання ексцентричного вала грохота повинна становити за розрахунком  $220 - 250$  об/хв, щоб забезпечити відповідні параметри роботи не тільки грохота, але й цієї лінії.

Кут нахилу решета грохота не повинен перевищувати  $12^\circ$  інакше зменшиться ступінь виділення домішок.[4]

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38



Довжина полотна становить 2,2 м, ширина 0,65 м. Ці дані вибираються відповідно до продуктивності лінії.[4][1]

### 3.4 Кінематичні розрахунки

Розрахунок будемо проводити для гіраційного грохота, а саме для його ланцюгової передачі.

Вихідні дані для розрахунку:

- $F_t = 2000$  Н – пружна сила на барабані грохота;
- $\omega = 10$  рад/с – кутова швидкість ведучого вала транспортера;
- $D = 0,30$  м – діаметр вала (барабана);
- $t = 10000$  год – строк служби приводу.

Визначаємо крутильний момент на валу грохота[3]:

$$T = F_t \cdot D / 2 = 2000 \cdot 0,3 / 2 = 300 \text{ Нм}, \quad (3.15)$$

Визначаємо потужність, яка необхідна для виконання технологічного процесу[3]:

$$P = T \cdot \omega = 300 \cdot 10 = 3000 \text{ Вт} = 3,0 \text{ кВт}, \quad (3.16)$$

Визначаємо потрібну потужність електродвигуна за формулою[3]:

$$P_{\text{дв}} = P / \eta_{\text{заг}}, \quad (3.17)$$

де  $\eta_{\text{заг}}$  – загальний ККД привода, який визначається так[3]:

$$\eta_{\text{заг}} = \eta_1 \cdot \eta_2, \quad (3.18)$$

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

$\eta_1=0,99\dots0,995$  – ККД підшипників кочення вала;

$\eta_2=0,92\dots0,940$  – ККД відкритої ланцюгової передачі.

Для розрахунку приймаємо менші значення ККД елементів привода, тоді загальний ККД привода буде[3]:

$$\eta_{заг}=0,99 \cdot 0,92=0,91,$$

а потрібна потужність двигуна

$$P_{\text{дв}}=3,0/0,91=3,29 \text{ кВт.}$$

Беремо двигун з номінальною потужністю  $P_{\text{ном}}=1,1$  кВт, який буде перевантажений на[3]:

$$\lambda = P_{\text{ном}} \cdot P_{\text{дв}} / P_{\text{ном}} = 3,3 \cdot 3,29 / 3,3 = 0,3\%, \quad (3.19)$$

Перевантаження становить  $\lambda = 0,3 \%$ .

Визначаємо потрібну кутову швидкість обертання електродвигуна, для цього використаємо залежність:

$$\omega_{\text{двмін}} = i_{\text{загмін}} \cdot \omega; \omega_{\text{двмах}} = i_{\text{загмах}} \cdot \omega, \quad (3.20)$$

Мінімальні і максимальні загальні передаточні відношення відповідно рівні:

$$i_{\text{загмін}} = i_{\text{лпмін}} = 3; i_{\text{загмах}} = i_{\text{лпмах}} = 5, \quad (3.21)$$

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

де  $i_{лпмін}$ ,  $i_{лпмак}$  – відповідно мінімальне і максимальне передаточне число ланцюгової передачі.

Мінімальна кутова швидкість обертання вала електродвигуна становить:

$$\omega_{двмін} = 3 \cdot 10 = 30 \text{ рад/с.}$$

Максимальна кутова швидкість обертання вала електродвигуна :

$$\omega_{двмак} = 5 \cdot 10 = 50 \text{ рад/с.}$$

Беремо двигун АІР804, який має потужність  $P_{ном} = 3,3$  кВт; частоту обертання ротора  $n_{двном} = 1500$  об/хв і кутову швидкість  $\omega_{двном} = 80$  рад/с.

### 3.5 Розрахунок ланцюгової передачі

Вихідні дані: потужність на ведучому валу  $P = 3,3$  кВт, кутова швидкість ведучої зірочки  $\omega = 80$  рад/с, передаточне відношення ланцюгової передачі  $i = 2$ .

Визначаємо число зубів ведучої зірочки [3]:

$$Z_1 = 19 \cdot 2 \cdot i = 19 \cdot 2 \cdot 2 = 25, \quad (3.22)$$

Визначаємо коефіцієнт експлуатації, який являє собою добуток окремих коефіцієнтів, значення яких вибирається з таблиці 3.4 [3].

$$K_e = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.23)$$

де  $K_1$  – коефіцієнт динамічності роботи,  $K_1 = 1,2$ ;

$K_2$  – коефіцієнт, враховуючий спосіб регулювання натягу ланцюга,  $K_2 = 1,25$ ;

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_3$  – коефіцієнт кута нахилу гілок передачі,  $K_3=1,25$ ;

$K_4$  – коефіцієнт способу змащування ланцюга,  $K_4=1,5$ ;

$K_5$  – коефіцієнт режиму роботи,  $K_5=1,25$ ;

$K_6$  – коефіцієнт міжосьової відстані,  $K_6=1,25$ .

Обчислюємо коефіцієнт експлуатації:

$$K_e=1,2 \cdot 1,25 \cdot 1,25 \cdot 1,5 \cdot 1,25 \cdot 1,25=4,39.$$

З таблиці 3.5[3] вибираємо допустимий тиск в шарнірах  $[p]=21$  МПа (  $\omega$  =80 рад/с,  $t=19,05\dots 25,4$  мм).

Крок ланцюга визначається за формулою[3]:

$$t_{\text{л}}=28 \cdot 3 \sqrt{(P \cdot K_e / z_1 \cdot \omega \cdot [p] \cdot \kappa_p)}, \quad (3.24)$$

де  $\kappa_p$  – коефіцієнт, який враховує число рядів ланцюга,  $\kappa_p=1$  – для однорядного ланцюга.

Після підстановки  $t_{\text{л}}=16,14$  мм.

Остаточно приймається крок ланцюга 19,05 мм.

Визначаємо число зубів веденої зірочки[3]:

$$Z_2=Z_1 \cdot i=25 \cdot 2=50, \quad (3.25)$$

приймаємо число зубів  $Z_2=50$ .

Уточнене значення передаточного відношення:

$$i=Z_2/Z_1=50/25=2. \quad (3.26)$$

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Оскільки величина уточненого передаточного відношення співпадає з розрахунковою, то додаткова перевірка не потрібна. Приймаємо величину міжосьової відстані з кроком рівної  $a_p=40$ .

Тоді число ланок ланцюга дорівнюватиме:

$$L_p = 2 \cdot a_p + (Z_1 + Z_2) / 2 + ((Z_2 - Z_1) / 2 \pi)^2 / a_p, \quad (3.27)$$

де  $a_p$  – міжосьова відстань ланцюгової передачі в кроках

$$L_p = 2 \cdot 40 + 38,5 + 0,14 = 118,64$$

приймаємо число ланок ланцюга рівним  $L_p=120$ .

Уточнюємо міжосьову відстань в кроках:

$$a_p = 1/8 \cdot (L_p - 0,5(Z_1 + Z_2) + \sqrt{(L_p - 0,5(Z_2 + Z_1))^2 - 8 \cdot ((Z_2 - Z_1) / 2 \pi)^2}), \quad (3.28)$$

$$a_p = 1/8(103 - 0,5(25 + 50) + \sqrt{(120 - 0,5(50 + 25))^2 - 8((50 - 25)/(2 \cdot 3,14))^2}) = 40.$$

Фактична міжосьова відстань дорівнює[3]:

$$a = (30 \dots 50)_{t_n} = 40 \cdot 19,05 = 762,5 \text{ мм.} \quad (3.29)$$

Монтажна міжосьова відстань становитиме [3]:

$$a_m = 0,995 \cdot a = 0,995 \cdot 762,5 = 758,6 \text{ мм} \quad (3.30)$$

Довжина ланцюга визначиться як[3]:

$$L = 103 \cdot 19,05 = 1962,15 \text{ мм}$$

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

На останній стадії проектного розрахунку визначимо ділительні діаметри ведучої  $D_1$  і веденої  $D_2$  зірочок[3]:

$$D_1=(t_n \cdot Z_1)/(\sin \pi / Z_1)=151,9 \text{ мм}, D_2=(t_n \cdot Z_2)/(\sin \pi / Z_2)=303,4 \text{ мм}, \quad (3.31)$$

### 3.6 Конструювання зірочок ланцюгової передачі

Профілювання зірочок роликкових ланцюгів рекомендують виробляти по ДСТУ ГОСТ 591-69, який передбачає зносостійкі профілі без зміщення і зі зміщенням для нереверсивних передач.[3]

Шарніри ланок ланцюга, які знаходяться в зачепленні із зірочкою, розміщуються на ділительній окружності зірочки.

Діаметр ділительної окружності[3]:

$$d_o=t/\sin(180/Z), \quad (3.32)$$

для ведучої зірочки[3]:

$$d_o=19,05/\sin(180/25)=151,9 \text{ мм},$$

для веденої зірочки[3]:

$$d_o=19,05/\sin(180/30)=182 \text{ мм}.$$

Визначаємо діаметр округлості виступів[3]:

$$D_e=t(0,5+ctg180/Z), \quad (3.33)$$

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

для ведучої зірочки[3]:

$$D_e = 19,05(0,5 + \operatorname{ctg} 180/15) = 100 \text{ мм},$$

для веденої зірочки[3]:

$$D_e = 19,05(0,5 + \operatorname{ctg} 180/30) = 200 \text{ мм}.$$

Профілі зуба складаються з[3]:

- западини, яка описується радіусом

$$r = 0,5025 \cdot D + 0,05 = 0,5025 \cdot 11,91 + 0,05 = 6 \text{ мм}, \quad (3.34)$$

де  $D$  – діаметр ролика ланцюга;

- дуги, яка окреслюється радіусом

$$r_l = 0,8 \cdot D + r = 0,8 \cdot 11,91 + 6 = 16 \text{ мм}, \quad (3.35)$$

Визначаємо ширину зубчатого вінця зірочки однорядного ланцюга[3]:

$$e = 0,93 \cdot B_{en} - 0,15 = 0,93 \cdot 30 - 0,15 = 28 \text{ мм}, \quad (3.36)$$

де  $B_{en}$  – відстань між внутрішніми пластинками.

Основні матеріали для виготовлення зірочок: середньо вуглецеві або легovanі сталі 45, 40X, 50Г2,35ХГСА, 40ХН з поверхневою або загальним закалюван-

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

ням до твердості HRC 45 – 55 або цементуючі сталі 15, 20X, 12ХН3А з цементациєю на 1 – 1,5 мм і закалюванням до HRC 55 – 60.

При необхідності безшумної і плавної роботи при малих потужностях і швидкостях можна виготовляти вінці зірочок з пластмас – склопластів і поліамідів, що призводить до значного зниження шуму і до підвищення довговічності ланцюгів (в зв'язку із зниженням динамічних навантажень).

Для полегшення заміни після спрацювання зірочки, які встановлюються на валах між опорами, в ланцюгах з важким розбиранням роблять роз'ємними по діаметральній площині. Площина роз'єму проходить через впадини зубів, для чого число зубів зірочки приходиться вибирати парним.

В середньо швидкісних передачах, які не мають герметичних картерів, можна застосовувати консистентну внутрішньо шарнірну змазку або крапельне змащування. Консистентне внутрішньо шарнірне змащування здійснюють періодичним через 120 – 180 год зануренням ланцюга в змазку, яка нагріта до температури, яка забезпечує її розрідження.

В залежності від навантаження для змащування ланцюгових передач використовують масла індустриальні 30 – 50, а при малих навантаженнях – індустриальне 20.[3]

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ І ЕКОЛОГІЯ

### 4.1 Вимоги охорони праці до проведення технологічних процесів

#### 4.1.1 Приймання і зберігання сировини

На переробне підприємство поступає велика кількість різноманітної сировини та інших виробничих матеріалів. Доставка продукції і допоміжної сировини виконується за допомогою транспорту. Основна небезпека при цьому пов'язана з рухом транспортних засобів по території господарства і виконання навантажувально-розвантажувальних робіт. Нещасні випадки можливі при відкриванні бортів автомобілів, порушенні правил дорожнього руху, експлуатації технічно несправних транспортних засобів.

Для вивантаження і переміщення сировини і допоміжних матеріалів застосовуються засоби стаціонарної і пересувної механізації: стрічкові, шнекові та інші транспортери.

Загальним правилом при використанні даних машин, з метою недопущення травматизму є дотримання правил техніки безпеки користування кожною з них.

При використанні приміщень і відкритих майданчиків для зберігання необхідно дотримуватись наступних вимог:

достатня міцність підлог для використання електронавантажувачів вантажопід'ємністю до 1,5 т і питомим навантаженням до 850 кг/м<sup>2</sup>; підлоги повинні виконуватись із вологонепроникного матеріалу (асфальту), малий схил для стоку.

Штабелювання контейнерів на сировинному майданчику допускається в три ряди по висоті. Проїзди і проходи між штабелями не менше 40% від загальної площі сировинної площадки. Для маневрування і вільного пересування електронавантажувачів ширина проїзду повинна бути не менше 1,8 м.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

#### 4.1.2 Підготовка сировини до виробництва

Підготовка овочевої сировини включає очищення, калібрування, сортування та інші операції, які виконуються за допомогою різних машин та апаратів.

Для механічної очистки застосовуються різні за принципом дії і конструкцією очисні машини. Основні міри безпеки при експлуатації очисних машин; надійна огорожа частин машин, які обертаються (приводи, барабани і т. д.), що включає можливість доторкання обслуговуючого персоналу до них; постійний контроль за рівномірністю завантаження машин і подачею. Від сміття і бруду можна очищати тільки при зупиненій машині з обов'язковим використанням пристосування для прибирання.

Корпуси очисних і калібрувальних машин і електрообладнання необхідно заземляти. Не можна ставити біля очисних машин на непристосовані підставці (старі ящики, стільці, інші подібні предмети).

В машинах для очищення і калібрування джерелами небезпеки, крім електрообладнання можуть бути елементи машин, які обертаються і рухаються.

В багатьох випадках робочі органи машини залишаються відкритими, так як огороження їх неможливе через необхідність забезпечення подачі продукту на робочі органи. Тому при обслуговуванні цих машин необхідно дотримуватись максимальної обережності. Забороняється опускання рук в приймальні бункери, проштовхування продукту до робочих органів палками або іншими предметами, видалення з машини інших предметів, які попали на робочі органи.

У випадку, коли небезпечні робочі органи не можуть бути огорожені, встановлюється попереджувальна сигналізація пуску машини і також засоби її зупинки і відключення.

Для попередження перевантажень, поломок і аварій машини необхідно встановити запобіжні пристрої (зрізні шпильки, фрикційні муфти, та інші).

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

## 4.2 Утилізація відходів плодоовочевого виробництва

Відходи продукції, отримані після проведення товарної обробки є джерелом шкідливого впливу на довкілля. Наявність хвороб може вплинути на урожай наступного року культур, які сприятливі до цих хвороб. Вміст шкідливих речовин може сприяти отруєнню тварин при згодовуванні відходів. Скидання відходів біля місць проживання людей буде погіршувати санітарно-гігієнічні умови їх проживання.

Тому відходи продукції необхідно розсортувати. Видалити з них загнилі недозрілі і перезрілі коренеплоди, зі столових буряків видалити коренеплоди з механічними пошкодженнями і слідами захворювань.

Доброякісну частину продукції можна переробити на продукти харчування. Недоброякісну – ізолювати таким чином, щоб унеможливити її шкідливий вплив.

Переробка доброякісної продукції різна для кожного виду, але є загальні процеси для столових коренеплодів.

Відходи, які підлягають переробці, старанно очищають. Очищення дуже важлива операція, тому що з сировини видаляють не тільки бруд, але й мікроорганізми, які знаходяться на поверхні, і отрутохімікати.

Столові коренеплоди очищають в можливих з шорсткою поверхнею. Для видалення шкірок моркви застосовують хімічне чищення розчином каустичної соди або лугу.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

## 5. ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ

### 5.1. Абсолютні техніко-економічні показники сховища

Вартість основних виробничих фондів сховища, грн :

$$C_{осн} = C_{зд} + C_{об} + C_{инт}, \quad (5.1)$$

де  $C_{зд} = 1350000$  грн - вартість будівлі сховища, середня вартість для сховища на даний;

$C_{об}$  - вартість встановленого обладнання, установок і приборів;  $C_{инт}$  - вартість навантажувальних засобів, тари і інструментів. Вартість встановленого обладнання, установок і приборів, грн:

$$C_{об} = C_{конд} + C_{т.обр} + C_{дод} + C_{монт}, \quad (5.2)$$

де  $C_{конд}$  - вартість установки вентиляювання;

$C_{т.обр}$  - вартість обладнання для товарної обробки і контейнерів;

$C_{дод} = 11000$  грн - вартість додаткового обладнання;

$C_{монт}$  - вартість монтажних робіт по встановлені всього обладнання.

Вартість установки вентиляювання, грн:

$$C_{конд} = C_{вент} + C_{тов}, \quad (5.3)$$

де  $C_{вент} = 450000$  грн - вартість вентиляторної установки;

$C_{тов} = 215000$  грн - вартість повітропроводів системи активної вентиляції;

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Вартість обладнання для товарної обробки, грн;

$$C_{т.обр} = C_{лін}, \quad (5.4)$$

де  $C_{лін} = 3500000$  грн - вартість лінії товарної обробки ПСК-6 (за даними Хмельницького консервного заводу);

Вартість монтажних робіт по встановленні всього обладнання, грн;

$$C_{монт} = k_{монт} (C_{конд} + C_{т.обр} + C_{дод}), \quad (5.5)$$

$$C_{монт} = 0,25 \cdot (26000 + 35000 + 100000) = 161000 \text{ грн.}$$

Звідси

$$C_{обл} = 26000 + 35000 + 100000 + 161000 = 77625 \text{ грн.}$$

Вартість навантажувальних засобів, тари і інструментів, грн:

$$C_{икг} = C_{ен} + C_{конг} \cdot n_{конт} + C_{i.инс}, \quad (5.6)$$

$C_{ен} = 80000$  грн - вартість електронавантажувача;

$C_{конт} = 400$  грн - вартість контейнера;

$n_{конт} = 400$  шт - кількість контейнерів;

$C_{i.инс} = 50000$  грн - вартість інших інструментів,

$C_{инт} = 80000 + 400 \cdot 400 + 50000 = 290000$  грн. Звідси

$C_{осн} = 120000 + 322000 + 290000 = 732000$  грн.

Округляємо вартість основних виробничих фондів  $C_{осн} = 23000$  грн

6.1.1. Розрахунок собівартості зберігання

Вартість зберігання продукції і товарної обробки, грн:

					ДП АІС 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$C_{зб} = C_{нзн} + C_{утр} + C_{зв}, \quad (5.7)$$

де  $C_{нзн}$  - повна заробітна плата виробничих працівників;  $C_{утр}$  - вартість утримання основних виробничих фондів;

$C_{зв}$  - загальновиробничі накладні витрати. Повна заробітна плата виробничих працівників, грн [19, с. 169]:

$$C_{нзн} = C_{зн} + C_{доп.зн} + C_{вир}, \quad (5.8)$$

де  $C_{зн}$  - основна заробітна плата виробничих працівників;

$C_{доп.зн}$  - додаткова заробітна плата працівників;

$C_{вир}$  - відрахування від заробітної плати.

Основна заробітна плата працівників сховища за сезон зберігання і товарної обробки на основі технологічної карти наведена в таблиці 6.1.

Таблиця 5.1

Основна заробітна плата працівників сховища за сезон зберігання

Виробничі працівники	Витрата робочого часу, грн	Тарифна ставка, грн./год	Основна заробітна плата, грн
Водій електро- навантажувача	350	19	22000
Оператор вент.	870	17	19500
Сортувальник	540	14	18700
Підсобні	460	13	18000
Разом	2220		78200

Додаткова заробітна плата працівників, грн:

$$C_{\text{доп.зн}} = K_{\text{доп.зн}} \cdot C_{\text{зн}}, \quad (5.9)$$

де  $K_{\text{доп.зн}} = 0,08$  - коефіцієнт додаткової заробітної плати для галузі переробки продукції рослинництва,

$$C_{\text{доп.зн}} = 78200 \cdot 0,08 = 6256 \text{ грн.}$$

Відрахування від заробітної плати, грн:

$$C_{\text{відр}} = 0,35 (C_{\text{нр}} + C_{\text{д}}), \quad (5.10)$$

$$C_{\text{відр}} = 0,35 \cdot (78200 + 6256) = 29559,6 \text{ грн.}$$

Звідси

$$C_{\text{нзн}} = 78200 + 6256 + 29559,6 = 114015,6 \text{ грн.}$$

Вартість утримання основних виробничих фондів  $C_{\text{утр}}$  наведені в табл. 6.2.

Загальновиробничі накладні витрати, грн:

$$C_{\text{зв}} = k_{\text{зв}} \cdot C_{\text{зн}}, \quad (5.11)$$

$k_{\text{зв}} = 0,8$  - коефіцієнт відрахувань загальновиробничих накладних витрат,

$$C_{\text{зв}} = 0,8 \cdot 78200 = 62560 \text{ грн}$$

Звідси

$$C_{\text{зб}} = 78200 + 468425 + 62560 = 609185 \text{ грн}$$

					ДП АІС 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Таблиця 5.2

## Вартість утримання основних виробничих фондів

Назва статей витрат	Річні витрати, грн.
Амортизація будівлі	33750
Амортизація обладнання	62300
Ремонт будівлі	20025
Ремонт обладнання	115000
Силова витрата електроенергія	320000
Витрата енергії на освітлення і вентиляцію	5900
Вода для виробничих і побутових потреб	13600
Охорона праці	1350
Загальна сума	571925

Вартість очищення і зберігання столових буряків за сезон буде становити 611813 гривні.

5.2. Очікувана економічна ефективність впровадження системи активної вентиляції

Річний економічний ефект від застосування системи активної вентиляції, грн:

$$E_p = C_{np} - C'_{np} - C_{ексгс} \quad (5.12)$$

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

$C_{np}$  - вартість товарної продукції після зберігання при застосуванні системи активної вентиляції в сховищі;

$C'_{np}$  - вартість товарної продукції після зберігання без застосування системи активної вентиляції в сховищі;

$C_{ексргс} = 9800$  грн - витрати на електроенергію, заробітну плату працівникам, загальновиробничі витрати і вартість утримання системи активної вентиляції;

Вартість товарної продукції після зберігання з застосуванням і без застосування системи активної вентиляції дані в табл. 5.3.

Таблиця 5.3

Вартість товарної продукції після зберігання з застосуванням і без застосування системи активної вентиляції

Показники	Проектний	Базовий
Маса стандартних коренеплодів після зберігання, т	640	470,9
Ринкова ціна стандартних коренеплодів, грн./т	25000	
Маса нестандартних коренеплодів після зберігання, т	88,2	71,2
Ринкова ціна нестандартних коренеплодів, грн./т	15000	
Товарна продукція після зберігання, млн.грн	12,8	9,4

Звідси

$$E_p = 12,8 - 9,4 = 3,4 \text{ млн. грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень, років :

$$O_p = C_{pгс} / E_p, \quad (5.13)$$

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

$$O_p = 0,99 / 3,4 = 0,29$$

### Висновки

Провівши техніко-економічну оцінку запропонованих рішень в роботі, отримали наступні показники, вартість зберігання продукції і товарної обробки  $S_{зб} = 611813$  грн; річний економічний ефект від застосування системи активної вентиляції становить  $E_p = 3,4$  млн. грн. Термін окупності капітальних вкладень,  $O_p = 0,29$  років.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

Для товарної обробки столових коренеплодів найкращий варіант – це застосування сортувально-очисної лінії ПСК-6, яка дає змогу забезпечити вихід чисто обробленої продукції.

Застосування в ПСК-6, як конструктивного елемента, гираційного грохота дозволить підвищити якість очищення продукції, що позитивно вплине на конкурентоспроможність продукції на ринку збуту.

В господарстві є можливість зберігати столові коренеплоди в сховищі – це економічно вигідно і надійно. Завдяки тарному способу зберігання столові коренеплоди транспортують і завантажують у сховище без зайвих перевантажень. При цьому є можливість систематично оглядати овочі в будь-яку пору року і в разі потреби негайно видаляти ящики чи контейнери із зіпсованою продукцією.

Як результат - є можливість економніше використовувати об'єм сховища, знизити і збільшити період зберігання.

До того ж, система активного вентилявання дозволяє практично всі приміщення сховища зайняти продукцією, а коефіцієнт використання корисного об'єму сховища з активним вентиляванням виходить самим високим в порівнянні з іншими системами.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Харченко С.О. Напрямок в розробці агротехнологій блочно-варіантних систем для господарств різних технологічних рівнів / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, О.Д. Калюжний, Г.В. Рудницька, В.В. Качанов, О.М. Красноручський, С.А. Чигрина, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, Вип. 156, – 2015. с. 174-179.
2. Хамхоев Б.І., Байбулатов Т.С., Хабібов С.Р. Удосконалення технологічного процесу збирання картоплі // Проблеми розвитку АПК регіону. - 2019. - №1 (37). - С. 15-20.
3. Гевко Р. Б., Ткаченко І. Г., Рогатинський Р. М., Синій С. В. та ін. Системи доочищення коренеплодів при їх механізованому збиранні: монографія. Тернопіль: Осадца Ю. В., 2020. 216 с.
4. Деталі машин. Курсове проектування : навч. посіб. / І. М. Пастух, В. О. Харжевський, В. П. Олександренко. – Хмельницький : ХНУ, 2023. – 242 с.
5. Хамхоев Б.І. Результати досліджень картоплекопача у складних ґрунтово-кліматичних умовах//Проблеми розвитку АПК регіону. - 2019. - №1 (37). - С. 144- 149.
6. Предчук Д. М. Удосконалення технологічного процесу післязбиральної обробки коренеплодів з модернізацією конструкції грохота : кваліфікаційна робота : спец. 208 «Агроінженерія». Житомир, 2023. 47 с
7. Хареба, В. В., Чебан, С. Д., Овчарук, В. І. та ін. (2017). Післязбиральна доробка плодів, овочів і винограду: навчальний посібник. Кам'янець-Подільський – Вінниця.
8. Системи доочищення коренеплодів при їх механізованому збиранні: монографія / Р. Б. Гевко, І. Г. Ткаченко, Р. М. Рогатинський, С. В. Синій та ін. Тернопіль : Осадца Ю. В., 2020. 216 с

					ДП АІС 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

9. Паньків М. Р. Експериментальні дослідження сепарації вороху коренеплодів кулачково-вальцьовим очисником/. Науковий вісник НАУ – К., 2014. – с. 255 – 262.
10. Механізація переробки і зберігання плодоовочевої продукції: Навч. посібник / О. В. Дацишин, О. В. Гвоздєв, Ф. Ю. Ялпачик, Ю. П. Рогач; За ред. О. В. Дацишина – К.: Мета, 2014. – 288 с.: іл.
11. Жемела Г. П., Шемавньов В. І., Олексюк О. М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Підручник. Полтава. 2013 – 420 с.
12. Подпратов Г. І., Бобер А. В., Гунько С. М. Переробка продукції рослинництва : навчальний посібник. Київ : Редакційновидавничий відділ НУБіП України, 2023. 580 с.
13. Подпратов Г. І., Рожко В. І., Скалецька Л. Ф. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва : підручник. Київ : Аграрна освіта, 2014. 393 с.
14. Хилевич В. С., Скалецька Л. Ф. Стандартизація і контроль якості сільськогосподарської продукції : практикум. Київ : Вища школа, 2019. 169 с.
15. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М.Ф.Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 36,087 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.
16. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту з курсу «Промислова вентиляція та кондиціонування повітря», для студентів спеціальності 263 Цивільна безпека/ І.А. Шайхлісламова, О.А. Муха, Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. ОПтаЦБ – Д.: НТУ «ДП», 2019. – 24 с.

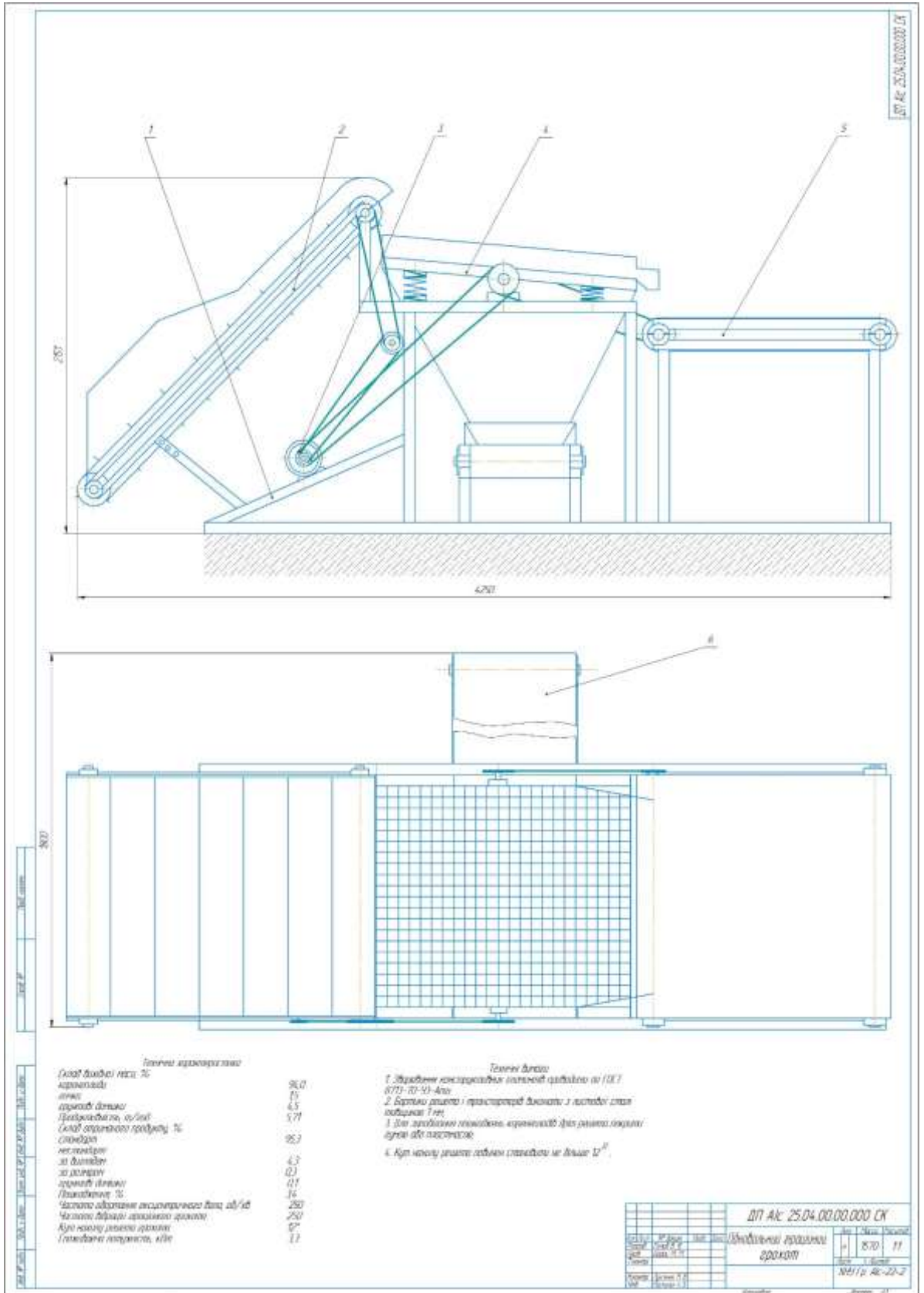
					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

ДОДАТКИ

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



# ОДНОВАЛЬНИЙ ГІРАЦІЙНИХ ГРОХОТ



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ





## ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ .....	4
ВСТУП.....	5
1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ГОСПОДАРСТВА.....	7
1.1 Географічне розташування господарства і кліматичні умови. ....	7
1.2 Аналіз загальногосподарської діяльності .....	10
1.3 Аналіз матеріально-технічної бази господарства. ....	13
2. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ .....	16
2.1 Аналіз технологічного процесу зберігання столових коренеплодів.....	16
2.2 Огляд конструкцій існуючих сільськогосподарських машин для механічної очистки столових коренеплодів .....	21
2.3 Механіко-технологічні властивості об'єкту обробітку .....	30
3. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ОДНОВАЛЬНОГО ГІРАЦІЙНОГО ГРОХОТА.....	32
3.1 Розрахунок основних технологічних параметрів та режимів роботи.....	32
3.2 Обґрунтування конструкції робочого органу вузла машини.....	37
3.3 Будова та принцип роботи одновального гіраційного грохота .....	38
3.4 Кінематичні розрахунки .....	40
3.5 Розрахунок ланцюгової передачі .....	42
3.6 Конструювання зірочок ланцюгової передачі.....	45
4. ОХОРОНА ПРАЦІ І ЕКОЛОГІЯ .....	48
4.1 Вимоги охорони праці до проведення технологічних процесів.....	48
4.2 Утилізація відходів плодоовочевого виробництва .....	50
5. ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ .....	51
5.1. Абсолютні техніко-економічні показники сховища.....	51
5.2. Очікувана економічна ефективність впровадження системи активної вентиляції .....	55
ВИСНОВКИ.....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	59
ДОДАТКИ.....	61
СПЕЦИФІКАЦІЯ.....	62

					<i>ДП АІс 25.04.00.00.000 ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Голуб В. В.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Борис М.М.				3	58
Реценз.					<i>ХНУ Гр. АІс-22-2</i>		
Н. Контр.		Лук'янюк М. В.					
Затверд.		Мартинюк А.В.					

Удосконалення технологічного процесу зберігання столових коренеплодів в ТОВ "Передовик" Могилів-Подільського району Вінницької області

## АНОТАЦІЯ

Дипломний проект на тему: «Удосконалення технологічного процесу зберігання столових коренебульбоплодів в ТОВ "Передовик" Могилів-Подільського району Вінницької області».

Дипломний проект виконано на 58 сторінках машинописного тексту, пояснювальної записки і 6 листах (формату А1) графічної частини.

Проект включає вступ, основну частину і висновки. Дано характеристику господарства, проведено огляд технологій зберігання столових буряків.

Проведено обґрунтування необхідності розробки конструкції, та конструктивний розрахунок одновального гіраційного грохоту. Проведено економічний розрахунок спроектованої машини і сховища.

Ключові слова: столовий буряк, гіраційний грохот, активна вентиляція, сховище.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

## ВСТУП

Овочі відіграють важливу роль у харчуванні людей. Вони містять легкозасвоювані вуглеводи, білки, жири, мінеральні речовини, вітаміни, а також багато інших сполук, конче потрібних для організму, регулюють травлення: сприяють засвоєнню жирів, білків, вуглеводів, крім того, як правило, мають лікувальні властивості. За науково обґрунтованими нормами, людина щодня має споживати 400 г овочів.

Найкраще споживати овочі свіжими, бо в них найбільше вітамінів та інших потрібних організму людини речовин. На жаль, споживання свіжих овочів обмежене сезонністю. Лише третину їх споживають влітку під час вирощування. Значну ж кількість плодоовочевої продукції доводиться переробляти і зберігати, що пов'язано з великими витратами.

Знаючи закономірності, які відбуваються в об'єктах зберігання, можна застосовувати науково обґрунтовані системи заходів для забезпечення кількісного і якісного зберігання продукції рослинництва. Складність зберігання продукції рослинництва обумовлена її фізіологічними і фізико-хімічними властивостями. Вона являє собою живий організм, в якому проходять різноманітні життєві процеси, їх інтенсивність залежить від умов навколишнього середовища. Якщо вони сприяють активному обміну речовин в клітинах організму, то це, безперечно, сприяють значні втрати в масі і буде супроводжуватись погіршенням якості.

Виходячи з природи продуктів, що зберігаються і можливих втрат, виникає необхідність захисту їх від активної дії факторів біотичного середовища, а також створення умов, які запобігають інтенсивному обміну речовин в клітинах організму. Це завдання можна успішно вирішити, застосувавши відповідні методи підготовки продуктів перед закладанням на зберігання і забезпечивши відповідні його умови (режими).

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

Завдання, які стоять під час зберігання продукції рослинництва, багатогранні. Недостатньо мати добротні сховища, в них повинні застосовуватись сучасні технології, які забезпечують відповідну підготовку продуктів до зберігання і під час зберігання. Крім того, сама природа цих продуктів вимагає організації систематичного спостереження за кожною партією протягом усього періоду зберігання. Будь-який спалах біологічних процесів у продукції під час її зберігання вимагає застосування тих або інших технологічних заходів.

Знання закономірностей, які відбуваються в об'єктах зберігання чи переробки, дають можливість застосовувати науково обґрунтовану систему заходів для забезпечення кількісного і якісного їх зберігання.

До вирішення питання зберігання продукції рослинництва потрібно підходити комплексно, усі операції від поля до споживача поєднувати в один технологічний процес. Жодна найсучасніша технологія зберігання не забезпечить добру схоронність неякісних об'єктів зберігання.

					<i>ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						6
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

# 1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ГОСПОДАРСТВА

## 1.1 Географічне розташування господарства і кліматичні умови.

ТОВ «Передовик» розташоване поряд з м. Ямполем. Господарство в обласному розташуванні знаходиться в південній частині Вінницької області. У відповідності з рисунком 1.1. центральна садиба знаходиться в с. Загірне в 7 км від районного центру м. Ямпіль та 101 км від обласного центру м. Віниниця. Віддаль від центральної садиби до найближчої залізничної станції 6 км.

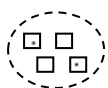
Приймальні пункти переробних підприємств відносно господарства розташовані так:

Пункт приймання м'яса, це м'ясокомбінат, він знаходиться в м. Ямпіль на відстані 9 км;

Пункт приймання молока на відстані 9 км – це Ямпільський молокозавод;

Відстань до Ямпільського комбінату хлібопродуктів де приймають від господарства зерно - 6 км;

Умовні позначення:



- населені пункти;



- дороги;



- річки.

Територія Ямпільського району знаходиться в зоні Лісостепу, і землі господарства розміщуються на території Лісостепової зони.

Згідно кліматичного районування територія господарства відноситься до помірно-теплого вологого району.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

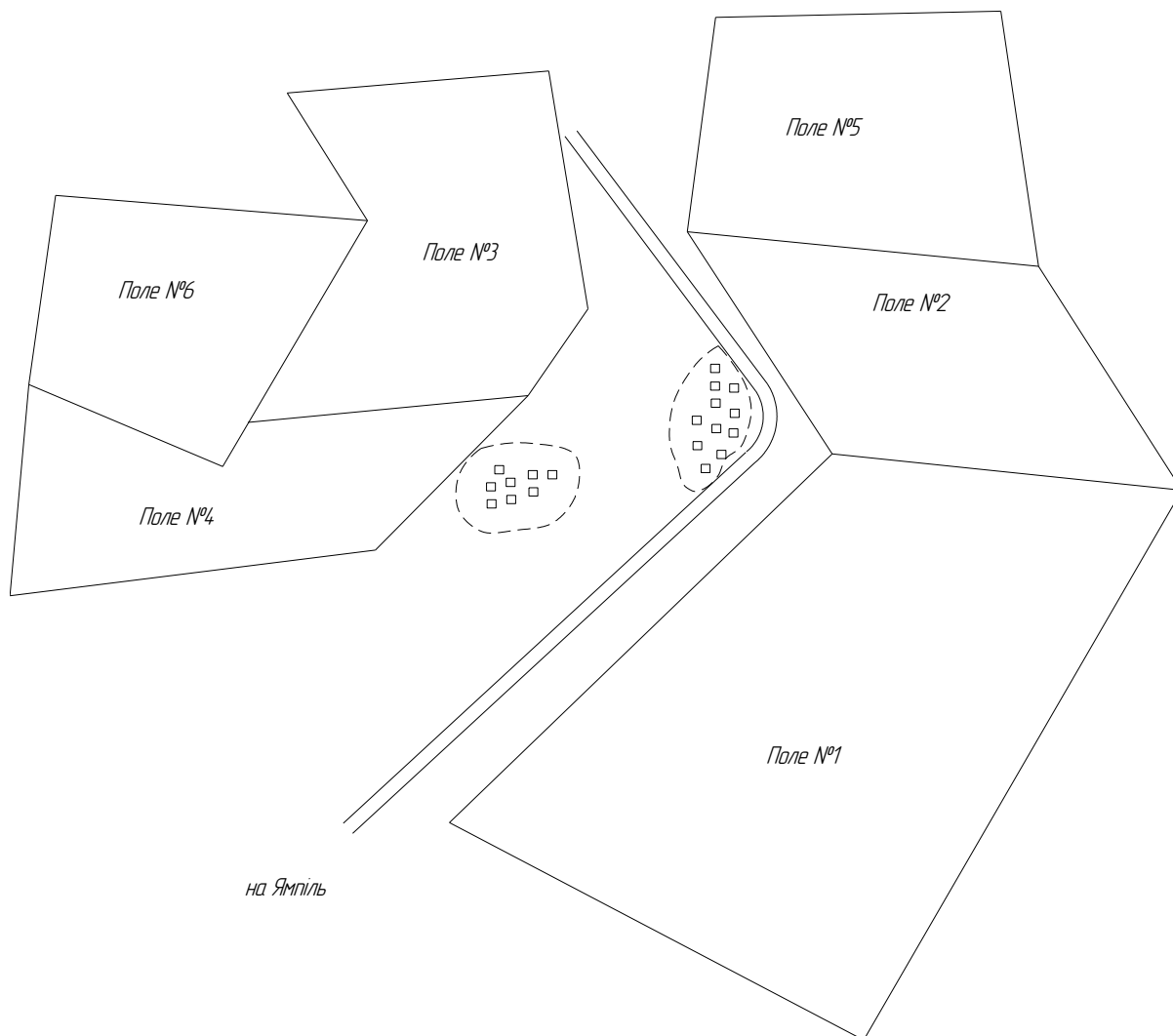


Рисунок 1.1 – Схема земельних угідь ТОВ «Передовик».

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Для даного району характерні довгий теплий період із значною кількістю опадів з яких саме більше випадає в червні – 150...160 мм, та короткою відносно теплою зимою з порівняно невеликою кількістю опадів і нестійким сніговим покривом, а в загальному середньорічна кількість опадів становить 650...690 мм. Коefіцієнт зволоженості 2,2. Тривалість періоду з середньодобовими температурами повітря більше +10<sup>0</sup>С складає до 160 днів. Початок весняного періоду є дата переходу середньодобової температури повітря через 0<sup>0</sup>С .

Весна починається з другої половини березня і триває близько двох місяців. Починаючи з березня помічається інтенсивне підвищення денної температури. Перехід добової температури повітря через +5<sup>0</sup>С – час посіву ранніх зернових, перша половина квітня (10 – 12 ). Перехід середньодобової температури через +5<sup>0</sup>С восени (закінчення вегетаційного періоду) кінець жовтня (26 – 28). Останні заморозки весною, в повітрі в кінці квітня на початку травня (28 – 04).

Перехід до літа проходить з встановленням теплої погоди і припинення нічних заморозків, при переході середньодобової температури через +15 <sup>0</sup>С (перша декада травня).

Перші заморозки в повітрі спостерігаються в першій декаді жовтня. Перехід середньодобової температури через –5<sup>0</sup>С спостерігається в середині грудня це вважають початком зими. Закінчується зима в кінці другої декади лютого. Снігові покриви становлять 15...20 см, але він нерівномірний і залежить від рельєфу місцевості, тримається 70 – 75 днів.

Для даного регіону характерне переважання східного вітру в теплий період, та північно-західного вітру в холодну пору року.

Ґрунтовий покрив в господарстві в основному складається з чорноземів підзолистих.

Таким чином кліматичні умови території господарства сприятливі для вирощування сільськогосподарських культур.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

## 1.2 Аналіз загальногосподарської діяльності

Загальна площа земельних угідь господарства складає 947 га. Зараз в господарстві склалась наступна структура земельних угідь, яка наведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

### Структура земельних угідь

Назва угідь	Площа	
	га	%
Загальна земельна площа	947	100
Всього сільськогосподарських угідь	921	97,25
з них: рілі	813	88,3
пасовищ	48	5,2
сінокосів	60	6,5

Таблиця 1.2

### Структура посівних площ в гектарах

Назва	2022 рік	2023 рік	2024 рік
Зернові всього	555,65	588	562
в т. ч. озимі:	255,65	250	277
озима пшениця	215,65	210	237
озиме жито	40	40	40
в т. ч. ярі:	300	338	285
яра пшениця	80	88	85
ячмінь	170	200	160
кукурудза на зерно	50	50	40
Овочі всього	257,35	225	251
в т. ч. столові буряки	50	45,5	42

					ДП АІС 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



З даної таблиці можна зробити висновок що урожайність основних сільськогосподарських культур змінюється з роками, це в основному залежить від погодно-кліматичних умов.

Зменшення собівартості продукції збільшує розміри грошових надходжень, дає можливість знизити закупівельні і здавальні ціни і тим самим зменшити затрати держави на заготівлю сільськогосподарських продуктів. Собівартість окремих видів продукції рослинництва, що виробляється у господарстві розглянемо в таблиці 1.4.

З таблиці 1.4 видно що собівартість за три останні роки зросла по кожній культурі. Так, наприклад, собівартість озимої пшениці зросла на 3,6 грн./т, а собівартість столових буряків зросла на 18,4 грн./т.

Таблиця 1.4

Собівартість виробництва продукції рослинництва, грн./т

Назва культур	Роки		
	2022	2023	2024
Озима пшениця	3600	2500	3400
Столові буряки	1800	1500	2000
Картопля	2200	2700	3000

Структура затрат праці по окремих видах продукції рослинництва за останні роки у СТОВ «Передовик» розглянемо за даними таблиці 1.5.

Таблиця 1.5

Затрати праці на виробництво 1т продукції, люд. год.

Назва культур	Роки		
	2022	2023	2024
Озима пшениця	10,2	9,1	8,9
Столові буряки	9,3	11,9	10,1
Картопля	9,1	7,9	6,4

Як бачимо з таблиці 1.5 найбільше затрат праці приходиться на вирощування столових буряків. Зменшилися затрати праці по картоплі та озимій пшениці.

### 1.3 Аналіз матеріально-технічної бази господарства.

Наявність тракторного парку СТОВ «Передовик» вказана в таблиці 1.6. З таблиці 1.6 можна зробити аналіз, що господарство добре забезпечене тракторами. Але можна зробити висновок, що тракторний парк за останні роки зовсім не поповнюється, а навпаки зменшується.

Таблиця 1.6

#### Наявність тракторного парку

Марка трактора	Кількість, шт		
	2022 рік	2023 рік	2024 рік
Трактори загального призначення із них:	9	9	8
Гусеничні:			
John Deere 8345RT	4	4	3
CAT Challenger MT765C	2	2	2
ХТЗ-181.20	1	1	1
Колісні:			
Трактор Yanmar EF725T	2	2	2
Гусеничні:			
ХТЗ-181.20	3	3	3
Колісні:			
МТЗ – 2022.3	11	11	11
ХТЗ-245К.20	3	3	3
Deutz-Fahr 9340	2	2	2
УТО ELG 1954	2	2	1
Трактор ДТЗ 1204	1	1	1

З таблиці 1.7 можна зробити висновки, що кількість комбайнів за останні три роки зменшилась.

Аналіз показників використання машинно-тракторного парку наведений в таблиці 1.8.

Таблиця 1.7

Наявність комбайнів.

Марка комбайна	Кількість, шт		
	2022 рік	2023 рік	2024 рік
Зернозбиральні:			
Claas Lexion 8700	5	5	5
Картоплекопач			
PURA	2	2	5
Бурякозбиральні:			
Ropa Tiger 3	3	3	3
Holmer Terra Dos	2	2	1

Таблиця 1.8

Аналіз показників використання МТП.

Показники	2022 рік	2023 рік	2024 рік
Виробіток 1 у е. га тракторів	46536	45460	47267
Виробіток 1 у е трактор в 1 у е. га	1042	1147	942
Коефіцієнт змінності	1,2	1,0	1,15
Витрата палива на 1 у е. га	4,9	5,1	4,8
Собівартість 1 у е. га	6,47	6,9	7,4

Проаналізувавши таблицю 1.8 можемо зробити висновки, що знизився виробіток на 1 у е. трактор із 1042 у е. га до 942 у е. га. Також у 2023 році знизилась витрата палива на 4%. Собівартість 1 у е. га збільшилась за три роки від 6,47 до 7,4 грн.

Отже, господарство займається виробництвом продукції рослинництва. Для виконання всіх робіт воно забезпечено технікою дуже добре, але й вартість робіт зростає.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

## 2. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

### 2.1 Аналіз технологічного процесу зберігання столових коренеплодів

Зберігання овочів визначається насамперед їх біологічними властивостями. Здатність зберігатися тривалий час без втрат, погіршення якості зумовлює їх лежкість. За лежкістю овочі можна поділити на три групи.

Перша – вегетативні органи дворічних рослин: коренеплоди. Біологічна роль їх у житті рослин полягає в утворенні на другий рік життя насіння. Після збирання ці органи перебувають у стані спокою.

Згодом у тканинах їх розвиваються досить активні біохімічні процеси, пов'язані з переходом з вегетативної у генеративну стадію. У стадії спокою їхні зовнішній вигляд, консистенція, а в багатьох і смак при зберіганні в оптимальних умовах майже не змінюються. Тому успіх зберігання коренеплодів залежить від заходів регулювання тривалості періоду спокою для забезпечення надійного захисту від передчасного їх проростання.

Друга – генеративні органи однорічних овочів. Їх біологічна роль у житті рослини – забезпечення поживними речовинами насіння. Коли насіння досягає і стає здатним проростати, ці органи відмирають.

Деякий час насіння росте і розвивається за рахунок поживних речовин м'якуша, який при достиганні і зберіганні помітно змінюється. Складні органічні сполуки перетворюються в більш прості, консистенція стає м'якою. Змінюються його забарвлення та смак. Після повного достигання плодів активізуються процеси внутрішньоклітинного розкладу, що призводить до розкладу тканин. Тому строки зберігання таких овочів, як помідори, огірки тощо, визначаються передусім ступенем стиглості під час збирання та інтенсивністю процесів післязбирального достигання.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Третя – листя. З часу відокремлення від материнської рослини листки вже не виконують ніяких біологічних функцій. Вони мають досить велику поверхню випаровування. Тому навіть при короткочасному зберіганні особливу увагу слід приділяти захисту їх від в'янення.

Характерною особливістю овочів всіх груп є високий вміст у тканинах води з розчиненими в ній багатьма легкозасвоюваними речовинами. Тому овочі є добрим субстратом для розвитку фітопатогенних мікроорганізмів.

Високий вміст вологи зумовлює високу активність біохімічних процесів, що відбуваються в овочах після відокремлення їх від материнської рослини. Загальна кількість цукрів при цьому поступово зменшується внаслідок витрати їх на дихання і змінюється відношення сахарози до моноцукрів.

Кожна з названих груп овочів відповідно до своїх особливостей потребує для зберігання певних умов – температури, відносної вологості та складу повітря.

Під час зберігання в овочах відбуваються фізичні та фізіолого-біологічні процеси, що впливають на їх якість. Значною мірою вони є продовженням процесів, які відбувалися в овочах під час їх росту. Різниця полягає лише в тому, що під час росту переважає синтез, а при зберіганні – розклад поживних речовин з виділенням енергії.

Випаровування вологи залежить від ступеня гідрофільності клітинних колоїдів, анатомічної будови і стану покривних тканин.

Молоді коренеплоди та зелені овочі, в яких вакуолярні та цитоплазмоні колоїдні частинки майже не здатні утримувати воду, легко віддають її, в'януть, втрачають свіжість. Механічні пошкодження овочів та ураження шкідниками, а також захворювання прискорюють швидкість втрати маси.

Інтенсивність виділення вологи овочами залежить від періоду зберігання. На початку зберігання випаровування вологи активне, в середині періоду воно знижується, а в кінці зберігання з наближенням нового вегетаційного періоду знову підвищується ( табл.2.1 )[12]

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

## Інтенсивність виділення вологи буряками в різні періоди зберігання.

Овочі	Кількість вологи, яку виділяє 1 т овочів за добу, г		
	восени	взимку	навесні
буряки	650	280	480

Інтенсивність випаровування і кількість води, яка випаровується овочами залежать як від її вмісту, так і від температури та вологості повітря. Чим вища температура і нижча вологість повітря в приміщенні, де зберігаються овочі, тим більше вони випаровують вологи.

Під час зберігання овочі виділяють тепло, яке впливає на їх температурний стан. Низькі температури ( близько  $0^{\circ}\text{C}$  ) протягом тривалого зберігання овочів знижують інтенсивність клітинного метаболізму, сповільнюють дихання, зменшують витрати запасних речовин на дихання, а також діяльність мікроорганізмів.

Температура зберігання повинна бути близькою до температури замерзання тканин овочів, що залежить від вмісту органічних кислот, цукрів, пектину. Середня температура замерзання буряків становить мінус  $1.6^{\circ}\text{C}$ . При тривалому зберіганні овочів за температур, нижчих від указаних, відбувається зневоднення протоплазми клітин, а отже, загибель живих тканин. Крім того, кристали льоду, що утворилися тут, руйнують оболонки, а головне, при цьому порушується фізична структура протоплазми. З цієї причини зберігати свіжі овочі в умовах, що виключають можливість їх підмерзання.

Під час зберігання в овочах відбуваються зміни хімічного складу. Вміст крохмалю – запасної речовини – у більшості овочів зменшується внаслідок перетворення в цукор. Загальний вміст цукрів при цьому зростає. Кількість сахарози, протопектину, геміцелюлози, кислот, як правило зменшується, а розчиненого пектину збільшується.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Зміни в пектиновому комплексі овочів при зберіганні відбуваються з неоднаковою інтенсивністю у різних їх видів і сортів, а також залежно від умов зберігання та інших факторів.

Вміст клітковини в овочах під час зберігання майже не змінюється. Кількість дубильних речовин у процесі досягання швидко знижується і відповідно швидко змінюється смак продукції.

Дихання овочів є основною формою взаємодії їх з зовнішнім середовищем. Біологічна роль дихання полягає в забезпеченні живих тканин овочів енергією, потрібною для їх життєдіяльності. При диханні вивільнюється енергія, нагромаджена овочами під час їх росту і формування.

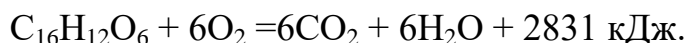
У процесі дихання овочів передусім витрачаються вуглеводи, а також органічні кислоти, азотисті, пектинові та дубильні речовини, жири, глікозиди.

Показником дихання овочів є коефіцієнт дихання ( КД ), що виражається відношенням об'єму виділеного вуглекислого газу до об'єму увібраного кисню (  $CO_2 : O_2$  ).

Коефіцієнт дихання при окисленні цукрів дорівнює одиниці, жирів – менший, білків та низькомолекулярних органічних кислот – більший за одиницю.

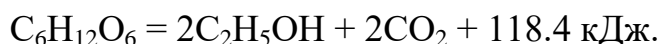
Дихання овочів може відбуватися з доступом вільного кисню (аеробне) та без його доступу ( анаеробне ).

Аеробний тип дихання прийнято виражати таким хімічним рівнянням [13]:



При цьому виділяється вуглекислий газ і вивільнюється енергія.

Анаеробний тип дихання характеризується використанням кисню органічних сполук для окислення. Його прийнято виражати таким хімічним рівнянням [13]:



При цьому виділяються спирт, вуглекислий газ і вільна енергія.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19



зниженням температури життєдіяльність овочів послаблюється. Нижня допустима температура обмежується точкою замерзання, що лежить дещо нижче 0°C. Оптимальна температура для зберігання овочів визначається їх фізіологічним станом та призначенням.

Вологість повітря впливає на випаровування вологи овочами під час зберігання. При інтенсивному випаровуванні зростають втрати маси, порушується обмін речовин, погіршується якість та втрачається стійкість овочів проти несприятливих умов. Інтенсивність випаровування вологи овочами підвищується з ростом дефіциту вологи у повітрі. Однак вона залежить від особливостей і насамперед від будови покривних тканин овочів, а також гідрофільності колоїдів.

Покривні тканини коренеплодів тонкі і ніжні, тому в умовах низької вологості повітря вони швидко в'януть і втрачають стійкість проти захворювань. Найкращі умови створюються, коли коренеплоди перешаровують зволженим піском або зберігають у поліетиленових мішках.

Газовий склад повітря значною мірою впливає на характер та інтенсивність дихання овочів при зберіганні. Під час дихання вони засвоюють кисень, а виділяють вуглекислий газ, тепло і вологу. Якщо кисню немає, овочі задихаються.

Потреба різних овочів у кисні неоднакова. Тривале зберігання коренеплодів при вмісті кисню в повітрі меншому 12% призводить до удушання. Занадто високий вміст вуглекислого газу у повітрі при зберіганні також негативно впливає на стан овочів.[18]

## 2.2 Огляд конструкцій існуючих сільськогосподарських машин для механічної очистки столових коренеплодів

Навантажувач СПС – 4,2А складається з енергетичної і навантажувально-очисної частин. Навантажувальна частина складається з двох підгрібальних щітків, кулачкового живильника, активного бітера, приймального шнекового транс-

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

портера, повздовжнього транспортера, транспортера-роздільника шнекового типу, очисника шнекового типу, вивантажувального елеватора, механізму приводу робочих органів і транспортерів, гідросистеми, автоматичного регулятора завантаження живильника та системи автоматичного контролю і сигналізації УСАК – 8ВМ.

Під час руху буряконавантажувача кулачки живильника підбирають коренеплоди і подають на восьмигранний бітер, який спрямовує їх до шнеків транспортера. Шнеки мають спіральні стрічки лівого та правого напрямків, завдяки чому вони звужують потік і спрямовують його на повздовжній транспортер. Переміщенню потоку сприяють ліва і права активні стінки, що являють собою гладенькі барабани та шнеки. Під час переміщення по шнеках коренеплоди частково відокремлюються від землі та рослинних рештків. Із повздовжнього пруткового транспортера потік коренеплодів подається до транспортера розсосереджувача, який розширяє потік вороху коренеплодів і спрямовує їх на транспортер-очисник шнекового типу. Тут вони остаточно очищаються від землі та рослинних решток, зміщуються у праву частину навантажувача і надходять до вивантажувального елеватора, який подає їх у кузов транспортного засобу, що рухається поруч з навантажувачем.

Робоча ширина захвату навантажувача 4,2 м; робоча швидкість 0,05 – 0,74 км/год; продуктивність до 200 т/год; навантажувальна висота транспортера до 3,5 м.[2] Сортувально-очисна лінія ПСК – 6 призначена для післязбиральної обробки моркви і столових буряків, зібраних машинами. Лінія складається з прийомного бункера, транспортерної сортувалки з завантажувальним транспортером і елеваторним сепаратором, двох перебиральних столів з мішкотримачами і пульта управління. При роботі маса коренеплодів вивантажується з транспортних засобів в приймальний бункер з рухомим дном. З бункера ця маса передається на завантажувальний транспортер і далі на прутковий сепаруючий елеватор сортування. На елеваторі з основної маси виділяються ґрунтові домішки і виносяться в бік від машини. На сортуванні, куди потім поступають коренеплоди, виділяються мілкі

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

фракції ( за діаметром менше 25 мм ), а крупна двома стрічковими транспортерами подається на перебиральні столи. По боках столів стоять робітники, які відбирають некондиційні коренеплоди і домішки, які залишилися і кладуть їх на бокові секції столів. Товарні коренеплоди йдуть зі столів на мішкотримачі, де затарюються в мішки[5][8]

*Технічна характеристика лінії*

Продуктивність, т/год.....	6
Потужність, яка споживається, кВт.....	до 5
Габаритні розміри в робочому положенні, м:	
довжина.....	17,0
ширина.....	7,0
висота.....	2,7
Обслуговуючий персонал, чел.....	13...19
Маса, кг.....	3759

Основні конструктивні особливості агрегатів, які входять в лінію ПСК – 6, наступні. Приймний бункер – коритоподібний з рухомим прогумованим дном стрічкового типу на втулково-роликівих ланцюгах. Він складається з просторової рами з боковими і заднім бортами, облицьованими листовою сталлю. Ширина дна бункера по ланцюгах 850 мм. Приводиться дно в рух від електродвигуна потужністю 1,1 кВт через черв'ячний редуктор. Довжина бункера 7,65 м, ширина 1,7 м, висота 1,3 м, об'єм до 4 м<sup>3</sup>, висота бортів бункера 0,8 м. Сортування лінії транспортерного типу ремінна. Число ременів 21, швидкість руху ременів 0,3 – 0,4 м/с. на сортувальній поверхні в кожному третьому зазорі є орієнтуючий диск. Всі диски встановлені на загальному валі, розміщеному нижче ременів. Ремені огинають три вала, два верхніх робочих і один нижній – ведучий. Для забезпечення різної швидкості руху ременів шківи ведучого вала мають різні діаметри. Довжина сортувальної поверхні 1,4 м, ширина 0,84 м, зазор між ременями 25 мм. Під робочою поверхнею сортування розміщений стрічковий виносний конвеєр довжиною 4,0 м з

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

шириною полотна 0,4 м. В передній частині сортування розміщений завантажувальний стрічковий лопатевий транспортер. Ширина стрічки транспортера 700 мм, крок лопатей 300 мм. Між завантажувальним транспортером і ремінною поверхнею

знаходиться прутковий елеватор з кроком прутків 38 мм. В задній частині сортування встановлені два стрічкові поперечні транспортери з полотнами шириною 850 мм, які рухаються від повздовжньої осі машини. Всі вузли сортування встановлені на зварну трубчасту раму, яка опирається на три колеса. Привід її забезпечується від двигун-редуктора.

Перебиральні столи лінії трьохсекційні, причому бокові секції рухаються в іншу сторону і подають укладені в них домішки на транспортер відводу мілкої фракції від сортування. Ширина основної секції 670 мм, швидкість руху 0,22 м/с, ширина бокових секцій 150 мм. Довжина робочої поверхні 3500 мм. Мішкотримачі, які розміщені на сході зі стола, поворотного типу, мають чотири секції для підвіски мішків, обертаючу стійку, на якій кріпляться секції, і кругла основа. Висота мішкотримача 0,82 м.

Сортувально-очисна лінія працює в комплексі із збиральними машинами, зокрема, машинами теребильного типу ЕМ – 11 (НДР) і ММТ – 1 (СРСР), забезпечуючи доопрацювання продукту і обробку його після зберігання. Характеристика вихідного вороху і окремі показники роботи лінії ПСК – 6 приведені в таблиці.[8][9]

Таблиця 2.2

Характеристика роботи сортувально-очисної лінії ПСК – 6

Показники	Столовий буряк сорту Бордо
Склад вихідної маси, %	
коренеплоди	94,0
гичка	1,5
ґрунтові домішки:	

кількість	4,5
вологість	42,4

продовження таблиці 2.2

Продуктивність, т/год	5,71
Склад отриманого продукту, % стандарт	95,3
нестандарт: за виглядом	4,3
за розміром	0,3
грунтові домішки	0,1
Пошкодження, %	9,1

Коренезбиральна машина КС – 6Б призначена для викопування коренеплодів з шести рядків з міжряддям 45 см.

Основними складальними одиницями КС – 6Б є самохідне шасі і коренезбирач. На самохідному шасі встановлений двигун СМД – 64 потужністю 110 кВт. У передній частині шасі встановлений автомат керування для спрямування робочих органів машини по осі рядків.

Коренезбирач складається з шести пар дискових копачів бітера, двох очисників шнекового типу, проміжного бітера, повздовжнього транспортера, бункера, поперечного транспортера та вивантажувального елеватора.

Кожен шнековий очисник складається з двох шнеків і перекидного вальця. Передній очисник переміщує коренеплоди на периферію, а задній, навпаки, в центр.

					ДП АІС 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Під час руху машини вздовж рядків дискові копачі підкопують коренеплоди буряків, порушують зв'язки коренеплоду з ґрунтом, захоплюють коренеплід внутрішніми поверхнями і витягують його з ґрунту.

Лопатевий бітер підхоплює коренеплід і подає його на перший очисник шнекового типу, який зміщує коренеплоди вліво та вправо і за допомогою перекидного валика подає їх на другий очисник шнекового типу. Очисники шнекового типу очищають коренеплоди від землі та рослинних решток.

З другого очисника коренеплоди потрапляють на проміжний бітер, з якого коренеплоди надходять до повздовжнього елеватора, а далі – у бункер і на поперечний транспортер.

Останній переміщує їх на вивантажувальний елеватор, який спрямовує коренеплоди в транспортні засоби, що рухаються поряд з машиною.[2]

Машина коренезбиральна РКМ – 6 викопує коренеплоди буряків з міжряддям 45 см.

Вона складається із самохідного шасі і коренезбиральної частини. Шасі має двигун СМД-24-02 потужністю 118 кВт, ведучий міст, гідростатичний привод ходової частини, кабіну з органами керування і автомат керування машини по рядках.

Коренезбиральна частина має дві секції транспортерів-очисників бітерного і шнекового типів, повздовжній транспортер пруткового типу, бітерний доочисник, поперечний транспортер і вивантажувальний елеватор.

Під час руху агрегату копіри автомата керування спрямовують робочі органи машини по осі рядків.

Активні вилки, рухаючись у ґрунті на глибині 5 – 12 см, обертаються, викопують коренеплоди і подають їх до коренезбірників, а далі бітерами переміщуються до транспортерів-очисників.

Під час руху по цих транспортерах коренеплоди очищаються від землі та рослинних решток і переміщуються до шнекових очисників, які також очищають

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

їх і зміщують у центральну частину, де вони потрапляють на повздовжній транспортер, а потім на доочисник.

З доочисника коренеплоди подають на горизонтальний транспортер, який переміщує їх до вивантажувального елеватора. Останній подає їх у транспортний засіб, що рухається поряд зі збиральним агрегатом.

Робоча швидкість 7 – 9 км/год. Продуктивність 1,8 – 2,7 га/год.[2]

Коренезбиральна машина КС – 6Б – 05 забезпечує збирання шести рядків з міжряддям 45 см, з яких попередньо зібрана гичка.

Вона складається із самохідного шасі, дискових копачів, двох передніх і одного заднього транспортерів-очисників роторного типу, опорно-напрямних коліс, повздовжнього елеватора, стрічкового транспортера і вивантажувального елеватора.

Роторний транспортер-очисник являє собою диск із радіально закріпленими прутками. Передні два транспортери-очисники обертаються ( $76 \text{ хв}^{-1}$ ) в одному напрямку (вліво), а задній очисник обертається ( $72 \text{ хв}^{-1}$ ) в протилежний бік.

Під час руху машини вздовж рядків пасивні дискові копачі підрізують ґрунт і піднімають вверх коренеплоди.

Полозки активізують процес, сприяють витягуванню коренеплодів з ґрунту, підвищують стійкість робочого процесу.

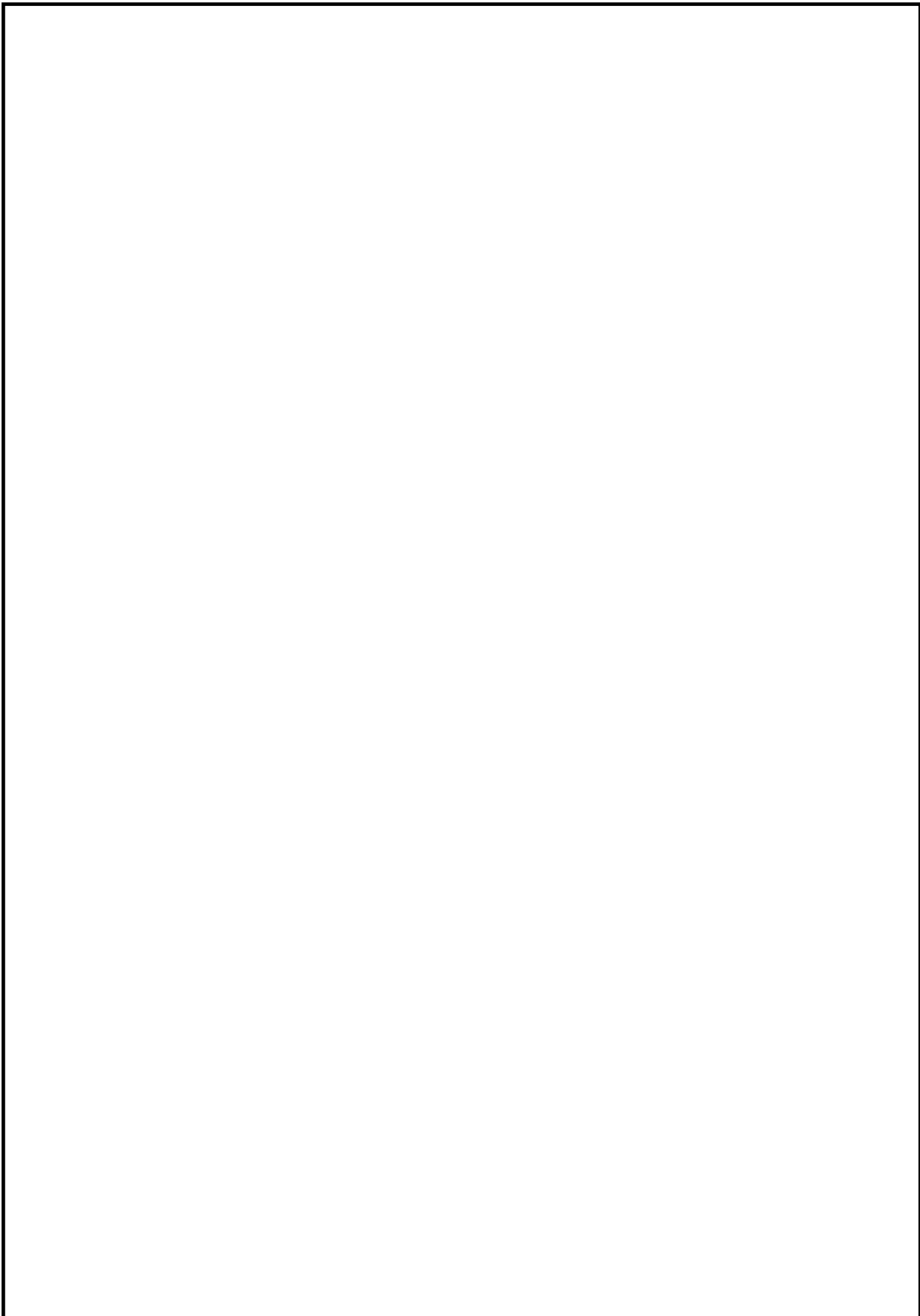
Підкопані і підняті дисками коренеплоди захоплюються передніми двома роторами-очисниками і подаються на задній роторний очисник.

Під час переміщення транспортерами вони очищаються від землі, гички та інших домішок. Задній транспортер-очисник спрямовує коренеплоди до повздовжнього елеватора.

Внутрішні витки транспортерів захоплюють коренеплоди і переміщують їх вверх, а далі вони падають на стрічковий транспортер бункера-нагромаджувача, який зміщує їх до вивантажувального елеватора.

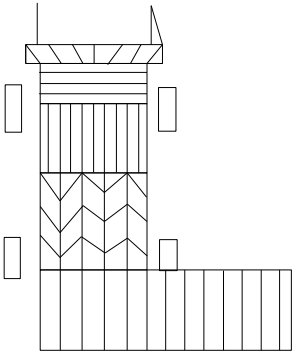
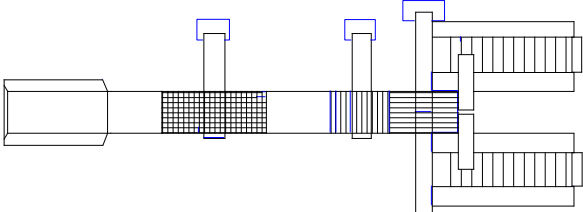
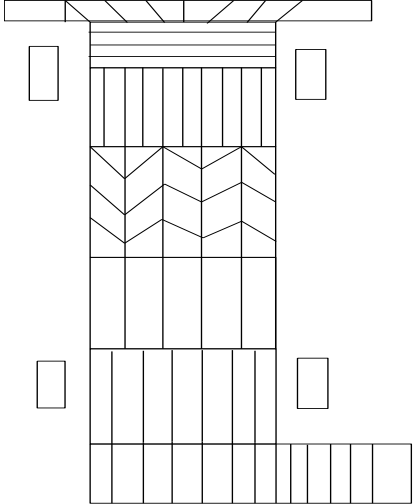
Останній подає коренеплоди в транспортний засіб, що рухається поряд з агрегатом[2]

					ДП АІС 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27



					ДП АІС 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Технологічні схеми розглядуваних машин

Назва машини	Марка	Технологічна схема
Навантажувач	СПС-42А	
Сортувально-очисна лінія	ПСК – 6	
Машина коренезбиральна	РКМ – 6	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ

Арк.

29

## 2.3 Механіко-технологічні властивості об'єкту обробітку

Коріння буряка характеризується довжиною, товщиною і масою.

Таблиця 2.4

Розмірно-масові характеристики столових буряків[11]

Показники	Сорти	
	Єгипетський	Бордо
Довжина, мм:		
Середня	60	100
Максимальна	120	180
Мінімальна	40	80
Товщина, мм:		
Середня	80	90
Максимальна	120	140
Мінімальна	30	55
Маса, г		
Середня	150	500
Максимальна	300	800
Мінімальна	70	250

Відомо, що при різних комбінаціях товщини, ширини і довжини буряк може мати одну і ту ж масу, а при однакових одного або двох розмірах маса їх може бути різною. Наприклад, коренеплоди однієї і тієї ж товщини можуть мати різну масу, а коренеплоди рівної маси можуть бути різної ширини. Ці величини варіюють біля якогось середнього значення, тобто можна представити між цими величинами кореляційну залежність.

На рух коренеплодах по різних робочих органах впливають коефіцієнти тертя кочення і ковзання.

Таблиця 2.5

Показники коефіцієнтів ковзання і кочення

Показники	Матеріал			
	Сталь	Чавун	Алюміній	Гума
Коефіцієнт тертя ковзання	0,50...0,60	0,60...0,66	0,54	0,74...0,82
Коефіцієнт тертя кочення	0,23...0,27	0,25...0,31	0,22...0,28	0,27...0,35

Густина буряка становить  $595 \pm 15 \text{ кг/м}^3$ .

При русі по робочим органам, транспортерам і іншим пристроям мають місце удари коренеплодів до елементів машини і одне одного. При цьому велике значення має опір деформуванню коренеплодів, яка характеризується коефіцієнтом відновлення швидкості  $\kappa_g$ . Коефіцієнт  $\kappa_g$  залежить не тільки від матеріалу тіл, але і від ряду інших факторів (початкової швидкості удару, маси, вологості і положення точки співудару).[15]

### 3. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ОДНОВАЛЬНОГО ГРАЦІЙНОГО ГРОХОТА

#### 3.1 Розрахунок основних технологічних параметрів та режимів роботи

Робочі органи машини для післязбиральної обробки коренеплодів виконують основні технологічні операції: прийом, сортування, видалення домішок і некондиційних коренеплодів.

Для прийому коренеплодів з транспортних засобів. Завантажених в навалу в залежності від виду машини або обладнання використовують бункера.

Основними параметрами прийомного бункера являється його місткість  $V_6$ . ці параметри повинні забезпечувати, з одного боку, неперервний прийом бункера, з іншого – відповідну продуктивність при завантаженні і можуть бути визначені із наступних міркувань.

Місткість  $V_6$  (в т) прийомного бункера повинна бути не менше середньої місткості одиничного транспортного засобу  $M_{cp}$  і в той же час забезпечувати роботу попередньої ланки (комбайнів або пунктів) на протязі, як показує практика, максимум однієї зміни, тобто повинна виконуватись умова[4]:

$$M_{cp} \leq V_6 \leq Q_{zm} \cdot (z/n), \quad (3.1)$$

де  $Q_{zm}$  – змінна продуктивність комбайна або пункту, т;

$z$  – кількість комбайнів або пунктів в системі;

$n$  – кількість прийомних каналів.

Місткість прийомного бункера стаціонарного сортувального пункту як компенсатора, можна визначити, встановивши функціональні зв'язки між технічними параметрами і економічними показниками підсистеми.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Основними параметрами, характеризуючи ми взаємодію транспортних засобів і сортувальної лінії в умовах потоку, являється час обслуговування:

$$t_{нід} = t_{нід} + t_{он} + t_{від}, \quad (3.2)$$

де  $t_{нід}$  – час, який затрачається на під'їзд;

$t_{он}$  – час, який затрачається на розвантажування або опорожнення;

$t_{від}$  – час, який затрачується на від'їзд.

Час, на протязі якого транспортний засіб підходить до прийомного бункера і відходить від нього, залежить від розмірів і влаштування зони під'їзду і прийомного бункера. Під час  $t_{під}$  входить і час знаходження транспортного засобу в черзі.

$$t_{нід} = 0,3 + 0,6 + 0,15 = 1,05 \text{ год.}$$

При довжині під'їзду  $l_{п}$  і середній швидкості під'їзду і від'їзду  $v_{ср}$  загальний час на під'їзд і від'їзд транспортних засобів може характеризуватися залежністю:

$$t_{ом} + t_{нод} = (1,5 \dots 1,7) l_{п} / v_{ср}, \quad (3.3)$$

При вивантаженні з самохвальних транспортних засобів в прийомний бункер в залежності від висоти розміщення його дна і ступеня завантаження можливе різне протікання процесу випорожнення. При високо розміщеному дні, тобто малому перепаді або достатньо заповненому бункері і повному підйомі кузова першочергово порівняно швидко вивантажуються 70...80 % його об'єму. Потім під впливом рухомого дна бункера проходить вивантаження всієї частини продукту.

Виходячи з неперервності потоку продукту, можна вважати, що на другому етапі вивантаження об'єму продукту, який залишився в кузові після першого етапу вивантаження (в м<sup>3</sup>):

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{ocm} = v_{нд} \cdot S_{cp} \cdot t_{\theta}, \quad (3.4)$$

де  $v_{нд}$  – швидкість рухомого дна бункера, м/с;

$S_{cp}$  – середня площа потоку продукту, який забирається рухомим дном бункера, м<sup>2</sup>;

$t_{\theta}$  – час вивантаження, с

$$V_{ocm} = 0,28 \cdot 2,4 \cdot 23 = 8,44.$$

Одним з основних технологічних параметрів є довжина перебирального стола (в м):

$$l_{mn} \geq al + l_1 + l_2, \quad (3.5)$$

де  $a$  – число місць для робітників (при розміщенні їх з двох сторін враховується половина робочих місць);

$l$  – довжина робочої зони одного робітника (0,7...0,8 м);

$l_1$  – довжина завантажувальної ділянки полотна, м;

$l_2$  – не обслуговуюча відстань від кінця останньої зони до краю полотна,

м.

Таким чином загальна довжина перебирального стола становить 3,5 м.

Продуктивність перебирального стола (в т/год) визначається характером домішок, їх кількістю, а також числом і інтенсивністю роботи перебивальників[4]:

$$Q = (2,4 \dots 4,0) m_{cp} \cdot n \cdot a / x_n, \quad (3.6)$$

де  $m_{cp}$  – середня маса одного видаленого тіла, кг;

$n$  – продуктивність робітника на відборі, шт./с;

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$Q=(2,4 \dots 4,0) \cdot 0,2 \cdot 0,9 \cdot 0,12/0,1=8,32.$$

При умові неперервної і рівномірної роботи лінії продуктивність її визначається за формулою:

$$Q=3,6 \cdot B \cdot t_{cp} \cdot v_k \cdot \varphi \cdot \rho, \quad (3.7)$$

- де  $v_k$  – швидкість руху коренеплодів по поверхні;  
 $\varphi$  - коефіцієнт заповнення поверхні,  $\varphi=0,7 \dots 0,8$ ;  
 $\rho$  - густина маси коренеплодів,  $\rho=650 \dots 750 \text{ кг/м}^3$

$$Q=3,6 \cdot 0,75 \cdot 700 \cdot 0,3 \cdot 0,2=113,4 \text{ т.}$$

Завантажувальні транспортери можуть бути виконані у вигляді самостійного агрегату, або входити в машину у вигляді її окремого вузла.

Довжина транспортера  $l_{тр}$  різна і обумовлена компонованням машини. Звичайно  $l_{тр}=1,3 \dots 2,5$  м. Кут нахилу транспортера  $\alpha=35 \dots 50^\circ$ , щоб коренеплоди не скочувались полотно споряджають лопастями. Крок лопастей  $t=130 \dots 160$  мм, а їх висота повинна бути не менша 60 мм. Швидкість руху полотна завантажувального транспортера  $0,4 \dots 0,8$  м/с.[4]

Ширина  $B_n$  транспортерної стрічки (в м) повинна бути не менша визначеної величини, яка забезпечить розміщення на ній матеріалу для транспортування без забивання :

$$B \geq 3,3 \cdot l_{max} + 0,2, \quad (3.8)$$

де  $l_{max}$  – максимальний розмір транспортуючих коренеплодів.

Досвід показує, що для коренеплодів  $B \geq 0,5$  м.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Для вивантажувального транспортера основними параметрами являється: продуктивність  $Q_T$ ; швидкість руху стрічки  $v_{п}$ ; споживаюча потужність  $N_T$ ; довжина  $l_T$ . [4]

Продуктивність транспортера (в т/год):

$$Q_m = 3,6 \cdot F \cdot v_n \cdot l_m \cdot \psi \cdot C\alpha, \quad (3.9)$$

де  $F$  – площа поперечного перетину транспортуючого продукту стрічки,  $m^2$ ;

$\psi$  - коефіцієнт заповнення стрічок;

$C\alpha$  - коефіцієнт, який враховує кут нахилу стрічки,

$$Q_m = 3,6 \cdot 0,08 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 0,7 \cdot 1 = 0,2 \text{ т/год}$$

Потужність, яка необхідна для приводу транспортера в рух (в кВт):

$$N_m = N_o / \eta, \quad (3.10)$$

де  $N_o$  – потужність на ведучому валу транспортера, кВт;

$\eta$  - ККД приводу,

$$N_m = 3,3 / 0,94 = 3,51 \text{ кВт.}$$

Довжина транспортерів звичайно знаходиться в межах 2...6 м. ширина транспортера 500...800 мм, кут нахилу не більше 30°.

Прийомний бункер, який задіяний на сортувально-очисній лінії має такі параметри:

- довжина 6,0...8,0 м;
- ширина 2,0...3,0 м;
- висота до 1,2 м;

					ДП АІС 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

- кут нахилу стрічок до  $16^\circ$ .

### 3.2 Обґрунтування конструкції робочого органу вузла машини

В потоковій лінії ПСК – 6 для післязбиральної обробки коренеплодів можна використати одновальний гіраційний грохот.

Гіраційний грохот здійснює вимушені кругові коливання. Площина решета грохота під час коливань залишається паралельною своєму початковому положенню.[1]

Основні параметри гіраційного грохота:  $n$  – частота обертання ексцентричного вала, об/хв.;  $r$  – ексцентриситет, мм;  $b$  – ширина решета грохота, м;  $l$  – довжина решета грохота, м;  $\alpha$  - кут нахилу решета, град.

Тихохідний з ковзанням режим роботи гіраційного грохота створює такі умови, при яких можливі пошкодження коренеплодів будуть мінімальними.

Частота обертання ексцентричного вала при тихохідному режимі[4]:

$$30\sqrt{f(\cos\alpha - \sin\alpha)/(r * f)} \leq n \leq 30\sqrt{\cos\alpha/r}, \quad (3.11)$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя ковзання оброблюваної маси по решету грохота.

Ексцентриситет знаходиться в межах 2 – 9 мм. Враховуючи відому аналогію в роботі коливальних і граційних грохотів, ширину решета і його довжину визначають по залежностям для коливальних грохотів.

Кут нахилу решета грохота не залежить від частоти обертання ексцентричного вала і ексцентриситету.

Слід відмітити, що із збільшенням кута підвищується продуктивність грохота в результаті збільшення швидкості руху матеріалу по решету, але при цьому ступінь виділення може зменшитися. Із зменшенням кута спостерігається протилежна залежність.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Звичайно приймають кут  $8 - 12^\circ$ . виходячи з допустимої швидкості співударяння, що лімітується рівнем пошкодження, допустима частота обертання вала грохота [2]:

$$n=30/(\pi r^2), \quad (3.12)$$

Гіраційний грохот, який застосовується для післязбиральної обробки коренеплодів при цьому може працювати на напівшвидкісних і швидкісних режимах. На цих режимах підвищується транспортна і сепаруюча здатність грохота.

Грохоти для сортування коренеплодів бажано виконувати на вертикальних підвісках. Цим досягається більш спокійна робота машини і менша її вібрація.

### 3.3 Будова та принцип роботи одновального гіраційного грохота

При роботі маса столових коренеплодів подається на гіраційний грохот. На гіраційному грохоті під дією коливань, що здійснюються завдяки ексцентричному вала частотою  $220 - 250$  об/хв., проводиться механічне очищення столових коренеплодів від ґрунтових домішок, які в свою чергу відводяться на сторону транспортером домішок.

Вже очищені коренеплоди потрапляють на виносний транспортер і подаються на інші елементи агрегатів, через які здійснюється доочистка столових коренеплодів.

Частота обертання ексцентричного вала грохота повинна становити за розрахунком  $220 - 250$  об/хв, щоб забезпечити відповідні параметри роботи не тільки грохота, але й цієї лінії.

Кут нахилу решета грохота не повинен перевищувати  $12^\circ$  інакше зменшиться ступінь виділення домішок.[4]

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38



Довжина полотна становить 2,2 м, ширина 0,65 м. Ці дані вибираються відповідно до продуктивності лінії.[4][1]

### 3.4 Кінематичні розрахунки

Розрахунок будемо проводити для гіраційного грохота, а саме для його ланцюгової передачі.

Вихідні дані для розрахунку:

- $F_t = 2000$  Н – пружна сила на барабані грохота;
- $\omega = 10$  рад/с – кутова швидкість ведучого вала транспортера;
- $D = 0,30$  м – діаметр вала (барабана);
- $t = 10000$  год – строк служби приводу.

Визначаємо крутильний момент на валу грохота[3]:

$$T = F_t \cdot D / 2 = 2000 \cdot 0,3 / 2 = 300 \text{ Нм}, \quad (3.15)$$

Визначаємо потужність, яка необхідна для виконання технологічного процесу[3]:

$$P = T \cdot \omega = 300 \cdot 10 = 3000 \text{ Вт} = 3,0 \text{ кВт}, \quad (3.16)$$

Визначаємо потрібну потужність електродвигуна за формулою[3]:

$$P_{\text{дв}} = P / \eta_{\text{заг}}, \quad (3.17)$$

де  $\eta_{\text{заг}}$  – загальний ККД привода, який визначається так[3]:

$$\eta_{\text{заг}} = \eta_1 \cdot \eta_2, \quad (3.18)$$

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

$\eta_1=0,99\dots0,995$  – ККД підшипників кочення вала;

$\eta_2=0,92\dots0,940$  – ККД відкритої ланцюгової передачі.

Для розрахунку приймаємо менші значення ККД елементів привода, тоді загальний ККД привода буде[3]:

$$\eta_{заг}=0,99 \cdot 0,92=0,91,$$

а потрібна потужність двигуна

$$P_{\text{дв}}=3,0/0,91=3,29 \text{ кВт.}$$

Беремо двигун з номінальною потужністю  $P_{\text{ном}}=1,1$  кВт, який буде перевантажений на[3]:

$$\lambda = P_{\text{ном}} \cdot P_{\text{дв}} / P_{\text{ном}} = 3,3 \cdot 3,29 / 3,3 = 0,3\%, \quad (3.19)$$

Перевантаження становить  $\lambda = 0,3 \%$ .

Визначаємо потрібну кутову швидкість обертання електродвигуна, для цього використаємо залежність:

$$\omega_{\text{двмін}} = i_{\text{загмін}} \cdot \omega; \omega_{\text{двмах}} = i_{\text{загмах}} \cdot \omega, \quad (3.20)$$

Мінімальні і максимальні загальні передаточні відношення відповідно рівні:

$$i_{\text{загмін}} = i_{\text{лпмін}} = 3; i_{\text{загмах}} = i_{\text{лпмах}} = 5, \quad (3.21)$$

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

де  $i_{лпмін}$ ,  $i_{лпмак}$  – відповідно мінімальне і максимальне передаточне число ланцюгової передачі.

Мінімальна кутова швидкість обертання вала електродвигуна становить:

$$\omega_{двмін} = 3 \cdot 10 = 30 \text{ рад/с.}$$

Максимальна кутова швидкість обертання вала електродвигуна :

$$\omega_{двмак} = 5 \cdot 10 = 50 \text{ рад/с.}$$

Беремо двигун АІР804, який має потужність  $P_{ном} = 3,3$  кВт; частоту обертання ротора  $n_{двном} = 1500$  об/хв і кутову швидкість  $\omega_{двном} = 80$  рад/с.

### 3.5 Розрахунок ланцюгової передачі

Вихідні дані: потужність на ведучому валу  $P = 3,3$  кВт, кутова швидкість ведучої зірочки  $\omega = 80$  рад/с, передаточне відношення ланцюгової передачі  $i = 2$ .

Визначаємо число зубів ведучої зірочки [3]:

$$Z_1 = 19 \cdot 2 \cdot i = 19 \cdot 2 \cdot 2 = 25, \quad (3.22)$$

Визначаємо коефіцієнт експлуатації, який являє собою добуток окремих коефіцієнтів, значення яких вибирається з таблиці 3.4 [3].

$$K_e = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.23)$$

де  $K_1$  – коефіцієнт динамічності роботи,  $K_1 = 1,2$ ;

$K_2$  – коефіцієнт, враховуючий спосіб регулювання натягу ланцюга,  $K_2 = 1,25$ ;

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_3$  – коефіцієнт кута нахилу гілок передачі,  $K_3=1,25$ ;

$K_4$  – коефіцієнт способу змащування ланцюга,  $K_4=1,5$ ;

$K_5$  – коефіцієнт режиму роботи,  $K_5=1,25$ ;

$K_6$  – коефіцієнт міжосьової відстані,  $K_6=1,25$ .

Обчислюємо коефіцієнт експлуатації:

$$K_e=1,2 \cdot 1,25 \cdot 1,25 \cdot 1,5 \cdot 1,25 \cdot 1,25=4,39.$$

З таблиці 3.5[3] вибираємо допустимий тиск в шарнірах  $[p]=21$  МПа ( $\omega =80$  рад/с,  $t=19,05\dots 25,4$  мм).

Крок ланцюга визначається за формулою[3]:

$$t_{\text{л}}=28 \cdot 3 \sqrt{(P \cdot K_e / z_1 \cdot \omega \cdot [p] \cdot \kappa_p)}, \quad (3.24)$$

де  $\kappa_p$  – коефіцієнт, який враховує число рядів ланцюга,  $\kappa_p=1$  – для однорядного ланцюга.

Після підстановки  $t_{\text{л}}=16,14$  мм.

Остаточно приймається крок ланцюга 19,05 мм.

Визначаємо число зубів веденої зірочки[3]:

$$Z_2=Z_1 \cdot i=25 \cdot 2=50, \quad (3.25)$$

приймаємо число зубів  $Z_2=50$ .

Уточнене значення передаточного відношення:

$$i=Z_2/Z_1=50/25=2. \quad (3.26)$$

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Оскільки величина уточненого передаточного відношення співпадає з розрахунковою, то додаткова перевірка не потрібна. Приймаємо величину міжосьової відстані з кроком рівної  $a_p=40$ .

Тоді число ланок ланцюга дорівнюватиме:

$$L_p = 2 \cdot a_p + (Z_1 + Z_2) / 2 + ((Z_2 - Z_1) / 2 \pi)^2 / a_p, \quad (3.27)$$

де  $a_p$  – міжосьова відстань ланцюгової передачі в кроках

$$L_p = 2 \cdot 40 + 38,5 + 0,14 = 118,64$$

приймаємо число ланок ланцюга рівним  $L_p=120$ .

Уточнюємо міжосьову відстань в кроках:

$$a_p = 1/8 \cdot (L_p - 0,5(Z_1 + Z_2) + \sqrt{(L_p - 0,5(Z_2 + Z_1))^2 - 8 \cdot ((Z_2 - Z_1) / 2 \pi)^2}), \quad (3.28)$$

$$a_p = 1/8(103 - 0,5(25 + 50) + \sqrt{(120 - 0,5(50 + 25))^2 - 8((50 - 25) / (2 \cdot 3,14))^2}) = 40.$$

Фактична міжосьова відстань дорівнює[3]:

$$a = (30 \dots 50)_{t_n} = 40 \cdot 19,05 = 762,5 \text{ мм.} \quad (3.29)$$

Монтажна міжосьова відстань становитиме [3]:

$$a_m = 0,995 \cdot a = 0,995 \cdot 762,5 = 758,6 \text{ мм} \quad (3.30)$$

Довжина ланцюга визначиться як[3]:

$$L = 103 \cdot 19,05 = 1962,15 \text{ мм}$$

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

На останній стадії проектного розрахунку визначимо ділильні діаметри ведучої  $D_1$  і веденої  $D_2$  зірочок[3]:

$$D_1=(t_n \cdot Z_1)/(\sin \pi / Z_1)=151,9 \text{ мм}, D_2=(t_n \cdot Z_2)/(\sin \pi / Z_2)=303,4 \text{ мм}, \quad (3.31)$$

### 3.6 Конструювання зірочок ланцюгової передачі

Профілювання зірочок роликів ланцюгів рекомендують виробляти по ДСТУ ГОСТ 591-69, який передбачає зносостійкі профілі без зміщення і зі зміщенням для нереверсивних передач.[3]

Шарніри ланок ланцюга, які знаходяться в зачепленні із зірочкою, розміщуються на ділильній окружності зірочки.

Діаметр ділильної окружності[3]:

$$d_o=t/\sin(180/Z), \quad (3.32)$$

для ведучої зірочки[3]:

$$d_o=19,05/\sin(180/25)=151,9 \text{ мм},$$

для веденої зірочки[3]:

$$d_o=19,05/\sin(180/30)=182 \text{ мм}.$$

Визначаємо діаметр округлості виступів[3]:

$$D_e=t(0,5+ctg180/Z), \quad (3.33)$$

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

для ведучої зірочки[3]:

$$D_e = 19,05(0,5 + \operatorname{ctg} 180/15) = 100 \text{ мм},$$

для веденої зірочки[3]:

$$D_e = 19,05(0,5 + \operatorname{ctg} 180/30) = 200 \text{ мм}.$$

Профілі зуба складаються з[3]:

- западини, яка описується радіусом

$$r = 0,5025 \cdot D + 0,05 = 0,5025 \cdot 11,91 + 0,05 = 6 \text{ мм}, \quad (3.34)$$

де  $D$  – діаметр ролика ланцюга;

- дуги, яка окреслюється радіусом

$$r_l = 0,8 \cdot D + r = 0,8 \cdot 11,91 + 6 = 16 \text{ мм}, \quad (3.35)$$

Визначаємо ширину зубчатого вінця зірочки однорядного ланцюга[3]:

$$e = 0,93 \cdot B_{en} - 0,15 = 0,93 \cdot 30 - 0,15 = 28 \text{ мм}, \quad (3.36)$$

де  $B_{en}$  – відстань між внутрішніми пластинками.

Основні матеріали для виготовлення зірочок: середньо вуглецеві або легovanі сталі 45, 40Х, 50Г2,35ХГСА, 40ХН з поверхневою або загальним закалюван-

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

ням до твердості HRC 45 – 55 або цементуючі сталі 15, 20X, 12ХНЗА з цементациєю на 1 – 1,5 мм і закалюванням до HRC 55 – 60.

При необхідності безшумної і плавної роботи при малих потужностях і швидкостях можна виготовляти вінці зірочок з пластмас – склопластів і поліамідів, що призводить до значного зниження шуму і до підвищення довговічності ланцюгів (в зв'язку із зниженням динамічних навантажень).

Для полегшення заміни після спрацювання зірочки, які встановлюються на валах між опорами, в ланцюгах з важким розбиранням роблять роз'ємними по діаметральній площині. Площина роз'єму проходить через впадини зубів, для чого число зубів зірочки приходиться вибирати парним.

В середньо швидкісних передачах, які не мають герметичних картерів, можна застосовувати консистентну внутрішньо шарнірну змазку або крапельне змащування. Консистентне внутрішньо шарнірне змащування здійснюють періодичним через 120 – 180 год зануренням ланцюга в змазку, яка нагріта до температури, яка забезпечує її розрідження.

В залежності від навантаження для змащування ланцюгових передач використовують масла індустриальні 30 – 50, а при малих навантаженнях – індустриальне 20.[3]

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ І ЕКОЛОГІЯ

### 4.1 Вимоги охорони праці до проведення технологічних процесів

#### 4.1.1 Приймання і зберігання сировини

На переробне підприємство поступає велика кількість різноманітної сировини та інших виробничих матеріалів. Доставка продукції і допоміжної сировини виконується за допомогою транспорту. Основна небезпека при цьому пов'язана з рухом транспортних засобів по території господарства і виконання навантажувально-розвантажувальних робіт. Нещасні випадки можливі при відкриванні бортів автомобілів, порушенні правил дорожнього руху, експлуатації технічно несправних транспортних засобів.

Для вивантаження і переміщення сировини і допоміжних матеріалів застосовуються засоби стаціонарної і пересувної механізації: стрічкові, шнекові та інші транспортери.

Загальним правилом при використанні даних машин, з метою недопущення травматизму є дотримання правил техніки безпеки користування кожною з них.

При використанні приміщень і відкритих майданчиків для зберігання необхідно дотримуватись наступних вимог:

достатня міцність підлог для використання електронавантажувачів вантажопід'ємністю до 1,5 т і питомим навантаженням до 850 кг/м<sup>2</sup>; підлоги повинні виконуватись із вологонепроникного матеріалу (асфальту), малий схил для стоку.

Штабелювання контейнерів на сировинному майданчику допускається в три ряди по висоті. Проїзди і проходи між штабелями не менше 40% від загальної площі сировинної площадки. Для маневрування і вільного пересування електронавантажувачів ширина проїзду повинна бути не менше 1,8 м.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

#### 4.1.2 Підготовка сировини до виробництва

Підготовка овочевої сировини включає очищення, калібрування, сортування та інші операції, які виконуються за допомогою різних машин та апаратів.

Для механічної очистки застосовуються різні за принципом дії і конструкцією очисні машини. Основні міри безпеки при експлуатації очисних машин; надійна огорожа частин машин, які обертаються (приводи, барабани і т. д.), що включає можливість доторкання обслуговуючого персоналу до них; постійний контроль за рівномірністю завантаження машин і подачею. Від сміття і бруду можна очищати тільки при зупиненій машині з обов'язковим використанням пристосування для прибирання.

Корпуси очисних і калібрувальних машин і електрообладнання необхідно заземляти. Не можна ставити біля очисних машин на непристосовані підставці (старі ящики, стільці, інші подібні предмети).

В машинах для очищення і калібрування джерелами небезпеки, крім електрообладнання можуть бути елементи машин, які обертаються і рухаються.

В багатьох випадках робочі органи машини залишаються відкритими, так як огороження їх неможливе через необхідність забезпечення подачі продукту на робочі органи. Тому при обслуговуванні цих машин необхідно дотримуватись максимальної обережності. Забороняється опускання рук в приймальні бункери, проштовхування продукту до робочих органів палками або іншими предметами, видалення з машини інших предметів, які попали на робочі органи.

У випадку, коли небезпечні робочі органи не можуть бути огорожені, встановлюється попереджувальна сигналізація пуску машини і також засоби її зупинки і відключення.

Для попередження перевантажень, поломок і аварій машини необхідно встановити запобіжні пристрої (зрізні шпильки, фрикційні муфти, та інші).

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

## 4.2 Утилізація відходів плодоовочевого виробництва

Відходи продукції, отримані після проведення товарної обробки є джерелом шкідливого впливу на довкілля. Наявність хвороб може вплинути на урожай наступного року культур, які сприятливі до цих хвороб. Вміст шкідливих речовин може сприяти отруєнню тварин при згодовуванні відходів. Скидання відходів біля місць проживання людей буде погіршувати санітарно-гігієнічні умови їх проживання.

Тому відходи продукції необхідно розсортувати. Видалити з них загнилі недозрілі і перезрілі коренеплоди, зі столових буряків видалити коренеплоди з механічними пошкодженнями і слідами захворювань.

Доброякісну частину продукції можна переробити на продукти харчування. Недоброякісну – ізолювати таким чином, щоб унеможливити її шкідливий вплив.

Переробка доброякісної продукції різна для кожного виду, але є загальні процеси для столових коренеплодів.

Відходи, які підлягають переробці, старанно очищають. Очищення дуже важлива операція, тому що з сировини видаляють не тільки бруд, але й мікроорганізми, які знаходяться на поверхні, і отрутохімікати.

Столові коренеплоди очищають в можливих з шорсткою поверхнею. Для видалення шкірок моркви застосовують хімічне чищення розчином каустичної соди або лугу.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

## 5. ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ

### 5.1. Абсолютні техніко-економічні показники сховища

Вартість основних виробничих фондів сховища, грн :

$$C_{осн} = C_{зд} + C_{об} + C_{инт}, \quad (5.1)$$

де  $C_{зд} = 1350000$  грн - вартість будівлі сховища, середня вартість для сховища на даний;

$C_{об}$  - вартість встановленого обладнання, установок і приборів;  $C_{инт}$  - вартість навантажувальних засобів, тари і інструментів. Вартість встановленого обладнання, установок і приборів, грн:

$$C_{об} = C_{конд} + C_{т.обр} + C_{дод} + C_{монт}, \quad (5.2)$$

де  $C_{конд}$  - вартість установки вентилявання;

$C_{т.обр}$  - вартість обладнання для товарної обробки і контейнерів;

$C_{дод} = 11000$  грн - вартість додаткового обладнання;

$C_{монт}$  - вартість монтажних робіт по встановлені всього обладнання.

Вартість установки вентилявання, грн:

$$C_{конд} = C_{вент} + C_{тов}, \quad (5.3)$$

де  $C_{вент} = 450000$  грн - вартість вентиляторної установки;

$C_{тов} = 215000$  грн - вартість повітропроводів системи активної вентиляції;

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Вартість обладнання для товарної обробки, грн;

$$C_{т.обр} = C_{лін}, \quad (5.4)$$

де  $C_{лін} = 3500000$  грн - вартість лінії товарної обробки ПСК-6 (за даними Хмельницького консервного заводу);

Вартість монтажних робіт по встановленні всього обладнання, грн;

$$C_{монт} = k_{монт} (C_{конд} + C_{т.обр} + C_{дод}), \quad (5.5)$$

$$C_{монт} = 0,25 \cdot (26000 + 35000 + 100000) = 161000 \text{ грн.}$$

Звідси

$$C_{обл} = 26000 + 35000 + 100000 + 161000 = 77625 \text{ грн.}$$

Вартість навантажувальних засобів, тари і інструментів, грн:

$$C_{икг} = C_{ен} + C_{конт} \cdot n_{конт} + C_{i.инс}, \quad (5.6)$$

$C_{ен} = 80000$  грн - вартість електронавантажувача;

$C_{конт} = 400$  грн - вартість контейнера;

$n_{конт} = 400$  шт - кількість контейнерів;

$C_{i.инс} = 50000$  грн - вартість інших інструментів,

$C_{инт} = 80000 + 400 \cdot 400 + 50000 = 290000$  грн. Звідси

$C_{осн} = 120000 + 322000 + 290000 = 732000$  грн.

Округляємо вартість основних виробничих фондів  $C_{осн} = 23000$  грн

6.1.1. Розрахунок собівартості зберігання

Вартість зберігання продукції і товарної обробки, грн:

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$C_{зб} = C_{нзн} + C_{утр} + C_{зв}, \quad (5.7)$$

де  $C_{нзн}$  - повна заробітна плата виробничих працівників;  $C_{утр}$  - вартість утримання основних виробничих фондів;

$C_{зв}$  - загальновиробничі накладні витрати. Повна заробітна плата виробничих працівників, грн [19, с. 169]:

$$C_{нзн} = C_{зн} + C_{доп.зн} + C_{вир}, \quad (5.8)$$

де  $C_{зн}$  - основна заробітна плата виробничих працівників;

$C_{доп.зн}$  - додаткова заробітна плата працівників;

$C_{вир}$  - відрахування від заробітної плати.

Основна заробітна плата працівників сховища за сезон зберігання і товарної обробки на основі технологічної карти наведена в таблиці 6.1.

Таблиця 5.1

Основна заробітна плата працівників сховища за сезон зберігання

Виробничі працівники	Витрата робочого часу, грн	Тарифна ставка, грн./год	Основна заробітна плата, грн
Водій електро- навантажувача	350	19	22000
Оператор вент.	870	17	19500
Сортувальник	540	14	18700
Підсобні	460	13	18000
Разом	2220		78200

Додаткова заробітна плата працівників, грн:

$$C_{\text{доп.зн}} = K_{\text{доп.зн}} \cdot C_{\text{зн}}, \quad (5.9)$$

де  $K_{\text{доп.зн}} = 0,08$  - коефіцієнт додаткової заробітної плати для галузі переробки продукції рослинництва,

$$C_{\text{доп.зн}} = 78200 \cdot 0,08 = 6256 \text{ грн.}$$

Відрахування від заробітної плати, грн:

$$C_{\text{відр}} = 0,35 (C_{\text{нр}} + C_{\text{д}}), \quad (5.10)$$

$$C_{\text{відр}} = 0,35 \cdot (78200 + 6256) = 29559,6 \text{ грн.}$$

Звідси

$$C_{\text{нзн}} = 78200 + 6256 + 29559,6 = 114015,6 \text{ грн.}$$

Вартість утримання основних виробничих фондів  $C_{\text{утр}}$  наведені в табл. 6.2.

Загальновиробничі накладні витрати, грн:

$$C_{\text{зв}} = k_{\text{зв}} \cdot C_{\text{зн}}, \quad (5.11)$$

$k_{\text{зв}} = 0,8$  - коефіцієнт відрахувань загальновиробничих накладних витрат,

$$C_{\text{зв}} = 0,8 \cdot 78200 = 62560 \text{ грн}$$

Звідси

$$C_{\text{зб}} = 78200 + 468425 + 62560 = 609185 \text{ грн}$$

					ДП АІС 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Таблиця 5.2

## Вартість утримання основних виробничих фондів

Назва статей витрат	Річні витрати, грн.
Амортизація будівлі	33750
Амортизація обладнання	62300
Ремонт будівлі	20025
Ремонт обладнання	115000
Силова витрата електроенергія	320000
Витрата енергії на освітлення і вентиляцію	5900
Вода для виробничих і побутових потреб	13600
Охорона праці	1350
Загальна сума	571925

Вартість очищення і зберігання столових буряків за сезон буде становити 611813 гривні.

5.2. Очікувана економічна ефективність впровадження системи активної вентиляції

Річний економічний ефект від застосування системи активної вентиляції, грн:

$$E_p = C_{np} - C'_{np} - C_{ексгс} \quad (5.12)$$

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

$C_{np}$  - вартість товарної продукції після зберігання при застосуванні системи активної вентиляції в сховищі;

$C'_{np}$  - вартість товарної продукції після зберігання без застосування системи активної вентиляції в сховищі;

$C_{ексргс} = 9800$  грн - витрати на електроенергію, заробітну плату працівникам, загальновиробничі витрати і вартість утримання системи активної вентиляції;

Вартість товарної продукції після зберігання з застосуванням і без застосування системи активної вентиляції дані в табл. 5.3.

Таблиця 5.3

Вартість товарної продукції після зберігання з застосуванням і без застосування системи активної вентиляції

Показники	Проектний	Базовий
Маса стандартних коренеплодів після зберігання, т	640	470,9
Ринкова ціна стандартних коренеплодів, грн./т	25000	
Маса нестандартних коренеплодів після зберігання, т	88,2	71,2
Ринкова ціна нестандартних коренеплодів, грн./т	15000	
Товарна продукція після зберігання, млн.грн	12,8	9,4

Звідси

$$E_p = 12,8 - 9,4 = 3,4 \text{ млн. грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень, років :

$$O_p = C_{pгс} / E_p, \quad (5.13)$$

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

$$O_p = 0,99 / 3,4 = 0,29$$

### Висновки

Провівши техніко-економічну оцінку запропонованих рішень в роботі, отримали наступні показники, вартість зберігання продукції і товарної обробки  $S_{зб} = 611813$  грн; річний економічний ефект від застосування системи активної вентиляції становить  $E_p = 3,4$  млн. грн. Термін окупності капітальних вкладень,  $O_p = 0,29$  років.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

Для товарної обробки столових коренеплодів найкращий варіант – це застосування сортувально-очисної лінії ПСК-6, яка дає змогу забезпечити вихід чисто обробленої продукції.

Застосування в ПСК-6, як конструктивного елемента, гираційного грохота дозволить підвищити якість очищення продукції, що позитивно вплине на конкурентоспроможність продукції на ринку збуту.

В господарстві є можливість зберігати столові коренеплоди в сховищі – це економічно вигідно і надійно. Завдяки тарному способу зберігання столові коренеплоди транспортують і завантажують у сховище без зайвих перевантажень. При цьому є можливість систематично оглядати овочі в будь-яку пору року і в разі потреби негайно видаляти ящики чи контейнери із зіпсованою продукцією.

Як результат - є можливість економніше використовувати об'єм сховища, знизити і збільшити період зберігання.

До того ж, система активного вентилявання дозволяє практично всі приміщення сховища зайняти продукцією, а коефіцієнт використання корисного об'єму сховища з активним вентиляванням виходить самим високим в порівнянні з іншими системами.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Харченко С.О. Напрямок в розробці агротехнологій блочно-варіантних систем для господарств різних технологічних рівнів / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, О.Д. Калюжний, Г.В. Рудницька, В.В. Качанов, О.М. Красноручський, С.А. Чигрина, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, Вип. 156, – 2015. с. 174-179.
2. Хамхоев Б.І., Байбулатов Т.С., Хабібов С.Р. Удосконалення технологічного процесу збирання картоплі // Проблеми розвитку АПК регіону. - 2019. - №1 (37). - С. 15-20.
3. Гевко Р. Б., Ткаченко І. Г., Рогатинський Р. М., Синій С. В. та ін. Системи доочищення коренеплодів при їх механізованому збиранні: монографія. Тернопіль: Осадца Ю. В., 2020. 216 с.
4. Деталі машин. Курсове проектування : навч. посіб. / І. М. Пастух, В. О. Харжевський, В. П. Олександренко. – Хмельницький : ХНУ, 2023. – 242 с.
5. Хамхоев Б.І. Результати досліджень картоплекопача у складних ґрунтово-кліматичних умовах//Проблеми розвитку АПК регіону. - 2019. - №1 (37). - С. 144- 149.
6. Предчук Д. М. Удосконалення технологічного процесу післязбиральної обробки коренеплодів з модернізацією конструкції грохота : кваліфікаційна робота : спец. 208 «Агроінженерія». Житомир, 2023. 47 с
7. Хареба, В. В., Чебан, С. Д., Овчарук, В. І. та ін. (2017). Післязбиральна доробка плодів, овочів і винограду: навчальний посібник. Кам'янець-Подільський – Вінниця.
8. Системи доочищення коренеплодів при їх механізованому збиранні: монографія / Р. Б. Гевко, І. Г. Ткаченко, Р. М. Рогатинський, С. В. Синій та ін. Тернопіль : Осадца Ю. В., 2020. 216 с

					ДП АІС 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

9. Паньків М. Р. Експериментальні дослідження сепарації вороху коренеплодів кулачково-вальцьовим очисником/. Науковий вісник НАУ – К., 2014. – с. 255 – 262.
10. Механізація переробки і зберігання плодоовочевої продукції: Навч. посібник / О. В. Дацишин, О. В. Гвоздєв, Ф. Ю. Ялпачик, Ю. П. Рогач; За ред. О. В. Дацишина – К.: Мета, 2014. – 288 с.: іл.
11. Жемела Г. П., Шемавньов В. І., Олексюк О. М. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. Підручник. Полтава. 2013 – 420 с.
12. Подпратов Г. І., Бобер А. В., Гунько С. М. Переробка продукції рослинництва : навчальний посібник. Київ : Редакційновидавничий відділ НУБіП України, 2023. 580 с.
13. Подпратов Г. І., Рожко В. І., Скалецька Л. Ф. Технологія зберігання та переробки продукції рослинництва : підручник. Київ : Аграрна освіта, 2014. 393 с.
14. Хилевич В. С., Скалецька Л. Ф. Стандартизація і контроль якості сільськогосподарської продукції : практикум. Київ : Вища школа, 2019. 169 с.
15. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М.Ф.Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 36,087 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.
16. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту з курсу «Промислова вентиляція та кондиціонування повітря», для студентів спеціальності 263 Цивільна безпека/ І.А. Шайхлісламова, О.А. Муха, Нац. техн. ун-т. «Дніпровська політехніка», каф. ОПтаЦБ – Д.: НТУ «ДП», 2019. – 24 с.

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

ДОДАТКИ

					ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПЕЦИФІКАЦІЯ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документація</i>						
A1			ДП АІс 25.04.00.00.000 ВЗ	Одновальний гіраційних грохот		
<i>Складальні одиниці</i>						
		1	ДП АІс 25.04.01.00.000 СК	Рама	1	
		2	ДП АІс 25.04.02.00.000 СК	Елеватор завантажувальний	1	
		3	ДП АІс 25.04.03.00.000 СК	Привід	1	
		4	ДП АІс 25.04.04.00.000 СК	Грохот гіраційний	1	
		5	ДП АІс 25.04.05.00.000 СК	Виносний транспортер	1	
		6	ДП АІс 25.04.06.00.000 СК	Транспортер домішок	1	
<i>Деталі</i>						
		3	ДП АІс 25.04.02.00.001	Вал	1	
		4	ДП АІс 25.04.03.00.003	Гайка	1	
		5	ДП АІс 25.04.03.00.004	Зірочка	1	
		6	ДП АІс 25.04.03.00.005	Пружина	1	
ДП АІс 25.04.00.00.000						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Голуб В. В.			Лит.	Лист
Проб.		Борис М. М.				1
Н.контр.		Лук'янюк М. В.			Листов	2
Утв.		Мартинюк А. В.			ХНУ Гр. АІс-22-2	
Копировав				Формат А4		

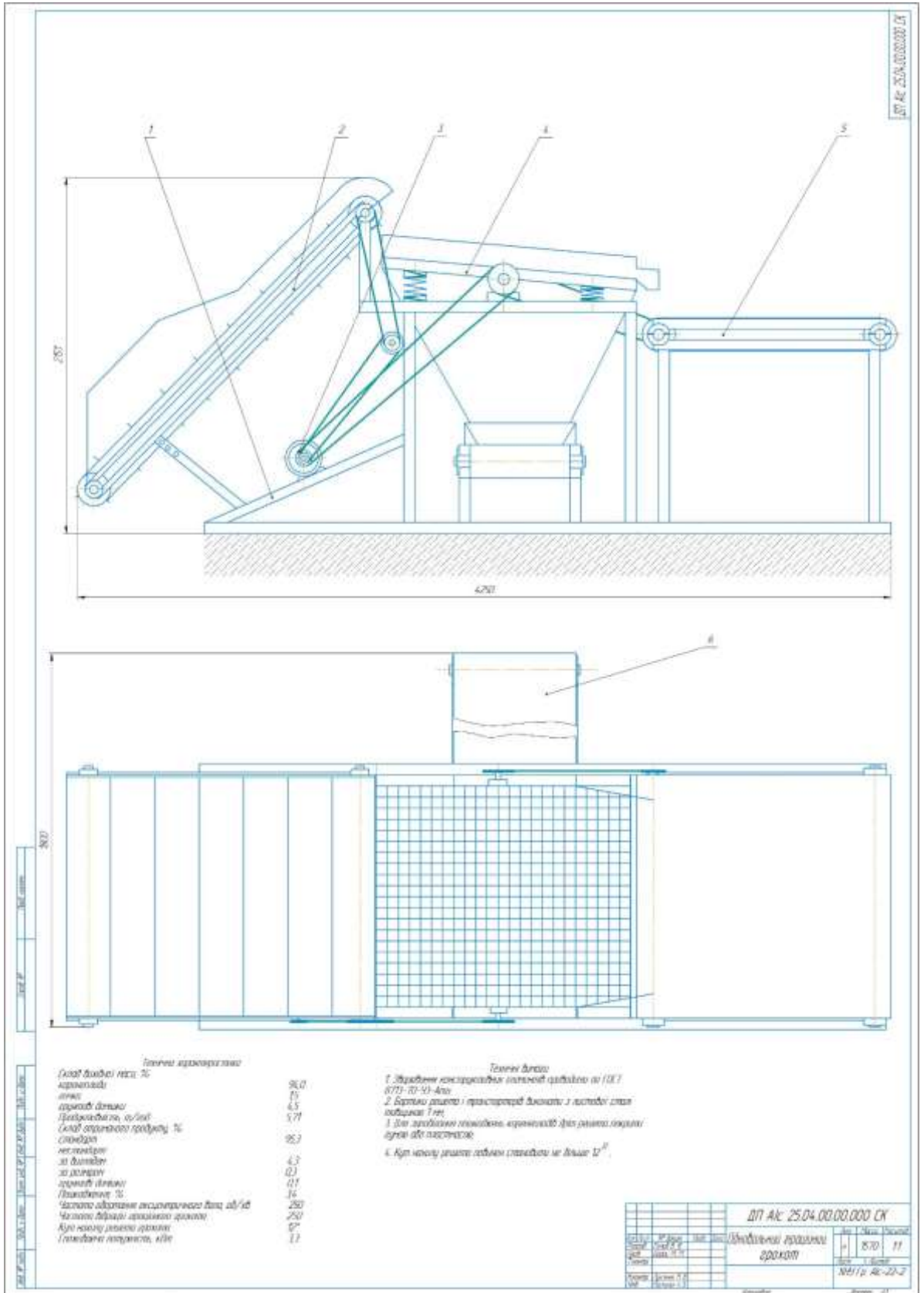
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис
			Дата

ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ

Арк.

62

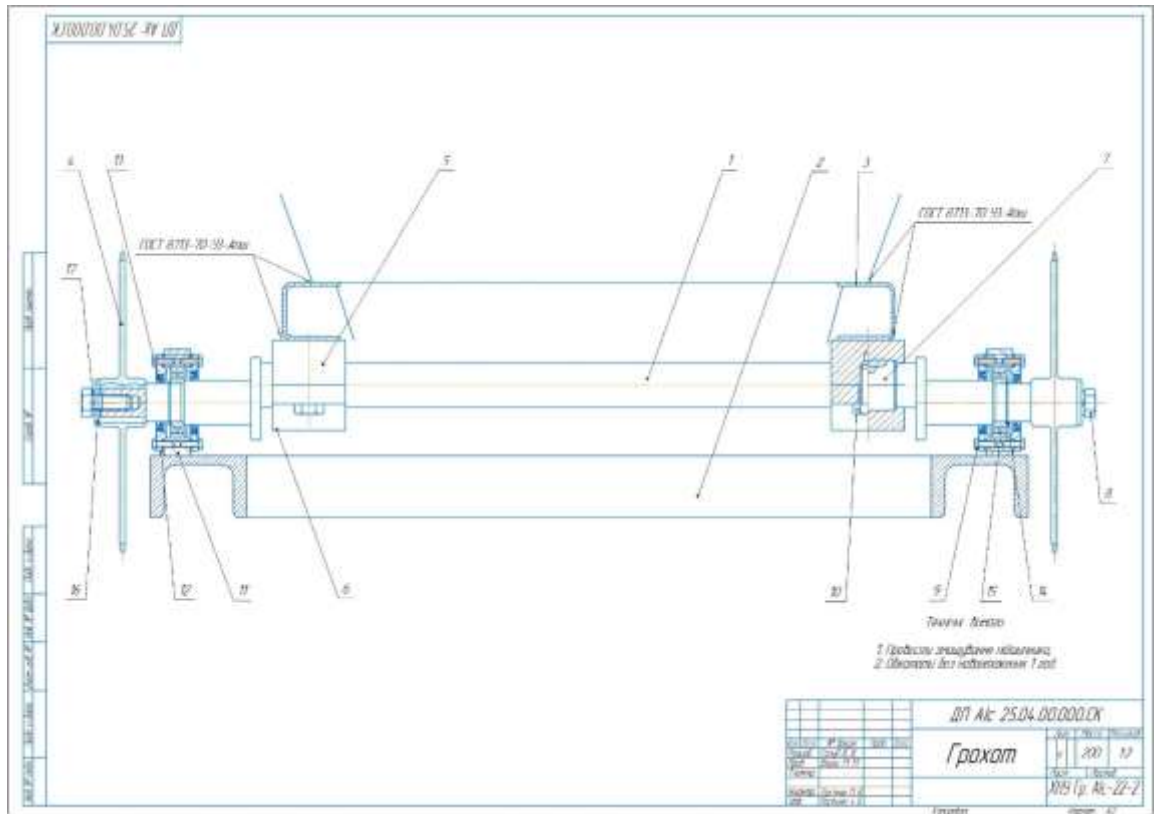
# ОДНОВАЛЬНИЙ ГІРАЦІЙНИХ ГРОХОТ



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ

# ГРОХОТ



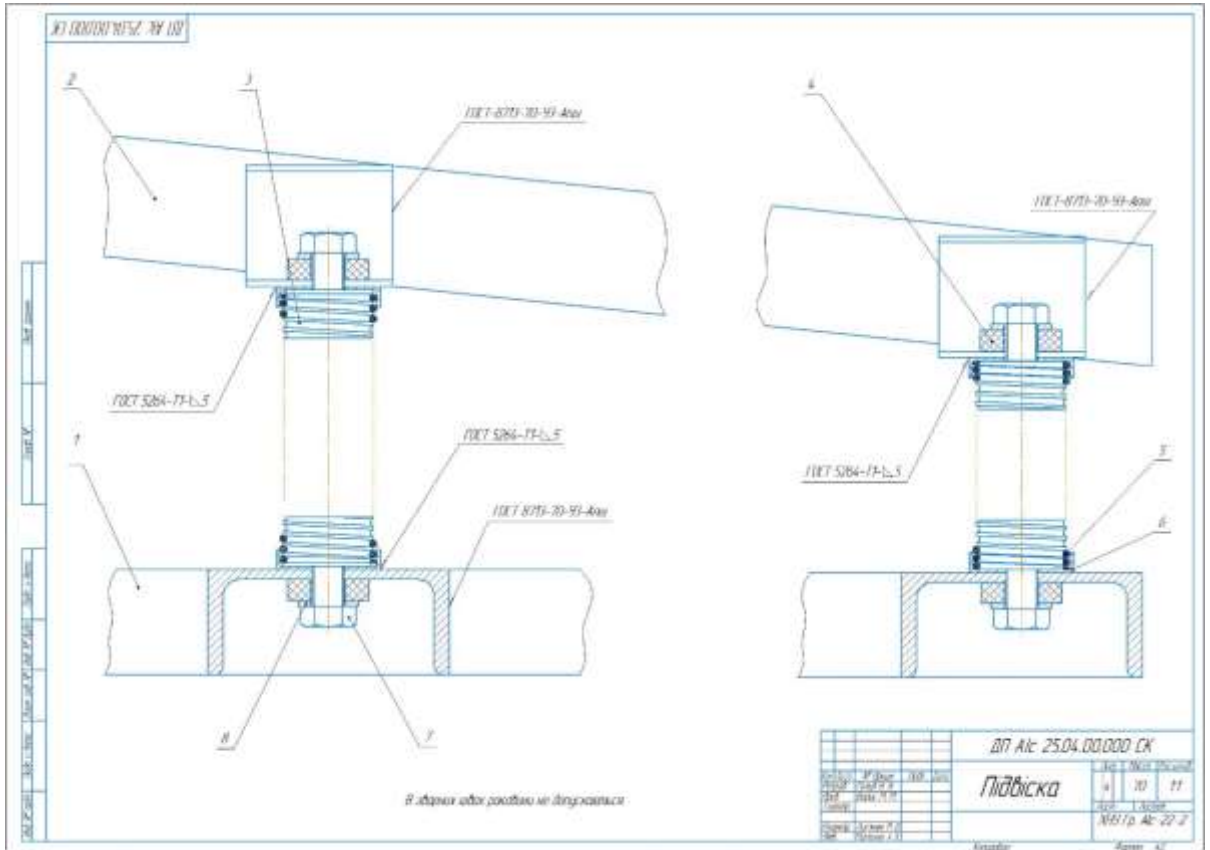
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП АІс 25.04.00.00.00.00. ПЗ

Арк.

64

# ПІДВІСКА



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ДП АІс 25.04.00.00.000. ПЗ

Арк.

65