

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

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

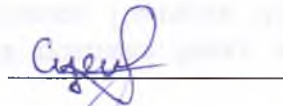
ОС «Бакалавр»

Тема: “Удосконалення технологічного процесу зберігання коренебульбоплодів у товаристві з обмеженою відповідальністю «Обрій» Летичівського району Хмельницької області”

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство
Спеціальність 208 Агроінженерія

Шифр ДП АІз 25.06.00.00.000 ПЗ

Студент гр. АІз-20-1



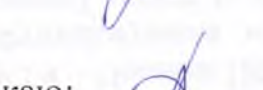
Сусл'як Д. В.

Керівник роботи



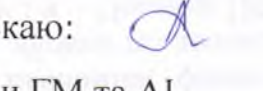
к.т.н., доц. Борис М.М.

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	5
ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ГОСПОДАРСТВА.....	7
1.1 Географічне розташування господарства і кліматичні умови.	7
1.2 Аналіз загальногосподарської діяльності	8
1.3 Аналіз матеріально-технічної бази господарства	12
1.4 Висновки.....	14
2 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	15
2.1 Технологія зберігання картоплі	15
2.2. Технічні засоби, які використовуються при зберіганні картоплі.....	20
2.3 Висновки.....	28
3 МЕХАНІЗАЦІЯ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ДОРОБКИ І ЗБЕРІГАННЯ КАРТОПЛІ	30
3.1 Вибір режимів регулювання.....	30
3.2. Технологія зберігання картоплі в сховищі	36
3.3 Розробка технологічної карти.	38
4 ОБЛАДНАННЯ СХОВИЩА ТА ЙОГО ІНЖЕНЕРНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	42
4.1 Огляд типового проекту сховища.....	42
4.2 Основні вдосконалення сховища	42
4.3 Вибір тари для зберігання картоплі.....	43
4.4 Розташування продукції в камері зберігання	44
4.5 Розрахунок розмірів камери зберігання.....	45
4.6 Вибір і розрахунок систем активного вентилявання.....	47
4.7 Висновки.....	57
5 КОНСТРУКТИВНА РОЗРОБКА	58
5.1 Аналіз пристроїв регулювання газового середовища.....	58
5.2 Вибір дифузійного регулятора газового середовища з селективно-проникного матеріалу	59
5.3 Проектування регулятора газового середовища	62
5.4. Висновки по конструктивній розробці.....	69

<i>ДП АІз 25.06.00.00.000 ПЗ</i>				
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Сусяк Д. В.</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Борис М.М.</i>		
<i>Реценз.</i>				
<i>Н. Контр.</i>		<i>Лук'янюк М. В.</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Мартинюк А.В.</i>		
Удосконалення технологічного процесу зберігання кореневульбоплодів у товаристві з обмеженою відповідальністю «Обрій» Летичівського району Хмельницької області				
		<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
			3	85
<i>ХНУ Гр. АІз-20-І</i>				

6 ОХОРОНА ПРАЦІ І ЕКОЛОГІЯ	71
6.1 Вимоги охорони праці і виробничої санітарії на сховищі	71
6.2 Вимоги до місць виробництва і виробничих приміщень	71
6.3 Реалізація вимог охорони праці до технологічних процесів.	73
6.4. Санітарно-технічний розрахунок реконструйованого машинного відділення.	74
6.5 Охорона навколишнього середовища на сховищі.	76
6.6 Висновки.....	76
7 ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ	78
7.1 Абсолютні техніко-економічні показники сховища	78
7.2. Очікувана економічна ефективність впровадження системи активної вентиляції	82
7.3. Очікувані питомі техніко-економічні показники сховища	83
ВИСНОВКИ	85
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	87
ДОДАТКИ	89

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект на тему: «Удосконалення технологічного процесу зберігання коренебульбоплодів у товаристві з обмеженою відповідальністю «Обрій» Летичівського району Хмельницької області».

Дипломний проект виконано на 85 сторінках машинописного тексту, пояснювальної записки і 6 листах (формату А1) графічної частини.

В проекті проведено аналіз господарської діяльності підприємства, обґрунтовано необхідність модернізації технологічного процесу зберігання коренебульбоплодів.

Розроблена технологічна карта по зберіганні картоплі, яка чітко регламентує етапи, тривалість, обсяг робіт, марки техніки та ресурси, що дає змогу точно планувати процес і контролювати витрати.

Створено конструкцію газорозподільника-дифузора, що забезпечує рівномірний розподіл повітря та покращує мікроклімат у сховищі.

Розроблені заходи з охорони праці та навколишнього середовища. Проведено економічне обґрунтування доцільності впровадження проекту.

Ключові слова: коренебульбоплід, газорозподільник-дифузор, технологічна карта.

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

В даний час вирощування картоплі для господарства є малоефективним. Тому що в основному всі господарства реалізують картоплю після збору урожаю, в період низьких цін. Основна маса будівель для зберігання картоплі будується в місцях споживання – в промислових центрах, при переробних підприємствах. Тільки недавно аналогічні об'єкти з'явилися на місцях вирощування. Між тим, як показали економічні дослідження, найбільш вигідно зберігати продукцію в місцях її вирощування. В місця споживання картоплю транспортують восени, в залежності від умов реалізації, в межах 20-50 % загального об'єму необхідної продукції, щоб забезпечити безперервне постачання продукції для населення.

Створення на селі комплексів для зберігання і обробки картоплі має велике значення, так як вони стають ланкою, яка завершує процес виробництва. Це дозволяє не тільки збільшити прибуток підприємств, але й покращити якість продукції, що реалізується, зменшити до мінімуму її витрати. У подальшому розширенні сільськогосподарського виробництва значну роль відіграють заходи організаційного характеру. У зв'язку з цим одним із головних завдань економічної роботи на селі є впровадження прогресивних форм організації та оплати праці.

Передовий досвід і наукові дослідження показують, що в сучасних умовах найбільш прогресивною формою організації праці є колективи, де оплата праці і відповідальність залежить від кінцевого результату. Трудомісткі операції – перебирання насінного матеріалу та доведення до потрібної кондиції зібраної картоплі, що вимагають значних затрат ручної праці, потрібно механізувати за рахунок впровадження відповідного комплексу машин.

Впровадження таких машин, як ТХБ – 20, пересувних, автоматичних пристроїв по відбиранню некондиційних бульб, заміна картопле-сортувального пункту КСП – 15Б на стаціонарне обладнання сортувального комплексу скоротить затрати праці в 3 – 3,5 рази. Успішне впровадження цих заходів буде сприяти підвищенню врожайності, якості зберігання та зменшенню затрат праці.

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ГОСПОДАРСТВА

1.1 Географічне розташування господарства і кліматичні умови.

У товаристві з обмеженою відповідальністю «Обрій» Летичівського району Хмельницької області Обласний центр, місто Хмельницький, знаходиться на відстані 125 км.. Через село проходить дорога місцевого значення, що зв'язує населені пункти району.

Центральна садиба знаходиться в с. П'ятничани. Віддаль від центральної садиби до найближчої залізничної станції Кам'янець-Подільський 30 км.

Приймальні пункти переробних підприємств відносно господарства розташовані так:

- пункт приймання м'яса, це м'ясокомбінат, він знаходиться в м.Кам'янець-Подільський на відстані 32 км;
- пункт приймання молока на відстані 30 км – це Кам'янець-Подільський молокозавод;
- відстань до Кам'янець-Подільського комбінату хлібопродуктів де приймають від господарства зерно - 31км;

Зв'язок господарства з пунктом здачі сировини та районним центром здійснюється завдяки дорогам з твердим покриттям.

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

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

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

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

повітря більше $+10^{\circ}\text{C}$ складає до 160 днів. Початок весняного періоду є дата переходу середньодобової температури повітря через 0°C .

Весна починається з другої половини березня і триває близько двох місяців. Починаючи з березня помічається інтенсивне підвищення денної температури. Перехід добової температури повітря через $+5^{\circ}\text{C}$ – час посіву ранніх зернових, перша половина квітня (10 – 12). Перехід середньодобової температури через $+5^{\circ}\text{C}$ 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 $+15^{\circ}\text{C}$ (перша декада травня). Перші заморозки в повітрі спостерігаються в першій декаді жовтня. Перехід середньодобової температури через -5°C 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.

1.2 Аналіз загальногосподарської діяльності

Загальна площа земельних угідь господарства складає 947 га [1].

Зараз в господарстві склалась наступна структура земельних угідь, яка наведена в таблиці 1.1.

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Продовження таблиці 1.2

Назва	2022 рік	2023 рік	2024 рік
Столові буряки	30	30	25
Картопля	60	70	60
Кукурудза на силос і зелений корм	150	100	140
Однорічні трави	81,35	48,35	60
Багаторічні трави	100	100	100

З таблиці 1.2 видно, що провідними культурами в господарстві є озима пшениця, ячмінь, столові буряки, кукурудза на силос та зелений корм. Не змінились площі посіву багаторічних трав.

В таблиці 1.3 приведено урожайність основних сільськогосподарських культур, та картоплі.

Таблиця 1.3

Динаміка урожайності основних сільськогосподарських культур, ц/га

Назва культур	Роки		
	2022	2023	2024
Озима пшениця	43,2	53,9	48,5
Картопля	315,7	302,1	319,2
Кукурудза на силос і зелений корм	230,1	255,6	262,2

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

Зменшення собівартості продукції збільшує розміри грошових надходжень, дає можливість знизити закупівельні і здавальні ціни і тим самим зменшити затра-

										Арк.
										10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ					

ти держави на заготівлю сільськогосподарських продуктів. Собівартість окремих видів продукції рослинництва, що виробляється у господарстві розглянемо в таблиці 1.4 [1].

Таблиця 1.4

Собівартість виробництва продукції рослинництва, грн./т

Назва культур	Роки		
	2022	2023	2024
Озима пшениця	1011,8	993,1	1105,4
Столові буряки	1684	1597	1773
Картопля	1530,9	1715,7	1732,1

З таблиці 1.4 видно, що собівартість за три останні роки зросла по кожній культурі. Так, наприклад, собівартість озимої пшениці зросла на 112,3 грн./т, а собівартість столових буряків зросла на 176 грн./т.

Структура затрат праці по окремих видах продукції рослинництва за останні роки у СТОВ «П'ятничанське» розглянемо за даними таблиці 1.5 [1].

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 зменшились затрати праці по картоплі та озимій пшениці.

1.3 Аналіз матеріально-технічної бази господарства

Наявність тракторного парку СТОВ «П'ятничанське» вказана в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6

Наявність тракторного парку

Марка трактора	Кількість, шт		
	2022 рік	2023рік	2024 рік
1	2	3	4
Трактори загального призначення із них:	9	9	8
Гусеничні:			
Ursus 15014	4	4	3
New Holland D150C	2	2	2
John Deere 850J	1	1	1
Колісні:			
ХТЗ-248К.20	2	2	2
Універсально-просапні із них:			
Гусеничні:			
New Holland T4.60	3	3	3
Колісні:			
New Holland TD5.90	11	11	11
Deutz-Fahr Agrolux 6	3	3	3
Landini 5-085	3	3	3
Lovol M904	2	2	1

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 1.7

Наявність комбайнів.

Марка комбайна	Кількість, шт		
	2022 рік	2023 рік	2024 рік
Зернозбиральні:			
Case 2800	1	1	1
Claas Mega 416	-	-	1
John Deere W330	5	4	3
Силосозбиральні:			
New Holland FR480	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 1.8

Аналіз показників використання МТП.

Показники	2022 рік	2023 рік	2024 рік
Виробіток тракторів, у е. га	46536	45460	47267
Виробіток 1 у е трактора в 1 у е. га	1042	1147	942
Коефіцієнт змінності	1,2	1,0	1,15
Витрата палива на 1 у е. га, кг	4,9	5,1	4,8
Собівартість 1 у е. га, грн	60,47	60,9	70,4

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 2024 році знизилась витрата палива до 4,8кг/у.е.га. Собівартість 1 у е. га збільшилась за три роки від 60,47 до 70,4 грн.

1.4 Висновки

Отже, можна зробити висновок, що господарство займається виробництвом продукції рослинництва. Для виконання всіх робіт воно забезпечено технікою дуже добре, але й вартість робіт зросла, що пояснюється збільшенням вартості паливно-мастильних матеріалів.

Поряд з цим господарство збирає достатньо великі обсяги урожаю картоплі – 190...200 тон у рік. Реалізація її в осінній період проходить за низькими цінами. Організація зберігання картоплі у сховищі дасть можливість реалізовувати картоплю в зимово-весняний період, що дозволить господарству отримувати значно вищі прибутки.

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

2.1 Технологія зберігання картоплі

2.1.1 Зберігання при природній конвекції

Всі методи зберігання картоплі можна розділити на дві групи – зберігання при природній і примусовій конвекції.

При природній конвекції теплообмін продуктів зберігання з навколишнім середовищем проходить з зовнішніх поверхонь продукції.

Для визначення потрібної поверхні теплообміну при природній конвекції існує поняття – “показник зберігання продукції”, який дорівнює площі поверхні, яка контактує з навколишнім середовищем до об’єму зберігання продукції.

На основі спостережень в сховищах з природною конвекцією одержали показники зберігання продукції для різних сортів овочів : для картоплі $-2,65 \text{ м}^2 / \text{ м}^3$, буряків $- 3 \text{ м}^2 / \text{ м}^3$, моркви $- 6,5-7,5 \text{ м}^2 / \text{ м}^3$. виходячи з наведених даних, при зберіганні в умовах природної конвекції допустимо розміщувати картоплю в насипі не більше 1,2 м [6,с.95].

Розміщення насипом великої кількості продукції приводить до нераціонального використання приміщень.

В зв’язку з цим картоплю при розміщенні насипом в умовах природної конвекції практично не зберігають.

Практика зберігання картоплі показала, що її краще зберігати в контейнерах об’ємом до $0,5 - 0,7 \text{ м}^3$. можливість розміщення піддонів, контейнерів і ящиків в багатоярусних штабелях за допомогою механічної праці дозволяє ефективно використовувати об’єм приміщень.

Тому таке розміщення є єдиним, яке отримало розповсюдження при зберіганні продукції в умовах природної конвекції.

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

2.1.2. Зберігання при активній вентиляції

Зберігання при активній вентиляції в сучасних умовах отримало ширше розповсюдження і застосування, ніж при зберіганні продукції в тарі при природній конвекції. Тому в приміщеннях для зберігання здійснюють примусову циркуляцію повітря – активну вентиляцію. Дана система дає змогу краще підтримувати параметри температури і вологості в камері зберігання, де в ролі холодоносіях виступає повітря [7,с54].

Зберігання картоплі в контейнерах надає найкращі можливості для застосування активного вентилявання. Один із варіантів – це коли контейнери мають решітчасте днище і суцільні стінки. Їх встановлюють на спеціальну систему повітропроводу в декілька ярусів. Кожен стовпець контейнерів є подібним до шахти, через яку проходить потік вентиляційного повітря. Недоліком такого зберігання є складність завантаження і експлуатації таких сховищ. Розглянемо декілька способів активного вентилявання, які застосовується на типових сховищах.

Спосіб 1. Розміщення контейнерів в тунелі продування холодоносієм знизу вгору. При цьому способі активно здійснюється проникнення холодоносія в середину контейнера, але холодоносій забираючи тепло з самого нижнього контейнера несе його через верхні контейнери. Це призводить до нерівномірного охолодження верхніх і нижніх контейнерів.

Спосіб 2. Розміщення контейнерів в тунелі і продування холодоносієм зверху вниз. Цей спосіб аналогічний першому і має такі ж недоліки. Крім того гравітаційні потоки теплого повітря, які піднімаються вгору і будуть протидіяти потокам холодоносія.

Спосіб 3. кругова циркуляція холодоносія в камері. Цей спосіб призначений для місцевої системи охолодження повітря батареями в самій камері. Але він має значний недолік, оскільки батареї охолодження швидко покривається шаром льоду і стають малоефективними, при охолодженні продукції нижче 0 °С неможливо проводити очищення батарей від льоду. Використання примусового розморожен-

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

ня призводить до створення додаткових теплових потоків і відтавання самої продукції.

Процес зберігання картоплі при активному вентиляванні поділяють на періоди: перший (підготовчий) – продукцію доводять до стійкого для зберігання стану; другий (охолодження) – продукцію охолоджують до оптимальної при зберігання температури; третій (зберігання) – в цей період підтримують на оптимальних рівнях температуру, вологість; четвертий (перед реалізаційний) – проводять для покращення якості продукції.

Підготовчий період при зберіганні картоплі поділяють на два. Спочатку проводять сушку поверхні протягом 2 – 3 діб. Для сушки в насип додають сухе або холодне повітря.

В період охолодження поступово знижують температуру продукції до оптимальної. Особливе значення має швидкість охолодження. Охолодження бульб з 15 °С до 4 °С швидше, ніж за 10 – 20 діб веде до захворювання. Звідси випливає, що швидкість охолодження не повинна перевищувати 0,5 – 1 °С за добу, при довгостроковому охолодженні (більше 40 діб) бульби картоплі можуть прорости, тому допустима швидкість охолодження не повинна бути менша 0,25 °С за добу [9,с87].

2.1.3 Вплив температури і вологості повітря на зберігання картоплі

Температура – основний фактор, від якого залежить ефективність зберігання. При зберіганні картоплі крохмаль, який знаходиться в бульбах, розкладається і переходить в цукор, який частково витрачається в процесі дихання, а частково знову переходить в крохмаль. При зниженні температури до 0 °С інтенсивність розпаду крохмалю зменшується, а перехід цукру знову в крохмаль припиняється. Тому при низькій температурі в бульбах накопичується цукор. При вмісті в картоплі більше 1,5 % цукру вони легко при термообробці вступають в реакцію з

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

амінокислотами і створюють меланоїдинові сполуки, які знижують якість продукту.

Швидкість розпаду крохмалю і розхід цукрів на дихання збільшуються при температурі 20 °С в 3 – 4 рази, а швидкість перетворення цукрів в крохмаль збільшується в 10 – 12 раз. Тому для ліквідації солодкого присмаку картоплю після зберігання при низьких температурах витримують при високій температурі 16 – 18 °С протягом 10 – 15 діб. Процеси розпаду крохмалю і перетворення цукрів на крохмаль найкраще проходить при температурі 10 °С, при такій температурі практично повністю виключається накопичення в бульбах цукрів. Але при температурі 10 °С бульби інтенсивно дихають і проростають, що пов'язано із значним розпадом сухих речовин, на бульбах розвиваються мікроорганізми, які викликають захворювання.

При розміщенні продукції розсипом в сховищах без штучного охолодження для картоплі, мінімальна подача повітря повинна складати 50м³/(т.год.). В осінньо-весняний період інтенсивність вентиляювання можна зменшити до 5 – 7 раз, при безперервній подачі повітря затрати електроенергії на зберігання мінімальні [9,с.56].

Режими зберігання картоплі в умовах активної вентиляції в різні періоди наведено в таблиці 2.1.

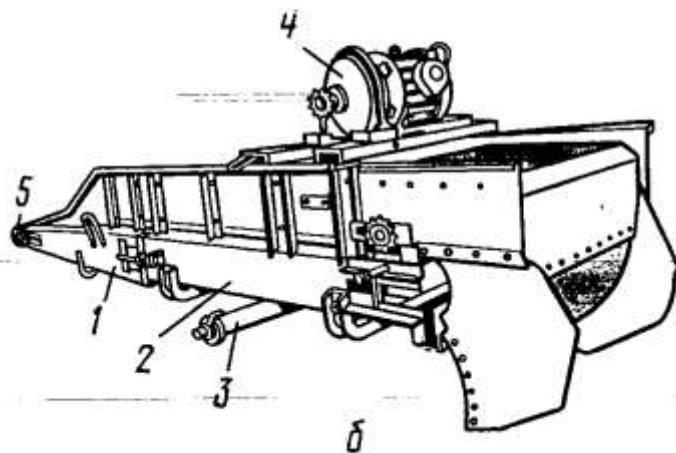
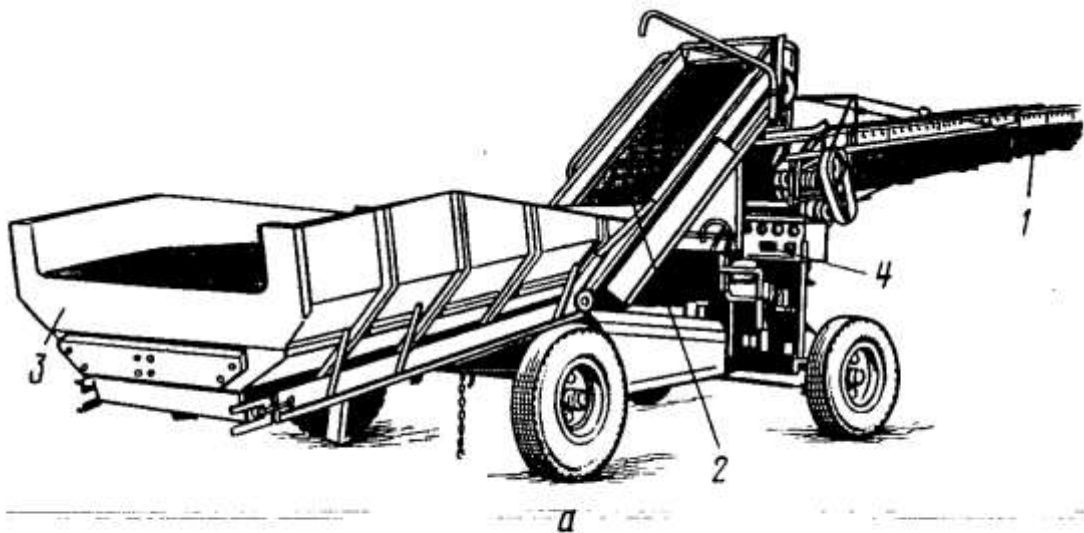
Таблиця 2.1

Режими зберігання картоплі в умовах активної вентиляції в різні періоди зберігання

Періоди зберігання	Температура повітря, °С	Тривалість, год	Розхід повітря, м ³ (т.год)	Відносна вологість, %
--------------------	-------------------------	-----------------	--	-----------------------

Набір машин та обладнання має містити приймальний бункер; ворохоочисник для відокремлення домішок ґрунту підвищеної вологості, грудок, каміння та дрібних решток; перебиральний стіл; сортувалка; бункери-нагромаджувачі з пристроями вивантаження готової продукції в транспортні засоби чи контейнери, а також засоби для навантаження бульб з майданчиків або кагатів при технології післязбиральної доробки, коли потік переривається. Машини повинні мати індивідуальний привод і легко пересуватись по майданчику або сховищу.

Найширше використовується для післязбиральної доробки картоплі сортувальний пункт КСП – 15Б. Картоплесортувальний пункт КСП – 15Б призначений для очистки картоплі від домішок з одночасним сортуванням бульб на три фракції і подачі відсортованої картоплі в тару.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Рис. 2.1. Транспортер-навантажувач і транспортер-підбирач.

а - транспортер-навантажувач ТЗК – 30: 1 – транспортери; 3 – прийомний бункер; 4 – пульт управління;

б - транспортер-підбирач: 1 і 2 – рами; 3 – хрестовина; 4 – мотор-редуктор; 5 – ротор.

В сортувальний пункт входять наступні машини і механізми: роликів картоплесортувалка КСЕ – 15Б, прийомний бункер ПБ – 2. продуктивність пункту 15 т/год. Маса 2119 кг. Пункт обслуговують сім – дев'ять чоловік.

Оскільки пересувні сортувальні пункти КСП – 15Б недосконалі, тому господарства на їх основі будують стаціонарні пункти (рисунок 2.2).

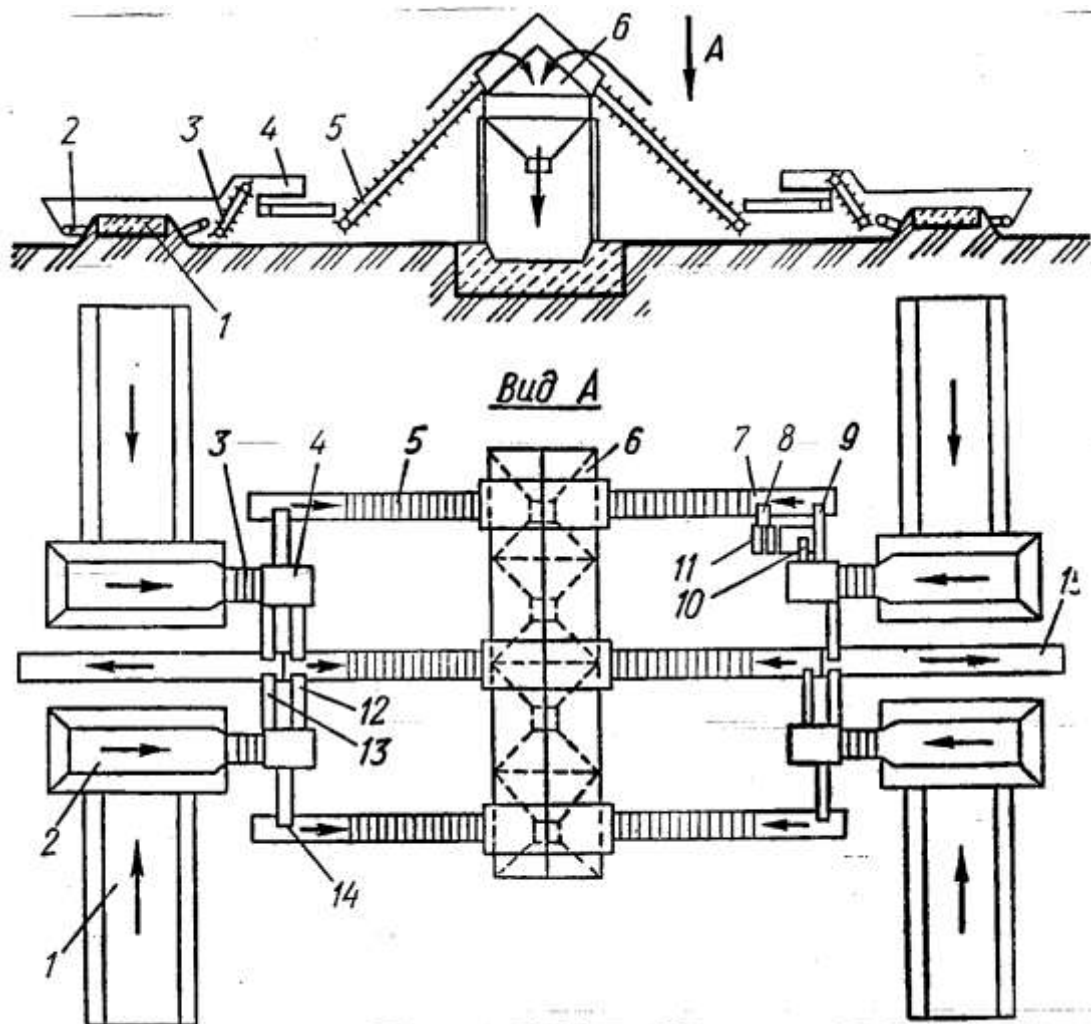


Рис. 2.2. Схема стаціонарного картоплесортувального пункту.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1 – естакада; 2 – приймальний бункер; 3, 10 – транспортери; 4 – сортувальний стіл; 5 – транспортер бункера; 6 – бункер нагромаджувач; 7 – перебиральний стіл; 8, 9 – транспортери; 11 – пристрій для різання бульби; 12 – транспортер середньої картоплі; 13 – транспортер домішок; 14 – транспортер дрібної картоплі; 15 – транспортер домішок.

При закладанні за потоковою технологією бульби калібрують на фракції в процесі підготовки продукції до реалізації, використовуючи технологічні лінії в сховищах. Для часткового відокремлення ґрунту перед завантаженням бульб у сховище між похилим транспортом завантажувача ТЗК – 30А та його стрілою встановлюють дисковий або прутковий відокремлювач ґрунту.

2.2.2. Інженерне обладнання сховища

В складі інженерного обладнання сховищ для картоплі входять: вентиляційні і холодильні пристрої, силові і освітлювальне електрообладнання, пристрої для регулювання складу і вологості газового середовища, засоби автоматичного управління режимами зберігання продукції.

За допомогою системи вентиляції в приміщенні, де зберігається продукція, в масу подається з заданою інтенсивністю повітря з відповідною температурою і вологістю.

Продукцію, яку зберігають в тарі (в ящиківих піддонах, ящиках, контейнера), згідно з нормативами розміщують з зазорами 50 – 100 мм.. Системи загальнообмінної вентиляції застосовують з верхньою і нижньою подачею повітря. В першому випадку в сховище подають холодне повітря у верхню зону. Повітря проходячи над продукцією, опускається в зазори між контейнерами і ящиками в штабелі. Витяжка в такому випадку відбувається знизу [8, с.76].

Деколи витяжку розташовують зверху. В такому випадку виходять з того, що холодне повітря проходячи через зазори штабеля нагрівається. Підігрите повітря піднімається в гору і виходить з приміщення. В першому випадку вентиляція про-

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

ходить по схемі “зверху – вниз”. При схемі “зверху – вниз” використовують повітропроводи з щілинами для подачі і витяжки повітря (рис. 2.4).

Верхню роздачу повітря використовують при примусовому охолодженні повітря. В цьому випадку в приміщеннях встановлюють підвісні повітроохолоджувачі або монтують їх на постаменті. При охолодженні холодним повітрям системи з верхньою роздачею є ефективним. При використанні цієї системи повітря подають зверху (рис. 2.5).

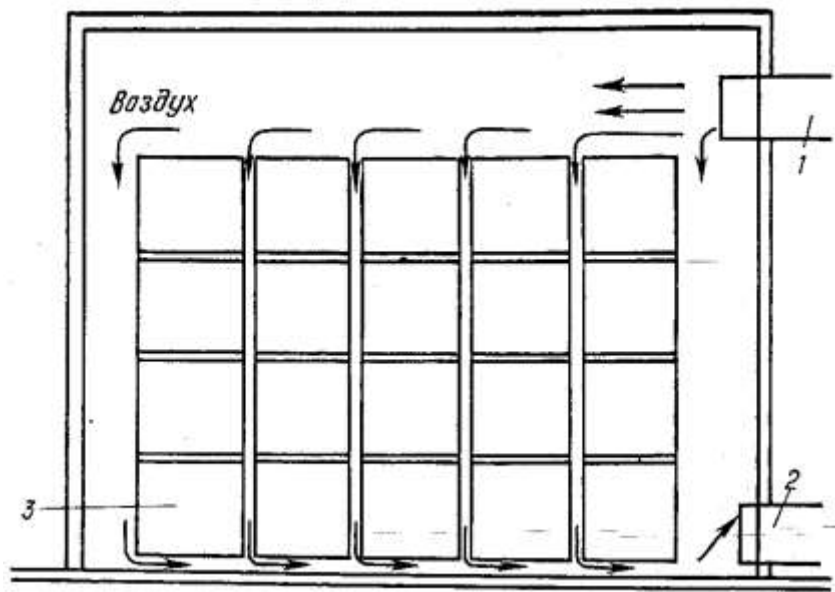


Рис. 2.3. Загальнообмінна вентиляція приміщення з подачею повітря в верхню зону (по схемі “зверху – вниз”) :

1 – приточний пристрій; 2 – витяжний пристрій; 3 – штабель продукції.

Після вентиляторів встановлюють магістральні повітропроводи, довжина яких не перевищує 36 – 40 м.

При збиранні продукції в закритому об'ємі, в умовах штучного охолодження, відносна вологість встановлюється на рівні, рівному вологості повітря, для картоплі 95,2 %. Продукція в таких умовах ніби сама регулює вологість повітря в середині штабеля. Видалення надлишків тепла в камерах з штучним охолодженням пов'язано з конденсацією вологи на поверхнях теплообмінних апаратів, в яких повітря охолоджується. Ця сконденсована волога створюється за рахунок сушки продукції. Тому сушка прямо пропорційна притокам тепла в камери зберігання. В.З.Жадан пропонував розрахункову формулу для визначення витрат вологи (кг) продукції сушки[4,с.165]:

$$W = Q/E, \quad (2.3)$$

де, Q – тепло припливи до повітря камери за той же період, кДж;

E – теплодинамічний параметр в інтервалі температур від 0 до 15 °С ,

$E = 6385 - 145 t_b$ (t_b – температура в камері, °С).

В сховищах без штучного охолодження волога виходить назовні разом з теплим повітрям. Тому залежність, яку отримав В.З.Жадан, не можна використовувати для сховищ з активним вентиляванням без штучного холоду в період охолодження продукції.

Велике значення має підтримання оптимального значення вологості повітря. Його необхідно підтримувати на рівні, яке забезпечує не випадання конденсату вологи на внутрішніх поверхнях огорож. Зимою, коли температура внутрішніх поверхнях огорож нижче температури повітря повинна бути нижча від вологості насичення.

При зовнішній температурі, яка більша температури в сховищі, поява конденсату неможлива. В деяких випадках використовують зволожувачі повітря. Зволожувач для сховищ картоплі має продуктивність 100 кг/год. розпиленої води при дисперсності капель від 20 до 120 мкм (рисунок 2.6)

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

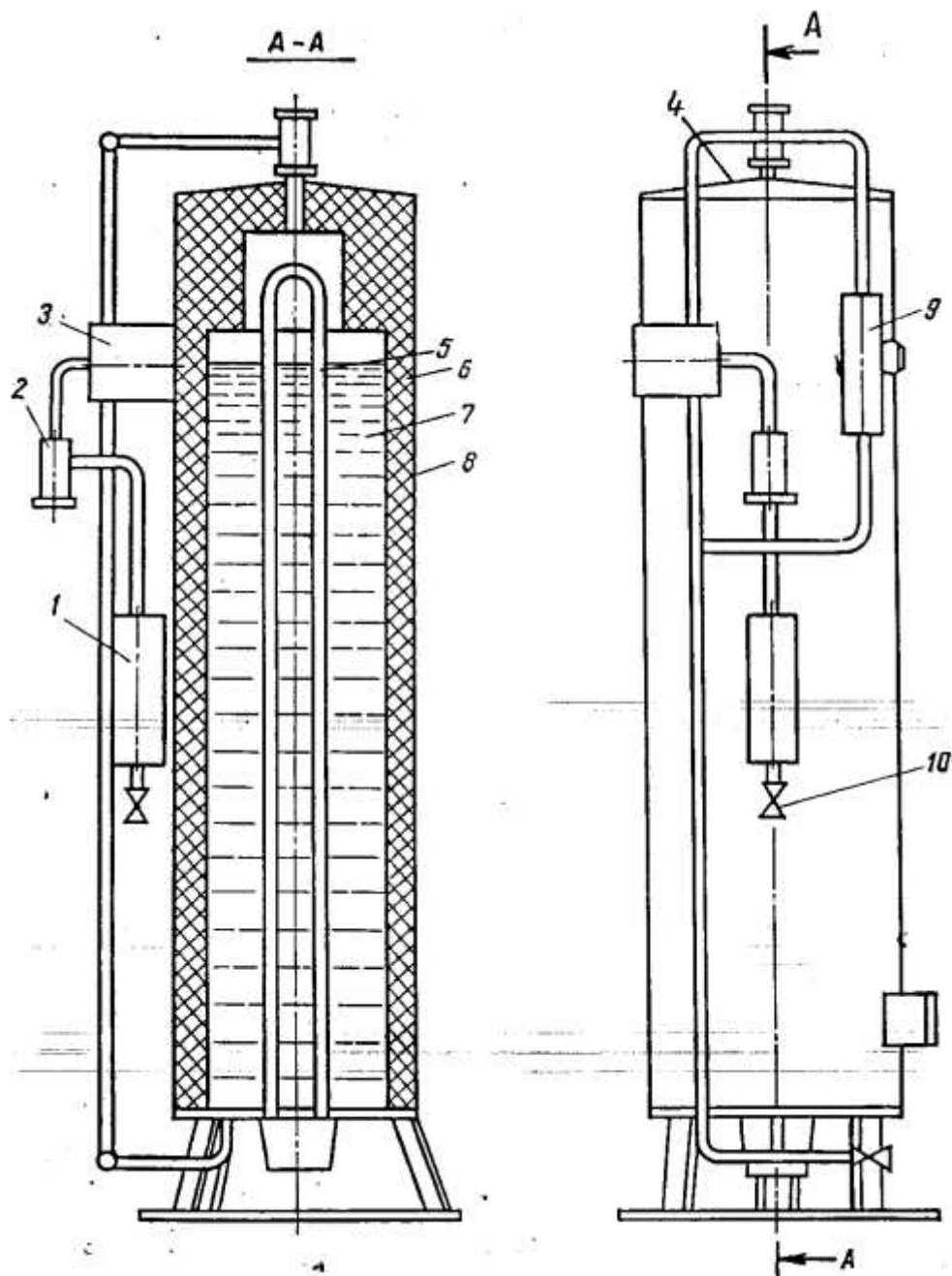


Рис. 2.7. Паровий зволожувач повітря АУВ:

1 – протинакипальний пристрій; 2 – фільтр; 3,9 – поплавкові клапани; 4 – кришка корпусу; 5 – електронагрівач; 6,7 – вода; 8 – корпус; 10 – вентиль.

2.3 Висновки

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Проведено аналіз різних способів зберігання картоплі, інженерного забезпечення сховища і технічних засобів, що використовуються при післязбиральній доробці та зберіганні картоплі картоплі.

Розглянуто вплив режимів зберігання – температури і вологості повітря на вихід продукції при зберіганні.

Обґрунтовано необхідність зберігання картоплі в спеціальних контейнерах, що складаються у штабель при активній вентиляції і регульованому газовому середовищі, що значно зменшить втрати продукції при зберіганні та підвищить її товарний вигляд.

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 МЕХАНІЗАЦІЯ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОЇ ДОРОБКИ І ЗБЕРІГАННЯ КАРТОПЛІ

3.1 Вибір режимів регулювання

Одним із основних факторів, який впливає на життєдіяльності продукції є температура. Залежність інтенсивності виділення вуглекислого газу при диханні від температури зберігання продукції виражається формулою [7,с.18]:

$$R_t = R_0 \exp bt \quad (3.1)$$

де, R_t – інтенсивність дихання при температура t , $\text{см}^3/(\text{кг}\cdot\text{с})$;

R_0 – інтенсивність дихання при 0°C , $\text{см}^3/(\text{кг}\cdot\text{с})$;

t – температура, $^\circ\text{C}$;

b – температурний коефіцієнт.

Дана залежність виражена графіком на рисунку (3.1).

Самозігрівання продукції призводить до збільшення температури самої продукції. Збільшення температури продукції пропорційно абсолютному значенню теплоти дихання при даній температурі, що математично виражається формулою [7, с.15]:

$$q = q_0 \exp (bt) \quad (3.2)$$

де, q – питома теплота дихання, Вт;

q_0 - питома теплота дихання при 0°C , Вт;

b – температурний коефіцієнт дихання, $1/^\circ\text{C}$;

t – температура зберігання продукції, $^\circ\text{C}$.

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

За допомогою ПЕОМ і мови програмування BASIC обчислимо дані для побудови графіка залежності питомої теплоти дихання від температури зберігання. Дані обчислень заносимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1.

Питома теплота дихання картоплі в залежності від температури зберігання.

Температурний коефіцієнт	Питома теплота дихання при температурі, °C												
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
0,0617	10	11,3	12,8	14,5	16,4	18,5	20,9	23,7	26,8	30,4	34,3	38,9	43,9

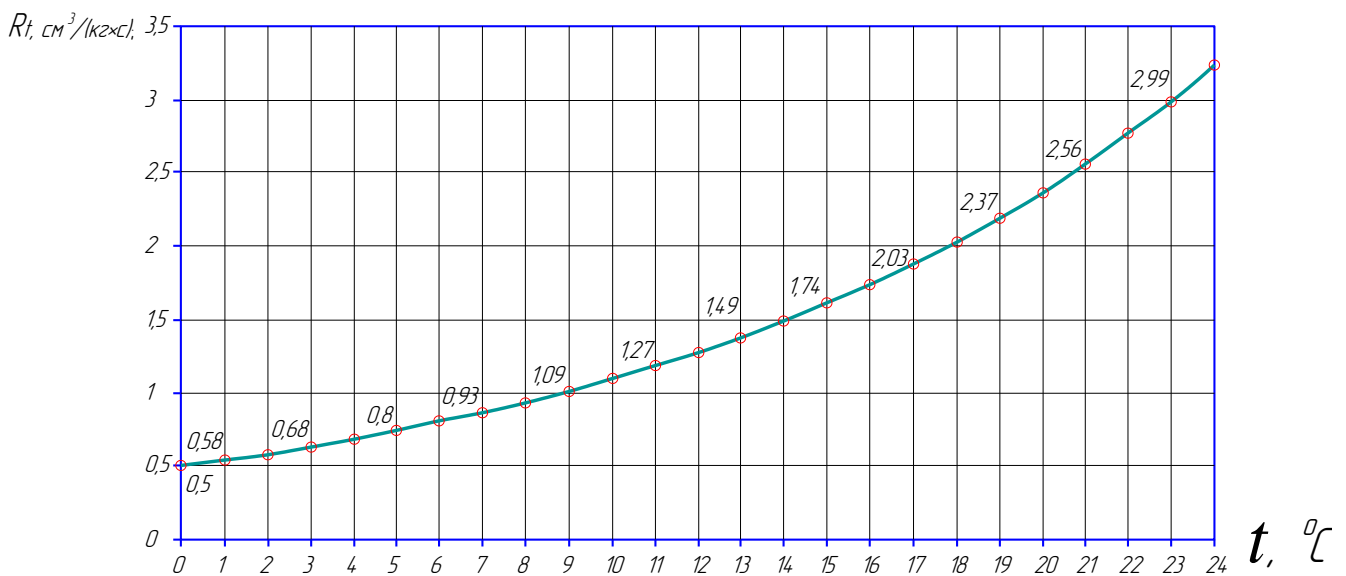


Рис. 3.1. Інтенсивність дихання картоплі в залежності від температури.

По даних таблиці 3.1. з використанням ПЕОМ будуюмо графік (рисунок 3.2) залежності питомої теплоти дихання від температури зберігання, методика розрахунку наведена в додатку 3.

Користуючись цією формулою проведемо дослідження витрат енергії на охолодження при різних швидкостях зміни температури з урахуванням самозігрівання, °С/год. Даний розрахунок виконуємо з використанням ПЕОМ за допомогою мови програмування BASIC в вигляді таблиці Microsoft Exc. Програма розрахунку наведена в додатку, результати розрахунку наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Витрата енергії на охолодження продукції до 1 °С за 10 діб з різною швидкістю охолодження з врахуванням самозігрівання.

	Зміна температури за добу, °С								
	25	22	19	16	13	10	7	4	1
Витрати енергії, Вт	0	12,4	24,8	37,2	49,7	62,1	74,5	86,9	99,3

За даними таблиці 3.2 побудуємо графік залежності у вигляді.

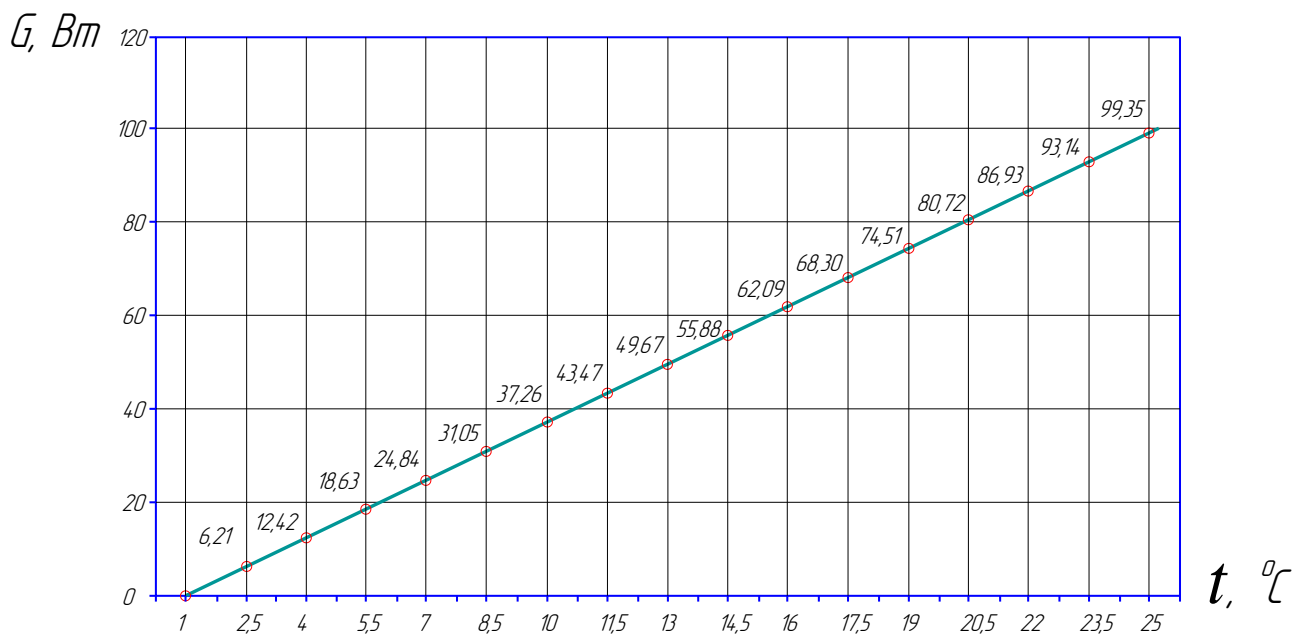


Рис. 3.3. Витрата енергії на охолодження продукції за 10 діб з врахуванням самозігрівання.

Аналізуючи графік на рисунку 3.3, ми бачимо, що введення попереднього охолодження дає змогу економити енергоносії. Тому враховуючи ці дані ми будемо застосовувати попереднє охолодження з тією умовою, що вона відбудеться за короткий термін, тобто протягом 15 – 24 годин.

При зберіганні картоплі при активній вентиляції в якості холодоносія використовується газоповітряна суміш. Але при відводі тепла газоповітряна суміш осушує продукцію, забираючи від неї внутрішню вологу. Зменшення вмісту вологи в продукції призводить до втрати маси, зменшення терміну зберігання і погіршення якості.

Осушуючи здатність повітря залежить від виду і режиму охолодження. Теоретично і практично доведено, що при відводі однієї кількості тепла від продукції значну роль має температура повітря, яке охолоджується.

Тому створення нової технології зберігання картоплі неможлива без розуміння правильного поняття термодинамічних якостей повітря для забезпечення мінімальної витрати вологи. Тому коли насичене повітря охолоджує продукцію воно має можливість поглинати її з поверхні, яка охолоджується. Тому необхідно знати оптимальну температуру охолодження, при якій витрати вологи будуть мінімальні.

Для розрахунку осушки продукції при охолодженні застосовують формулу, яку одержав В. Е. Жадан [7,с.18]

$$n_0 = 100 c (t_2 - t_1) E\delta / Et, \quad (3.4)$$

де, n_0 – витрати маси продукції;

c – теплоємність продукції, кДж / (кг °С)

t_2, t_1 – початкова і кінцева температура продукції, °С

$E\delta$ - коефіцієнт, який враховує тепло дихання продукції;

Et – тепло вологостійкість, кДж / кг.

Et можемо знайти з формули [5,с.71]

$$Et = 6385 - 1,21 t^3 - 335 t, \quad (3.5)$$

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Якщо продукцію охолоджують менше ніж за дві доби, можна використати наступну формулу [4 с.110]:

$$n_o = 100 c (t_2 - t_1) / Et, \quad (3.6)$$

Приймаємо початкову температуру +25 °С, кінцеву +1 °С, теплоємність картоплі 3,56 кДж / (кг °С). Проаналізуємо втрати маси продукції при проведенні попереднього охолодження картоплі протягом доби до різної температури зберігання. Розрахунок здійснений за допомогою мови програмування BASIC. Програма розрахунку наведена в додатку 5.

Дані розрахунку заносимо в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3

Витрати маси в залежності від температури охолодження.

Температура охолодження	25	20	15	10	8	6	4	3	2	1
Витрати маси, %	0	0,3	0,56	0,8	0,9	1	1,2	1,23	1,28	1,34

Виразимо дані таблиці 3.3 у вигляді графіка 3.4.

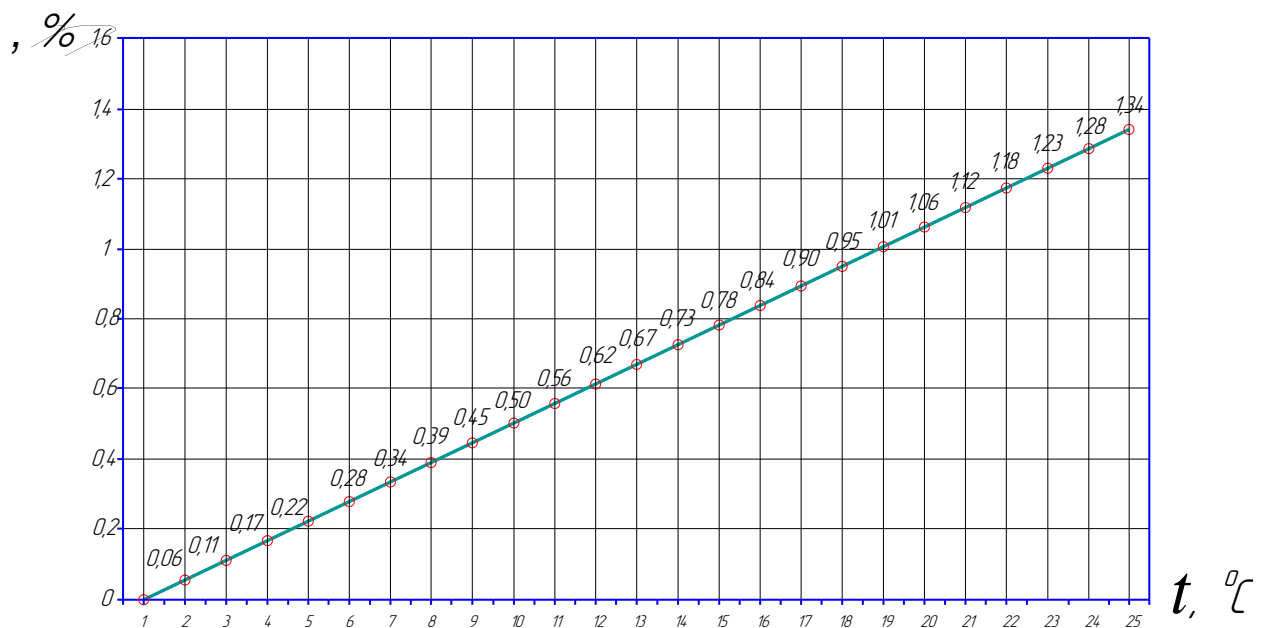


Рис. 3.4 Втрата маси в залежності від температури охолодження.

З графіка 3.4 видно, що при зниженні температури охолодження, втрати маси зростають. Так, при охолодженні картоплі до 1 – 3 °С втрачається 1,3 % маси.

3.2. Технологія зберігання картоплі в сховищі

3.2.1. Післязбиральна доробка картоплі

Залежно від умов збирання та призначення картоплі застосовують відповідну технологію післязбиральної доробки.

У зв'язку з цим господарство повинно мати відповідний набір машин, які можна було б ефективно використати в технологічній лінії. Особливо це необхідно при збиранні в складних умовах, коли разом з бульбами може потрапляти значна кількість ґрунтових та рослинних домішок.

В господарстві для збирання картоплі використовуються картоплекопачі з ручним збиранням картоплі у контейнери. Використання контейнерів вимагає більших матеріальних затрат, але за рахунок кращого збереження бульб витрати повністю окупаються. Крім цього даний спосіб забезпечує повну механізацію вантажно-розвантажувальних робіт.

Набір машин та обладнання має містити: приймальний бункер, набір транспортерів, сортувальний стіл, набір контейнерів та електронавантажувач типу ЕП – 103 або ЕП – 106, засоби навантаження бульб з майданчика на випадок переривання технологічного потоку. Машини повинні мати індивідуальний привід і легко пересуватись по майданчику. Технологічну лінію для післязбиральної доробки картоплі виконуємо на базі картоплесортувального пункту КСП – 15Б (рисунки 3.5).

Технологічний процес післязбиральної доробки картоплі відбувається наступним чином:

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

сипу вологи при подачі повітря вологістю біля 80 %. В різні періоди зберігання, режими зберігання будуть відрізнятися. Так, в підготовчий період, коли продукцію приводять з поля поділяють на два етапи: етап осушки і лікувальний етап. Картопля, яка поступила в сховище, осушують при температурі повітря 8 – 10 °С, відносною вологістю 80 %. В цей етап температуру продукції доводять до 12 °С, продовжується він 48 годин. Лікувальний етап для картоплі проводиться протягом 250 годин, при температурі повітря 12 °С і відносній вологості 95 – 100 % . подача повітря в усі періоди зберігання близько 180 – 250 м³ / (т.год).

В період охолодження температуру продукції доводять до температури зберігання (1 – 5 °С). Продукцію охолоджують протягом 20 – 25 діб. Але повільне охолодження продукції веде до збільшення втрат маси картоплі. Тому доцільно охолоджувати картоплю за 10 – 15 годин, що реально в умовах активної вентиляції. Температура охолоджуючого повітря в цей період 1 – 5 °С при відносній вологості 90 – 100 % . найбільший перепад між температурною продукції і температурою охолоджуючого повітря – 8 °С.

В період основного зберігання, який продовжується біля 7200 годин подача повітря – 50 ... 250 м³ / (т. год.), а при штучному охолодженні – 10 – 30 м³ / (т. год.). Температура повітря в цей період 1 – 2 °С при відносній вологості 95 – 98 % . В перед реалізаційний період температуру продукції доводять до 10 – 12 °С. цей період продовжується біля 240 годин. Температура повітря, яка подається в сховище близько 5 – 15 °С при відносній вологості 40 – 60 % .

3.3 Розробка технологічної карти.

Для наглядного відображення послідовності робіт по закладанню на зберігання і зберіганню картоплі складається технологічна карта. Де проводяться терміни проведення робіт, об'єми робіт, марки машин, показники їх роботи та інші. Технологічна карта потрібна також для підрахунку техніко-економічних показників проекту-затрат праці, витрат

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Марку машини або агрегатів вибираємо з наявних в господарстві, розрахунків або каталогів. Продуктивність машин за одну годину вибираємо з технічних характеристик або норм виробітку.

Продуктивність машин або агрегату за зміну відповідає для основної машини її дійсній продуктивності, для залежної машини визначається об'ємом робіт, який необхідно виконати для забезпечення стабільності технологічного процесу.

В кількості годин роботи машини або агрегату протягом зміни відмічаємо чистий час роботи кожної машини. Кількість змін і днів роботи залежить від періоду роботи, продуктивності і кількості машин. Необхідна кількість годин на виконання всього обсягу робіт визначається кількістю годин роботи машини протягом зміни та кількістю змін і днів роботи. Потужність приводу вибирається з технічної характеристики.

Витрати енергії (палива) на одиницю роботи визначаємо лише для тракторних агрегатів. Витрати енергії визначаємо в залежності від потужності машин і тривалості їх роботи. Витрати пального визначаються тривалістю роботи і погодинною витратою пального.

Необхідна кількість машин визначається термінами їх роботи і продуктивністю. Необхідна кількість основних і допоміжних працівників залежить від кількості машин і кількості їх обслуговуючого персоналу. Затрати робочого часу визначаються кількості годин роботи машини і кількістю їх обслуговуючого персоналу.

3.4 Висновки

Розраховано режими зберігання картоплі – температуру і вологість повітря, кратність повітрообміну у періоди закладання на зберігання, зберігання та зняття із зберігання.

Підібрано обладнання технологічної лінії для післязбиральної обробки картоплі

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

З метою відображення послідовності робіт із закладання на зберігання, зберігання та зняття із зберігання картоплі складено технологічну карту. Що дозволить визначити терміни проведення робіт, обсяги робіт, марки машин, показники їх роботи та інші. Технологічна карта необхідна також для підрахунку техніко-економічних показників проекту.

					<i>ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						41
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

4 ОБЛАДНАННЯ СХОВИЩА ТА ЙОГО ІНЖЕНЕРНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

4.1 Огляд типового проекту сховища

Сховище для зберігання продукції буде базуватися на типовому проекті сховища №813-135. Це сховище широко використовується на даний час в сільському господарстві [4, с. 45].

Картоплесховище з цехом товарної обробки плодів використовується для довготривалого зберігання картоплі. Також сховище може застосовуватись в літній час для охолодження і короткотривалого зберігання ягід і плодів і для їх товарної обробки.

Розрахункова місткість сховища при зберіганні картоплі становить 700 тон, тривалість зберігання дев'ять місяців. Вантажні роботи здійснюються за допомогою електронавантажувачів. Охолодження здійснюється по децентралізованій схемі від автономних компресорних холодильних машин ХМСР-16.

За допомогою цих установок в камерах здійснюється температурний режим і вологонасичення повітря. Вентиляція камер зовнішнім повітрям прийнята в розмірі трикратного обміну за добу. В проекті прийнята повітряна система охолодження з безканалним розподілом повітря.

4.2 Основні вдосконалення сховища

Для збільшення терміну і покращення умов зберігання пропонуємо вдосконалити типове сховище. Для цього застосовуємо центральну схему охолодження і активної вентиляції. Продукція буде зберігатися в камерах невеликого об'єму, в контейнерах в два ряди і декілька ярусів.

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Центральна система охолодження і активної вентиляції з промисловим кондиціонером розміщується в машинному відділенні і з'єднана з камерами зберігання повітропроводами з системою впускних і випускних клапанів.

Також в типовому проекті використовується в ролі ізоляційного шару мінерально-ватні плити марки 350.

Даний вид теплоізоляційного матеріалу має великий коефіцієнт теплопровідності і потребує додаткового гідроізоляційного шару з середини камери. Це приводить до значних втрат холоду в теплу пору року і до переохолодження продукції в зимовий час.

Гідроізоляційний шар камер потребує щорічного ремонту, що також збільшує експлуатаційні витрати на сховище. Тому пропонується використовувати в ролі теплоізолятора панелі. Панелі випускаються товщиною 100 мм і покриті з двох сторін оцинкованим листом. Вони легко монтуються, не потребують гідроізоляційного шару і мають значну міцність і стійкість.

4.3 Вибір тари для зберігання картоплі

Продукція, що потребує зберігання, переважно картопля, будуть закладатися на зберігання в контейнерах типу СП-5-0,45-2. Даний вид контейнера є розбірним і він спеціально розроблений для зберігання переважно картоплі. Зберігання картоплі саме в контейнерах зумовлено такими причинами.

1. Даний вид контейнера дозволяє здійснювати активну вентиляцію всередині контейнера;
2. Контейнери зберігання забезпечують більш повну механізацію вантажно-розвантажувальних робіт, підвищує продуктивність праці при зберіганні і транспортуванні, зменшує витрати картоплі від механічних пошкоджень;
3. Значно, на 30-40%, покращується використання місткості картоплесховища.

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

4.4 Розташування продукції в камері зберігання

Розташування контейнерів в камері буде таким, щоб найкраще забезпечити систему активного вентилявання. Вибраємо систему активного вентилявання камери зберігання, яка забезпечувала б декілька умов найкращого теплообміну між продукцією і холодоносієм. Найкраще для цього підходить циркуляційна система активної вентиляції, яка має наступні переваги:

- 1) кругове омивання холодоносієм всередину контейнера;
- 2) достатня проникність холодоносія всередину контейнера;
- 3) можливість природньої конвекції брати участь в процесі охолодження.

Щоб сповна використати ці переваги найкраще розмістити контейнери в дві колони між якими зверху подається повітря. Повітря, що подається в камеру, буде ділитись на чотири потоки

- 1) потік А, який омиває кожен стовпець контейнерів по схемі знизу-вверх і охолоджує праву і ліву частину контейнера;
- 2) потік Б, який проникає між рядами контейнерів і охолоджує їх верхню і нижню частину;
- 3) потік В, який проходить через контейнер і охолоджує картоплю всередині контейнера;
- 4) потік повітря який проникає між боками контейнерів і омиває передню і задню частину контейнера.

Також в такій системі використовується гравітаційний потік теплого повітря, який проходить між рядами контейнера. При цьому тепле повітря не проходить через верхні контейнери і вони охолоджуються рівномірно.

Отже, приймаємо розміщення в камері контейнерів в два стовпці, які мають по три контейнери вверху і три контейнери вдовжину. При цьому потрібно забезпечити відстань між стовпцями, не менше 0,5 метрів і між стінками камерами і стовпцем 0,1 метра.

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

4.5 Розрахунок розмірів камери зберігання

Приймаємо розміщення камер зберігання в два ряди в одній камері типового проекту. Між ними залишається технологічний коридор для завантаження контейнерів в камери з допомогою електронавантажувачів.

Знайдемо розміри камери. При цьому необхідно забезпечувати технологічні відстанні між стінками камери і контейнерами для кращого проходження холодноносія в 0,1 метра [8, с. 65]..

Розраховуємо довжину камери, м:

$$D_{\text{кам}} = D_{\text{конт}} \cdot K_d + 2 \cdot D_1 + D_2 \cdot (K_d - 1) + S_1, \quad (4.1)$$

де $D_{\text{конт}} = 1,24\text{ м}$ – зовнішня довжина контейнера;

$K_d + 2$ – кількість контейнерів по довжині камери;

$D_1 = 0,2\text{ м}$ – відстань між контейнером і стінкою камери;

$D_2 = 0,5\text{ м}$ – відстань між контейнерами по довжині ;

$S_1 = 0,1\text{ м}$ – товщина ізоляційного шару.

$$D_{\text{кам}} = 1,24 \cdot 2 + 2 \cdot 0,2 + 0,45(2-1) + 0,1 = 3,48\text{ м}$$

Знаходимо кількість камер в одному ряді;

$$K_{\text{кам.р}} = L_{\text{прольоту}} / D_{\text{кам}} \quad (4.2)$$

де $L_{\text{прольоту}}$ – довжина прольоту камери типового проекту, м

$$L_{\text{прольоту}} = 18$$

$$K_{\text{кам.р}} = 18 / 3,48 = 5,17 \text{ шт,}$$

Приймаємо 5 камер в одному ряді.

Знаходимо дійсну довжину камери, м:

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$D_{\text{кам}} = L_{\text{прольоту}} / K_{\text{кам}}, \quad (4.3)$$

$$D_{\text{кам}} = 18/5 = 3,6\text{м}$$

Приймаємо довжину камери 3,6 метра.

Знаходимо ширину камери, м:

$$S_{\text{кам}} = S_{\text{конт}} \cdot K_0 + 2S_1 + S_2(K_3 - 1) + S_1 \quad (4.4)$$

Де $S_{\text{конт}} = 0,835$ м – зовнішня ширина контейнера;

$K_3 = 4$ м – кількість контейнерів по ширині камери;

$S_1 = 0,2$ м – відстань між контейнерами і стінкою камери;

$S_2 = 0,1$ м – відстань між контейнерами по ширині.

$$S_{\text{кам}} = 0,835 \cdot 3 + 2 \cdot 0,2 + 0,1(3 - 1) + 0,1 = 3,2\text{ м}.$$

Приймаємо ширину камери 3,2 метри;

Знаходимо ширину технологічного коридору, м:

$$S_{\text{кор}} = S_{\text{прольоту}} - 2S_{\text{кам}} \quad (4.5)$$

$S_{\text{прольоту}} = 10$ м – ширина прольоту.

$$S_{\text{кор}} = 10 - 2 \cdot 3,2 = 3,6\text{ м}$$

Така ширина технологічного коридору достатня для відкриття двохстворчатих дверей камери, а також для нового розвороту електронавантажувача з контейнером в коридорі.

Знаходимо висоту камери, м:

$$H_{\text{кам}} = H_{\text{конт}} \cdot K_n + H_1 \quad (4.6),$$

де $H_{\text{конт}} = 0,75$ м – зовнішня висота контейнера;

$K_n = 3$ – кількість контейнерів по висоті камери;

$H_1 = 1,6$ м – конструктивна висота навантажувача,

$$H_{\text{кам}} = 0,75 \cdot 3 + 1,6 = 3,85\text{ м}$$

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Приймаємо висоту камери 4 метри.

Знайдемо максимальну місткість камери з картоплею, виходячи з стандартної ємкості одного контейнера, т:

$$M_{\text{кам}} = K_{\text{конт}} \cdot M_{\text{конт}} \quad (4.7)$$

де $K_{\text{конт}} = 18$ – кількість контейнерів в камері;

$M_{\text{конт}} = 0,35\text{т}$ – типова вага картоплі в одному контейнері.

$$M_{\text{кам}} = 18 \cdot 0,35 = 6,3\text{т}$$

4.6 Вибір і розрахунок систем активного вентиляювання

4.6.1 Обґрунтування системи вентиляювання

Роздільна система холодного і нагрітого повітропроводів без регулювання подачі в кожен камеру. Система складається з двох повітропроводів, один з яких забирає холодоносій з камери і подає в промисловий кондиціонер. Інший повітропровід від кондиціонера подає холодоносій в камеру зберігання.

Така система не забезпечує регулювання параметрів кожної камери окремо і вентиляція здійснюється всіх камер одночасно. Дана система використовується на сховищах, де зберігається продукція з однаковими умовами зберігання, не потребується суворе дотримання умов зберігання. В цій системі неможливо використовувати швидке попереднє охолодження і застосовувати різні температури зберігання в камерах.

Роздільна система холодного і нагрітого повітропроводів з регулюванням подачі повітря в кожен камеру. Ця система відрізняється від попередньої наявністю повітряних клапанів для кожної камери зберігання. Така система забезпечує зберігання різної продукції в кожній камері, а також використання попереднього охолодження кожної камери окремо.

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Негативна сторона цієї системи полягає в тому, що потребує монтування двох повітропроводів і двох повітряних клапанів для кожної камери, що значно ускладнює систему. Також при нагнітанні холодоносія в подавальний повітропровід в ньому створюється надлишковий тиск, який діє на всі повітряні клапани. Це потребує значної герметизації кожного клапану камери.

Оскільки описані системи не забезпечують кращих умов подачі і відводу холодоносія, тому в проекті краще прийняти кругову систему повітропроводу. Ця система складається з одного повітропроводу, що значно зменшує металоємкість і складність системи. Основна ідея полягає в тому, що повітропровід буде мати кругову структуру, починаючись і закінчуючись на кондиціонері.

На повітропроводі буде встановлена система подачі повітря для кожної камери зберігання. Система подачі складається з трьох повітряних клапанів. Перший клапан буде забирати холодне повітря з повітропроводу і подавати його в камеру. Другий клапан буде забирати нагріте повітря з камери і подавати його далі по повітропроводі. Ці клапани будуть розділені по довжині повітропроводу третім клапаном, який буде розділяти холодне і нагріте повітря[7,с.45].

4.6.2 Загальна будова системи активного вентилявання

Проектуючи сховище нам потрібно забезпечити швидке охолодження і через велику кількість камер найкраще прийняти декілька систем активного вентилявання. Такий розподіл дає кращу можливість керувати системою і здійснювати процес охолодження в декількох камерах одночасно з різними режимами.

Тому приймаємо систему, яка буде обслуговувати десять камер, тобто одна система на прольоті типового сховища. Кожну систему активного вентилявання буде обслуговувати стандартний промисловий кондиціонер і холодильна установка. Така система буде сприяти найкращій роботі і швидкому регулюванню режиму в камері. Кондиціонери будуть встановлені в машинному відділенні, а повітропроводи прокладені над камерами зберігання. Повітряні клапани будуть розташо-

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

вані над камерами зберігання і через отвори в стелі камери подаватимуть холодоносій і забиратимуть його.

Система регулювання газового середовища працює в двох режимах:

- режим коригування газового середовища;
- режим збагачення газової суміші киснем.

4.6.3 Розрахунок об'єму повітря, що подається в камеру при охолодженні продукції.

При відводі тепла з поверхні продукції, одночасно відбувається процес переходу тепла від середини плоду до його поверхні. Показниками цих двох процесів є внутрішній $R_{вн}$ і зовнішній $R_{зн}$ термічний опір, відношення яких між собою називається критерієм Віо (Vi) [12, с.104]:

$$Vi = R_{вн} / R_{зн} , \quad (4.8)$$

Відхилення значення Ві від одиниці означає, що в загальному тепловому потоці місцеве гальмування викликане або всередині продукції $Vi > 1$, або на поверхні $Vi < 1$. Тому головна наша мета – забезпечити такі умови, щоб цей критерій був близький одиниці.

На основі цієї залежності знайдемо потрібний нам об'єм холодоносія.

Внутрішній опір [5, 104]:

$$R_{вн} = R / \lambda , \quad (4.9)$$

Де R – радіус елемента продукції для картоплі,

λ – коефіцієнт теплопровідності продукції.

Коефіцієнти теплопровідності продукції [5, 104]:

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$$\lambda = \rho_{\text{ф}} / \rho_{\text{н}} (0,47 - 0,004 \text{Пс}) + 0,25 (1 - \rho_{\text{ф}} / \rho_{\text{н}}), \quad (4.10)$$

де $\rho_{\text{ф}}$ – фізична щільність картоплі;

$\rho_{\text{н}}$ – насипна щільність;

Пс – вміст сухих речовин.

Зовнішній опір [5, 104]:

.

$$R_{\text{зн}} = 1/a_{\text{н}} E, \quad (4.11)$$

де $a_{\text{н}}$ – коефіцієнт теплопередачі на границі “продукція- повітря”;

E – коефіцієнт ентальпії.

Коефіцієнти теплопередачі на границі “продукція- повітря”,

[4,с.108]:

$$a_{\text{н}} = 1,5 + 0,03 V \cdot h \cdot \rho_{\text{н}}, \quad (4.12)$$

де V – розхід повітря, $\text{м}^3/(\text{т} \cdot \text{год})$;

h – товщина шару продукції;

$\rho_{\text{н}}$ – насипна щільність продукції, $\text{т}/\text{м}^3$

Коефіцієнт ентальпії [5,с.105]:

$$E = 1/1 - (\Gamma/E_{\text{т}}) \quad (4.13)$$

Розраховуємо співвідношення між зовнішнім і внутрішнім термічним опором при охолодженні для нашого випадку.

Питомий розхід повітря $250 \text{м}^3/\text{т} \cdot \text{год}$, геометричні розміри $0,03 \text{м}$, висота штабеля – $0,74 \text{м}$, насипна щільність $0,65 \text{ т}/\text{м}^3$, теплопровідність $0,52 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, температура повітря 0°С .

Коефіцієнти теплопередачі $a_{\text{н}}$:

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$a_H = 1,5 + 0,03 \cdot 250 \cdot 0,74 \cdot 0,65 = 5,1 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$$E_T = 6385 - 147 \cdot 0 = 6385 \text{ кДж}/\text{кг}$$

Коефіцієнт ентальпії:

$$E = 1 / (1 - 0,03 / 6385) = 1,05$$

Внутрішній опір R_{BH} [Вт/(м²·К)]:

$$R_{BH} = 0,03 / 0,52 = 0,058$$

Зовнішній термічний опір R_{ZH} [Вт/(м²·К)]:

$$R_{ZH} = 1 / (5,1 \cdot 1,05) = 0,18$$

Критерій Віо при охолодженні картоплі:

$$Vi = 0,058 / 0,18 = 0,32$$

Отже, з розрахунку ми бачимо, що при охолодженні картоплі визначаючим стає зовнішній термічний опір. Тому подальше збільшення питомого розходу повітря впливає на темп охолодження картоплі.

4.6.4 Розрахунок конструкції повітропроводу для холодоносія

Знаходимо об'єм холодоносія при повному завантаженні камери картоплею 6,3 тонн, м³/год

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

центральний секційний кондиціонер K_d , який виробляється харківським заводом “кондиціонер”.

При виборі кондиціонера будемо враховувати те, що дані кондиціонери охолоджують повітря 10°C і забезпечують вологою 60-70%. В нашому випадку потрібно охолоджувати повітря до 0°C і з вологістю до 85-95%. Тому потрібно вибрати кондиціонер, який має більш значну пропускну здатність. Найкраще для цього підходить K_{d10a} , який може виготовлятися по спеціальній схемі в залежності від потреб.

Для цього розрахуємо спеціальну схему кондиціонера. Даний кондиціонер повинен мати такі складальні одиниці, розташовані в такому порядку: вентиляторний агрегат, з'єднувальна секція, камера обслуговування, камера зрошування, повітряна камера з провідним клапаном для приймання рециркуляційного повітря.

Визначаємо розхід води на зволоження повітря в зрошувальній камері кондиціонера, кг/с [3, с.230]:

$$G_{\text{води}} = B \cdot L / 3600, \quad (4.16)$$

Де $B = 1$ – коефіцієнт зрошування, приймається в залежності від роботи камери для адіабатичного зволоження.

$$G_{\text{води}} = 1 \cdot 1575 / 3600 = 0,44 \text{ кг/с} .$$

Знаходимо кількість води, яку розпилює одна форсунка, кг/с [11, с.200]:

$$G_{\text{ф}} = G_{\text{води}} / k \quad (4.17)$$

де $k = 36$ – кількість форсунок для камери K_{d10a} .

$$G_{\text{ф}} = 0,44 / 36 = 0,012 \text{ кг/с}$$

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Приймаємо форсунки діаметром 1,5мм при робочому тиску перед форсунками 0,1 Мпа [11, с.228].

Отже, для кондиціонера приймаємо зрошувальну камеру 01.01210 з тангенціальними поліетиленовими форсунками діаметром 1,5мм в кількості 36 штук. Ця камера викликає в системі аеродинамічний тиск 0,12 Мпа [11,с.160].

Вибираємо поверхневий повітроохолоджувач. В нашому випадку найкраще прийняти восьмирядний поверхневий повітроохолоджувач 01.02080. Він має загальну поверхню передачі холоду 137,6 м³ і створює в системі аеродинамічний тиск 0,31 МПа, це зумовлюється тим, що даний кондиціонер потребує значної передачі холоду [11, с.161].

Оскільки даний кондиціонер агрегується з вентиляторними агрегатами ЦЦ-70, необхідно підібрати тип вентилятора. Для цього необхідно знайти втрати тиску в системі повітропроводів.

Знаходимо втрати тиску системи, які складаються з втрат тиску тертя $h_{тр}$ і місцевого втрат тиску $h_{місц}$, кПа [11, с.130]:

$$\Delta p = R\beta_{ш}L + Z + \rho_{уст}, \quad (4.18)$$

де $R = 0,0016$ кПа – питома втрата тиску повітропроводу [11, с.135];

$\beta_{ш} = 1,06$ – коефіцієнт, враховуючий фактичну шорсткість стінок повітропроводу в залежності від швидкості повітря, при шорсткості листової сталі 0,1мм і швидкості 6 м/с приймаємо;

L – довжина повітропроводу;

Z – місцеві втрати тиску;

$\rho_{уст}$ – втрати тиску при проході через обладнання.

Довжина повітропроводу, м;

$$L = Z(L_1 + L_2) + 8 \cdot L_3 + 2 \cdot L_4 + L_5, \quad (4.19)$$

де $L_1 = 1,5$ м – довжина вертикального повітропроводу;

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

$L_2 = 3,75\text{м}$ – довжина горизонтального повітропроводу від кондиціонера до клапанів;

$L_3 = 2,58\text{м}$ – довжина горизонтального повітропроводу між клапанами;

$L_4 = 0,5\text{м}$ – довжина повітропроводу до повороту;

$L_5 = 6,56\text{м}$ – довжина повітропроводу через коридор.

$$L = 2(1,5+3,75)+8\cdot 2,58+2\cdot 0,5+6,56 = 38,7\text{м}$$

Місце втрати тиску, кПа:

$$Z = \sum G \cdot P_d, \quad (4.20)$$

де $\sum G$ – сума коефіцієнтів місцевих втрат тиску;

$P_d = 0,28\text{кПа}$ – динамічний тиск повітря по монограмі [11, с.128].

Сума коефіцієнтів місцевих втрат тисків:

$$G = 4G_1 + G_2 + G_3 + 2 G_4 \quad (4.21)$$

де $G_1 = 0,25$ – коефіцієнт місцевого тиску при зміні напрямлення [11, с.128];

$G_3 = 0,08$ – коефіцієнт місцевого тиску при переході від повітропроводу до кондиціонера [11, с.130];

$G_2 = 0,73$ – коефіцієнт місцевого тиску при переході від вентилятора до повітропроводу;

$G_4 = 0,25$ – коефіцієнт місцевого тиску при зміні напрямлення при вході в камеру [11, с.128].

$$G = 4\cdot 0,25 + 0,73 + 0,08 + 2\cdot 0,25 = 2,31$$

Звідси

$$Z = 2,31 \cdot 0,28 = 0,647 \text{ кПа}$$

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Втрати тиску при проході через обладнання, кПа:

$$\rho_{уст} = \rho_k + 11\rho_p \quad (4.22)$$

де ρ_k – втрати тиску при проході через кондиціонер;

$\rho_p = 0,02$ кПа – втрати тиску при проході через повітряний клапан повітропроводів.

Втрати тиску при проході через кондиціонер, кПа:

$$P_k = \rho_3 + \rho_0 + 2\rho_{кл}, \quad (4.23)$$

де $\rho_3 = 0,12$ кПа – втрати тиску при проходженні через зрошувальну камеру;

$\rho_0 = 0,31$ кПа – втрати тиску при проходженні через охолоджувач;

$\rho_{кл} = 0,02$ кПа – втрати тиску при проходженні через повітряний клапан.

$$P_k = 0,12 + 0,31 + 2 \cdot 0,02 = 0,47 \text{ кПа}$$

Звідси:

$$\rho_{уст} = 0,47 + 11 \cdot 0,02 = 0,69 \text{ кПа}$$

Тоді:

$$\Delta p = 0,0016 \cdot 1,06 \cdot 38,7 + 0,647 + 0,69 = 1,402 \text{ МПа}$$

Знаходимо тиск, який потрібно створювати вентилятором, кПа:

$$\rho_B = k\Delta p, \quad (4.23)$$

де $k=1,1$ – коефіцієнт неврахованих втрат тиску,

$$\rho_B = 1,1 \cdot 140,2 = 154 \text{ кПа}$$

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

На основі знайдених значень втрат тиску і $V_{\text{кам}} = 1575\text{м}^3/\text{год}$ згідно зведеного графіка вибираємо тип вентиляторної установки і тип двигуна , с. [65]

Згідно графіка приймаємо вентиляторну установку ЦЦ-70АЦ095-3 з двигуном 4А100SAL потужністю 5,5кВт і частотою обертання 2880 хв^{-1} .

4.7 Висновки

Вибрано типовий проект сховища та проведено його основні вдосконалення. Обґрунтовано розташування контейнерів, та системи циркуляції повітря у камері. Розраховано розміри камери зберігання картоплі. Розроблено конструкцію та розраховано систему активного вентилявання. Розраховано і вибрано промисловий кондиціонер.

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

5 КОНСТРУКТИВНА РОЗРОБКА

5.1 Аналіз пристроїв регулювання газового середовища

На сьогоднішній час існує декілька технічних рішень, які дозволяють регулювати газовий склад. Вони базуються на збільшенні кількості азоту в середовищі, забирання надлишку вуглекислого газу і введення кисню, якщо це необхідно.

Самим простим способом є періодична подача в камеру свіжого повітря – аерація. Але такий спосіб використовується лише в тому випадку, коли продукція зберігається в нормальних газових сумішах. Тобто вміст кисню і вуглекислого газу загалом становить 21%. При використанні субнормальних сумішей використання даного способу неможливе, тому він не підходить для нашого сховища, де загальний склад кисню і вуглекислого газу не повинен перевищувати 5-10 %. В цьому випадку використовується система, де застосовується метод поглинання з середовища вуглекислого газу різними поглиначами.

Використання скрубєрів, де вуглекислий газ поглинається за допомогою хімічних засобів, таких як поташ, кальцинована сода, діетаноли. Кожен з наведених абсорбентів може поглинати обмежену кількість вуглекислого газу, після цього його необхідно замінити свіжим. Ця проблема вимагає додаткових матеріальних і трудових затрат, що пов'язані з купівлею, зберігання і заміною абсорбентів, а також утилізацією використаних. Тому такий спосіб надто дорогий для використання в нашому випадку, а також призводить до залежності від постачання абсорбентів [4, с. 45]..

Зараз більше використовується новий тип скрубєрів неперервної дії, принцип дії яких заснований на декарбонізації середовища, який надходить в скрубєри з камери. Робочим агентом є абсорбент в якому повітря звільняється від вуглекислого газу, після чого очищене повітря повертається в камеру. В якості абсорбента використовується поташ, кальцинована сода і діеталомін, звільнення яких від вугле-

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

кислого газу відбувається при нагріванні абсорбенту. Нагрівання абсорбенту пов'язано з великими втратами енергії, нагрітий абсорбент при поглинанні вуглекислого газу нагріває повітря, що також спричинює значні втрати холоду. Ці установки мають значні розміри і потребують окремого приміщення для розміщення. Тому даний тип установки також малоефективний у використанні.

У Франції з 1965 року почали використовувати новий спосіб регулювання розроблений фірмою "Рон-Пуленк". Цей метод заснований на фізичному розділенні середовища з використанням різної селективної проникності силіконово-каучукових плівок для різних газів. Даний спосіб дозволяє регулювати газове середовище шляхом простого дифузійного обміну через плівку вуглекислого газу, кисню і азоту, які мають різну проникну здатність.

5.2 Вибір дифузійного регулятора газового середовища з селективно-проникного матеріалу

Використання технології дифузійного обміну є вигідним по таких причинах [4, с. 145].:

- регулювання середовища відбувається за рахунок відбирання від нього непотрібних складових з малим надходженням свіжого повітря;
- не вимагає значних енергетичних витрат;
- дозволяє регулювати середовище будь-якої температури;
- не відбувається нагрівання середовища;
- забезпечує можливість регулювання середовища вологістю до 98%, без осушення середовища;
- газове середовище звільняється від шкідливих речовин, які виділяються внаслідок дихання яблук;
- дане обладнання має невеликі габарити, не потребує окремого приміщення.

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Для підтримання оптимального газового середовища в камерах зберігання потрібно спроектувати систему регулювання газового середовища. Ця система не повинна залежати від системи охолодження і має працювати автономно на кожних 10 камер.

Система має забезпечувати також подачу в камери свіжого повітря, видалення небажаних компонентів, що утворюються від дихання яблук. Система складається з установки, що перекачує газове середовище, системи трубопроводів для подачі і видалення газового середовища з камери, системи клапанів і контрольно-вимірвальних приладів для контролю за станом середовища.

Пристроєм, що забезпечить подачу і відкачування середовища з камер під тиском буде компресор і ресивер. Найкраще для цього підходить компресор ротаційного типу, що забезпечить необхідну продуктивність і тиск. Ресивер забезпечить збереження постійності тиску. Він обладнується манометром, запобіжним клапаном відрегульованим на максимальний тиск, масловіддільником для очищення домішок мастил і регулятором тиску.

Система регулювання газового середовища працює в двох режимах:

- режим коригування газового середовища;
- режим збагачення газової суміші киснем.

Робота системи в режимі регулювання газового середовища.

Даний режим використовується для створення субнормальної суміші в камерах і для регулювання вмісту вуглекислого газу. Газова суміш з камери 1 при відкритому клапані 5 надходить до відсмоктувального трубопроводу 2. За допомогою ротаційного компресора 11 через зворотній клапан 12 газова суміш подається в ресивер 13. З ресивера 13 через вологомасловіддільник 14 газова суміш при закритому клапані 16 і відкритому клапані 15 надходить в редукційний клапан 17. Редукційний клапан підтримує постійний тиск на

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

РГС складається з корпусу 1, звареного з листової сталі, що служить основою для закріплення усіх деталей. Герметизація внутрішньої частини забезпечується гумовими прокладками 4, кріплення виконується за допомогою болтів і шайб. Фланці на кришці 2 і корпусі 1 слугують для кріплення трубопроводів для подачі некоригованої газової суміші, відведення скорегованої газової суміші, для видалення розподіленого вуглекислого газу і кисню за межі приміщення.

В робочому об'ємі корпусу розміщується фільтрувальний елемент 4, який затискається стійками 5 з двох сторін. Стійки виконують функції фіксації фільтрувального елемента та підведення некоригованої газової суміші. Герметизація фільтрувального елемента забезпечується встановленням прокладок між стійкою та його кришкою.

Бічна поверхня фільтрувального елемента являє собою гофровану плівку наклеєну на металеву основу.

5.3.2 Розрахунок РГС

При розрахунку будемо виходити з того, що для підтримання оптимального газового складу атмосфери в камерах площа поверхні стінок з дифузійної плівки повинна складати $0,04 \text{ м}^2$ на 1 тону картоплі, кількість рециркуляційного повітря через плівку становить $0,3 \text{ м}^3/\text{год}$ [7, с.43]. Дана плівка постачається в Україну багатьма торгівельними організаціями у вигляді армованого полотна, покритих за допомогою гарячої обробки сумішшю з диметилсилоксанового каучуку.

Виходячи з того, що регулювання газового складу атмосфери в камерах буде проводитись почергово, за основу розрахунку приймаємо масу картоплі в 10 камерах. Розраховуємо сумарну площу плівки потрібної для газового обміну, м^2 :

$$S_{\text{пл}} = S_{\text{необ}} \cdot 10 \cdot M_{\text{кам}}, \quad (5.1)$$

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

де $S_{\text{необ}}$ – рекомендована площа плівки для 1 тони картоплі, $S_{\text{необ}} = 0,04 \text{ м}^2/\text{т}$

$$S_{\text{пл}} = 0,04 \cdot 10 \cdot 10,8 = 4,32 \text{ м}^2.$$

Розраховуємо кількість циркулюючого повітря через плівку

$$V_{\text{пл}} = V_{\text{необ}} \cdot 10 M_{\text{кам}}, \quad (5.2)$$

де $V_{\text{необ}}$ – рекомендований об'єм повітря на площу газоселективної плівки,
 $V_{\text{необ}} = 0,3 \text{ м}^3/\text{год}$

$$V_{\text{пл}} = 0,3 \cdot 10,8 = 32,4 \text{ м}^3/\text{год}.$$

5.3.3 Розрахунок окремих конструктивних параметрів

Розраховуємо конструкцію фільтрувального елемента з селективно-проникної плівки. Конструкція касети повинна забезпечувати:

- пропуск газового середовища з камер під тиском 0,1 МПа і підтримання цього тиску;
- вивід зміненого середовища в установку;
- видалення в навколишнє середовище небажаних компонентів середовища.

Конструктивно касета буде являти собою каркасну рамку з боковими вікнами, затягнутою плівкою. Закріплення плівок буде виконуватися двома кришками та склеюванням. Вхід і вихід повітря в касету буде проводитися через отвори в фільтрувальному елементі. Плівка на рамці буде розміщена у вигляді гофрованої поверхні.

Знаходимо площу бокової поверхні

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

$$S_{\text{кас}}=A \cdot B, \quad (5.3)$$

де A – довжина плівки, $A = 0,4$ м

B – ширина плівки, $B = 0,03$ м

$$S_{\text{кас}} = 0,34 \cdot 15,76 = 5,36$$

Кількість касет в установці для забезпечення газового обміну в камері,

$$n_{\text{кас}}=S_{\text{пл}}/S_{\text{кас}}, \quad (5.4)$$

$$n_{\text{кас}} = 4,32 / 5,36 = 0,8 \text{ шт.}$$

Приймаємо 1 фільтрувальний елемент.

Знаходимо дійсну площу поверхні плівки

$$S_{\text{пл}}=S_{\text{кас}} \cdot n_{\text{кас}} \quad (5.5)$$

$$S_{\text{пл}} = 5,36 \cdot 1 = 5,36 \text{ м}^2.$$

Для нормальної роботи установки потрібен стабільний тиск повітря в установці. Він буде забезпечуватися за допомогою компресора. Подача газової суміші буде проводитись по водогазопровідних трубах 25×2,8 ГОСТ 3262-75 [16, с.229].

Площа поперечного перерізу отворів для забезпечення нормального проходу повітря і не створення додаткового опору повинна бути не меншою за переріз трубопроводу.

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Знайдемо площу перерізу отворів, мм²:

$$S_{\text{отв.кас}} = S_{\text{тр}} / n_{\text{кас}}, \quad (5.6)$$

де $S_{\text{тр}}$ - діаметр трубопроводу, $S_{\text{тр}} = 250 \text{ мм}^2$

$$S_{\text{отв.кас}} = 250 / 1 = 250 \text{ мм}^2.$$

5.3.4. Розрахунок на міцність елементів конструкції

Конструкція рами повинна забезпечуватись міцністю рами установки і дифузорів для подачі і збору середовища. Фільтрувальний елемент стискається і герметизується за допомогою бокових прокладок. Стискання відбувається за допомогою силових гвинтів.

Зусилля, що буде діяти на кожну стінку периметра при стабільності тиску 0,1 Мпа

$$P_{\text{ст}} = a^2 \cdot P, \quad (5.8)$$

де P – тиск в системі, $P = 1 \text{ кПа}$

$$P_{\text{ст}} = 0,4^2 \cdot 1 = 16 \text{ кН}.$$

Отже на стінки діє зусилля $P_{\text{рами}} = 16 \text{ кН}$, тоді відповідно на одну стійку діє сила $P_{\text{кут}} = 0,8 \text{ кН}$.

Необхідну площу поперечного перерізу стійки визначимо з умови міцності на розтяг, [6, с.236

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

$$\sigma_{\max} = \frac{P_{\text{кут.}}}{F} \leq [\sigma_p] \quad (5.9)$$

де $P_{\text{кут}}$ – сила розтягу, $P_{\text{кут}} = 0,8$ кН

$[\sigma_p]$ – допустимі напруження при розтягу, для рівнобічних кутників за ГОСТ 8509-72 виготовлених з сталі Ст3сп, $[\sigma_p] = 90$ Мпа [6,с.86].

З формули 5.9 площа перерізу кутників

$$\sigma_{\max} = \frac{P_{\text{кут.}}}{[\sigma_p]}, \quad (5.10)$$

$$\sigma_{\max} = \frac{0,8 \cdot 10^3}{[90]} = 8,8 \text{ мм}^2$$

Зусилля, що діє на дифузор

$$P_{\text{диф}} = L_{\text{рами}} \cdot a \cdot P, \quad (5.11)$$

де $L_{\text{рами}}$ – довжина рами, $L_{\text{рами}} = 1,1$ м .

$$P_{\text{диф}} = 1,1 \cdot 0,4 \cdot 1000 = 44 \text{ кН.}$$

Знайдемо товщину сталюго листа для дифузора. Дифузор можна представити, як тонкостінну оболонку, тобто тіло у якого один розмір (товщина) набагато менший двох інших розмірів.

В точках стінок дифузора виникає плоский напружений стан.

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Прийmemo, що тиск розподіляється по внутрішній поверхні дифузора рівно-
мірно. Тому можна записати що $\sigma_1 = \sigma_2$.

Еквівалентне напруження виразимо [6, с.324]

$$\sigma_E = \sqrt{\frac{1}{2}[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]}, \quad (5.12)$$

в нашому випадку $\sigma_3 = 0$, оскільки напружений стан плоский, тоді врахову-
ючи, що $\sigma_1 = \sigma_2$.

$$\sigma_E = \sigma_1.$$

Умова міцності у матеріалі дифузора

$$\sigma_1 = \frac{P_{\text{диф.}}}{S_{\text{диф.}} \cdot \delta} \leq [\sigma], \quad (5.13)$$

де $S_{\text{диф}}$ – периметр поверхні дифузора під тиском;

δ - товщина стінки дифузора, мм;

$[\sigma] = 110000$ кПа.

Периметр поверхні дифузора під тиском

$$S_{\text{диф}} = 2\phi + 2 \cdot L_{\text{рами}}, \quad (5.14)$$

$$S_{\text{диф}} = 2 \cdot 0,4 + 2 \cdot 1,1 = 2,9 \text{ м.}$$

Товщина стінок дифузора

$$\delta = \frac{P_{\text{диф.}}}{S_{\text{диф.}} \cdot [\sigma]}, \quad (5.15)$$

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

$$\delta = \frac{44}{2900 \cdot 110} = 0,14 \text{ мм}$$

Конструктивно приймаємо товщину 2 мм, оскільки дифузор повинен забезпечити жорсткість конструкції і герметичне прилягання прокладок. Також конструкція буде зварного типу і в процесі зварювання зварні шви ослаблюють конструкцію. Прийнята товщина листового металу забезпечить і буде компенсувати корозійну стійкість металу.

Для кріплення дифузора приймаємо болти М8. Внутрішній діаметр для даної різьби $d_{\text{болт}} = 7,5$ [6, с.247].

Необхідну кількість болтів визначимо з умови міцності:

$$\delta = \frac{4P_{\text{диф.}}}{n_{\text{болт.}} \cdot \pi \cdot d_{\text{болт.}}^2} \leq [\sigma] \quad (5.16)$$

Звідси:

$$n_{\text{болт.}} \geq \frac{4P_{\text{диф.}}}{\pi \cdot d_{\text{болт.}}^2 \cdot [\sigma]} \quad (5.17)$$

$$n_{\text{болт.}} = \frac{4 \cdot 44000}{3,14 \cdot 7,5^2 \cdot 90} = 10,7$$

Мінімально необхідна кількість болтів 11, для рівномірного розподілу болтів по периметру приймаємо кількість болтів 16.

5.4. Висновки по конструктивній розробці

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Сконструйований регулятор газового середовища дає змогу регулювати склад газового середовища на основі фізичного розподілу газів за допомогою селективнопроникних матеріалів. Даний тип регулювання складу газового середовища є самим передовим на даний час і простим в застосуванні. Використання даного регулятор газового середовища на сховищі при зберіганні картоплі протягом 7 місяців збільшує вихід кондиційної картоплі від звичайного холодильного зберігання на 28...35 % і зменшує втрати на 17...31% в залежності від сорту [7, с.80].

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

6 ОХОРОНА ПРАЦІ І ЕКОЛОГІЯ

6.1 Вимоги охорони праці і виробничої санітарії на сховищі

Організація роботи по охороні життєдіяльності в сховищі покладається на головного інженера.

Всі працівники підприємства зобов'язані виконувати правила техніки безпеки і виробничої санітарії, дотримуватися технологічної дисципліни, мір безпеки при користуванні машинами і механізмами, уміти користуватися індивідуальними засобами захисту при виконанні роботи.

Підвищені вимоги до охорони праці пред'являють до працівників, що обслуговують електронавантажувачі і технологічне обладнання.

Тому дані працівники проходять спеціальне навчання без відриву від виробництва безпосередньо на робочих місцях.

Навчання правил експлуатації та ремонту нового обладнання проводиться по мірі поступлення нового обладнання, але до початку його пуску в експлуатацію.

Прийняті на роботу особи без попереднього проходження технічного мінімуму по техніці безпеки до роботи, зв'язаної з експлуатацією машин і обладнання не допускається.

Виробничі приміщення сховища задовольняються правилами техніки безпеки і санітарним вимогам, що розміщені в ДСТУ EN ISO 12100:2014, ДБН А.3.2-2-2009, ДСТУ EN ISO 4254-1:2014, ДСТУ 7091:2009.

6.2 Вимоги до місць виробництва і виробничих приміщень

Вимоги до місць виробництва і виробничих приміщень, що обумовлюються нормативно-технічними документами на проектування, будівництво і експлуатацією сховища, передбачені і здійснені в типовому проекті сховища.

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

В процесі розробки дипломного проекту виконані перепланування і реконструкція сховища та були проведені такі зміни:

- розміщення в блоках базового сховища по 10 камер для зберігання, які збираються з легких металоконструкцій в сховищі;
- розміщення прибудови для розміщення холодильної машини, розсільного бака і насосів;
- реконструкція машинного відділення.
- Реконструкція я сховища передбачені дипломним проектом виконані згідно умов технічної документації:
- підлоги і площадки для заїзду транспортних засобів і роботи електронавантажувачів виконанні з гладким бетонним покриттям без вибоїн і забезпечують роботу технологічного обладнання;
- виїзди в камерах обслуговуються запобіжними брусками висотою 150мм, щоб запобігти пошкодження електронавантажувачами металоконструкцій камер зберігання;
- кути підйому транспортних шляхів для проїзду електронавантажувачів повинні бути не більше 7 градусів;
- в камерах зберігання проводиться передчасна розмітка підлоги, що показує границі штабелів, проїзди і проходи між ними;
- в місцях, де можливе пошкодження трубопроводів системи охолодження передбачені металеві захисні огороження;
- в місцях для життя встановлюється знаки безпеки згідно ГОСТ 12.4.026-76.

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

6.3 Реалізація вимог охорони праці до технологічних процесів.

6.3.1 Охорона праці при навантажувально-розвантажувальних роботах.

Навантажувальні-розвантажувальні роботи виконуються по розробленому для кожного виду вантажу технологічного процесу, що задовольняється умовами безпеки:

- підніманні і переміщення контейнерів здійснюється при допомозі електро-навантажувачів, вага контейнерів повинна відповідати вантажопідйомності машини;
- укладання і виймання контейнерів здійснюється одночасно для обох штабелів;
- при укладанні контейнерів в камери зберігання забороняється присутність людей в камері;
- при вийманні контейнерів після зберігання склад повітря в камері повинен відповідати нормі, вміст шкідливих і небезпечних речовин повинен бути в межах ГДК.

6. 3. 2 Охорона праці при роботі на холодильних установках і кондиціонерах.

Робота при виконанні регулювання холодильних установок в камерах зберігання повинні дотримуватися такі вимоги безпеки :

1. забезпечення вентиляції приміщення згідно санітарних норм;
2. встановлення звукової сигналізації на вміст шкідливих речовин в приміщенні,
3. забороняється працювати при виключеній вентиляції і системі сигналізації на вміст шкідливих речовин в повітрі,

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

4. при вібраціях в компресорах, вентиляторних установках і насосах розсільної системи,
5. при протіканні розсолу в трубопроводах,
6. при порушенні герметичності в повітропроводах системи охолодження.

6.4. Санітарно-технічний розрахунок реконструйованого машинного відділення.

6.4.1. Розрахунок освітлення.

Знаходимо необхідну кількість площу вікон, м² [23, с. 171]:

$$F_0 = F_n \cdot a, \quad (6.1)$$

де, $F_n = 162,2 \text{ м}^2$ – площа машинного відділення;

$a = 0,35$ – коефіцієнт природного освітлення приміщення [23, с. 171]:

$$F_0 = 162,2 \cdot 0,35 = 56,77 \text{ м}^2$$

Знаходимо висоту вікон, м [23, с. 171]:

$$h_0 = h - (h_1 - h_2), \quad (6.2)$$

де, $h = 6 \text{ м}$ – висота сховища;

$h_1 = 1,2 \text{ м}$ – висота від підлоги до підвіконника;

$h_2 = 0,5 \text{ м}$ – відстань від верхнього краю до стелі.

$$h_0 = 6 - (1,2 + 0,5) = 4,3 \text{ м}.$$

Приведена ширина вікон, м [23, с. 171]:

$$L_B = F_0 / h_0, \quad (6.3)$$

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

$$L_B = 56,77 / 3,6 = 15,76 \text{ м}$$

Приймаючи з норми будівельного проектування ширину вікна 1,46 м, знаходимо кількість вікон, шт. [23 с. 71]:

$$n_B = L_B / b_B , \quad (6.4)$$

$$n_B = 15,76 / 1,46 = 10,79 \text{ шт.}$$

Приймаємо кількість вікон

Знаходимо світловий потік для забезпечення нормальної роботи, мм [23, с. 72]

$$F_{c.п.} = F_{п.} E K_3 / K_{п.} , \quad (6.5)$$

Де $E = 75$ лк – норма освітлення;

$K_3 = 1,3$ – коефіцієнт враховуючий забруднення ламп;

$K_{п.} = 0,4$ – коефіцієнт використання світлового потоку.

$$F_{c.п.} = 162,2 \cdot 75 \cdot 1,3 / 0,4 = 39540 \text{ лк.}$$

Розраховуємо кількість ламп для освітлення, шт. [23 с. 74]:

$$n_{л.} = F_{c.п.} / F_{л.}$$

де $F_{л.} = 2000$ лк – світловий потік від 1 лампи.

$$n_{л.} = 39540 / 2000 = 19,77 \text{ шт.}$$

6.4.2 Розрахунок вентиляції машинного відділення

знаходимо необхідну подачу вентилятора, м³ / год. [23 с. 78]:

$$W_{\text{вент}} = V_n K_B , \quad (6.7)$$

Де $V_n = 811 \text{ м}^3$ – об'єм машинного відділення;

$K_B = 4$ – кратність обміну повітря за одну годину [23 с. 79]:

$$W_{\text{вент}} = 811 \cdot 4 = 3244 \text{ м}^3 / \text{год}$$

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Знаходимо потужність вентилятора, кВт [23 с. 171]:

$$N_{\text{вент}} = W_{\text{вент}} H_{\text{в}} \beta / (284651 \eta_{\text{в}}) \quad (6.8)$$

Де $H_{\text{в}} = 981$ Па – тиск, який викликає вентилятор;

$\beta = 1,2$ – коефіцієнти запасу міцності;

$\eta_{\text{в}} = 0,7$ – ККД вентилятора

$$N_{\text{вент}} = 3244 \cdot 981 \cdot 1,2 / (284651 \cdot 0,7) = 5,25 \text{ кВт}$$

Згідно графіка приймаємо вентиляторну установку Ц4 – 70 А5 090 – 1 при $\eta_{\text{max}} = 0,8$, з двигуном 4A100SA2 потужністю 5,5 кВт і частотою обертання 2880 хв^{-1} [16, с. 65].

6.5 Охорона навколишнього середовища на сховищі.

При проектуванні сховища були досягненні сучасні вимоги по охороні навколишнього середовища, які полягають в слідує чому:

- зменшення витрат енергоносіїв на підтримання температурного режиму шляхом використання циркуляційної системи охолодження;
- використання холодильної машини, яка працює на аміаку і має менш шкідливий вплив на озоновий шар земної кулі, ніж фреон;
- використання розсільної системи охолодження повітря, що зменшує протяжність аміачних трубопроводів, внаслідок чого зменшується можливість протікання аміаку.

6.6 Висновки

В процесі розробки проекту сховища передбачено перепланування і реконструкція сховища, що покращить охорону та безпеку праці, а саме:

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

- розміщення в блоках базового сховища по 10 камер для зберігання, які збираються з легких металоконструкцій в сховищі;
- розміщення прибудови для розміщення холодильної машини, розсільного бака і насосів;
- в місцях, де можливе пошкодження трубопроводів системи охолодження передбачені металеві захисні огороження;
- в місцях небезпечних для життя встановлюється знаки безпеки згідно ДСТУ ISO 3864 – 1:2016.
- Проведено санітарно-технічний розрахунок машинного відділення сховища – розраховане освітлення та вентиляція.
- Позитивно вплине на охорону навколишнього середовища запроваджені технічні рішення, які полягають в наступному:
 - зменшення витрат енергоносіїв на підтримання температурного режиму шляхом використання циркуляційної системи охолодження;
 - використання холодильної машини, яка працює на аміаку і має менш шкідливий вплив на озоновий шар земної кулі, ніж фреон;
 - використання розсільної системи охолодження повітря зменшує протяжність аміачних трубопроводів, внаслідок чого зменшується можливість протікання аміаку

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

7 ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ

7.1 Абсолютні техніко-економічні показники сховища

Вартість основних виробничих фондів сховища, грн [18 с.132]:

$$C_{осн} = C_{зд} + C_{об} + C_{инт}, \quad (7.1)$$

де $C_{зд} = 6840000$ грн - вартість будівлі сховища, середня вартість для сховища на даний час;

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

$$C_{об} = C_{конд} + C_{т.обр} + C_{дод} + C_{монт}, \quad (7.2)$$

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

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

$C_{дод} = 48000$ грн - вартість додаткового обладнання;

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

Вартість установки вентиляювання, грн:

$$C_{конд} = C_{вент} + C_{тов}, \quad (7.3)$$

$$C_{конд} = 170000 + 817000 = 987000 \text{ грн}$$

де $C_{вент} = 170000$ грн - вартість вентиляторної установки;

$C_{тов} = 817000$ грн - вартість повітропроводів системи активної вентиляції;

Вартість обладнання для товарної обробки, грн;

$$C_{т.обр} = C_{лін}, \quad (7.4)$$

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $C_{лін} = 1330000$ грн - вартість лінії товарної обробки;

Вартість монтажних робіт по встановленні всього обладнання, грн;

$$C_{монт} = k_{монт} (C_{конд} + C_{т.обр} + C_{дод}), \quad (7.5)$$

$$C_{МОНТ} = 0,25 \cdot (987000 + 1330000 + 48000) = 591250 \text{ грн.}$$

Звідси

$$C_{об} = 987000 + 1330000 + 48000 + 591250 = 2956250 \text{ грн.}$$

Вартість навантажувальних засобів, тари і інструментів, грн:

$$C_{икг} = C_{ен} + C_{конг} \cdot n_{конт} + C_{i.инс}, \quad (7.6)$$

$C_{ен} = 340000$ грн - вартість електронавантажувача;

$C_{конт} = 1600$ грн - вартість контейнера;

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

$C_{i.инс} = 200000$ грн - вартість інших інструментів,

$C_{икг} = 340000 + 1600 \cdot 400 + 200000 = 1\,180\,000$ грн. Звідси

$C_{осн} = 1350000 + 776250 + 290000 = 2266250$ грн.

Округляємо вартість основних виробничих фондів $C_{осн} = 12100000$ грн

7.1.1. Розрахунок собівартості зберігання

Вартість зберігання продукції і товарної обробки, грн:

$$C_{зб} = C_{нзн} + C_{утр} + C_{зв}, \quad (7.7)$$

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

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

$C_{зв}$ - загально виробничі накладні витрати. Повна заробітна плата виробничих працівників, грн [18, с. 169]:

$$C_{пзн} = C_{зн} + C_{доп.зн} + C_{вир}, \quad (7.8)$$

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 7.1.

Таблиця 7.1

Основна заробітна плата працівників сховища за сезон зберігання

Виробничі працівники	Витрата робочого часу, грн	Тарифна ставка, грн./год	Основна заробітна плата, грн
Водій електронавантажувача	350	72	25200
Оператор вент. установки	870	30	26100
Сортувальник лінії	540	45	24300
Підсобні	460	40	18400
Разом	2220		94000

Додаткова заробітна плата працівників, грн:

$$C_{доп.зн} = K_{доп.зн} \cdot C_{зн}, \quad (7.9)$$

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

де $K_{донзи} = 0,08$ - коефіцієнт додаткової заробітної плати для галузі переробки продукції рослинництва,

$$C_{донзи} = 94000 \cdot 0,08 = 7520 \text{ грн.}$$

Відрахування від заробітної плати, грн:

$$C_{відр} = 0,35 (C_{пр} + C_{д}), \quad (7.10)$$

$$C_{відр} = 0,35 \cdot (94000 + 7520) = 35532 \text{ грн.}$$

Звідси

$$C_{нзи} = 94000 + 7520 + 35532 = 137052 \text{ грн.}$$

Вартість утримання основних виробничих фондів $C_{утр}$ наведені в табл. 7.2.

Таблиця 7.2

Вартість утримання основних виробничих фондів

Назва статей витрат	Річні витрати, грн.
Амортизація будівлі	202500
Амортизація обладнання	373800
Ремонт будівлі	121500
Ремонт обладнання	69000
Силова витрата електроенергія	192000
Витрата енергії на освітлення і вентиляцію	35400
Вода для виробничих і побутових потреб	81600
Охорона праці	81000
Загальна сума	1156800

Загальновиробничі накладні витрати, грн:

$$C_{зв} = k_{зв} \cdot C_{зн}, \quad (7.11)$$

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

$$C_{зв} = 0,8 \cdot 94000 = 75200 \text{ грн}$$

Звідси

$$C_{зб} = 137052 + 1156800 + 75200 = 1369052 \text{ грн}$$

Вартість очищення і зберігання картоплі за сезон буде становити 1369052 гривні.

7.2. Очікувана економічна ефективність впровадження системи активної вентиляції

Річний економічний ефект від застосування системи активної вентиляції, грн:

$$E_p = C_{np} - C'_{np} - C_{ексргс}, \quad (7.12)$$

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;

$C_{ексргс} = 588000$ 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. 7.3.

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

Таблиця 7.3

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

Показники	Проектний	Базовий
Маса стандартних бульбоплодів після зберігання, т	640	470,9
Ринкова ціна стандартних бульбоплодів, грн./т	25000	
Маса нестандартних бульбоплодів після зберігання, т	88,2	71,2
Ринкова ціна нестандартних бульбоплодів, грн./т	15000	
Товарна продукція після зберігання, млн.грн	16,0	11,7

Звідси

$$E_p = 16,0 - 11,7 - 0,58 = 3,72 \text{ млн.грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень, років [18 с.172]:

$$O_p = C_{pzc} / E_p, \quad (7.13)$$

$$O_p = 1,36 / 3,72 = 0,36$$

7.3. Очікувані питомі техніко-економічні показники сховища

Випуск валової продукції, грн:

$$B_n = C_{лр}, \quad (7.14)$$

Фондовіддача, грн/грн:

$$K_\phi = B_n / C_{осн}, \quad (7.15)$$

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

Собівартість зберігання і товарної обробки, грн/т:

$$C_{opr} = B_n / C_{зб}, \quad (7.16)$$

Плановий прибуток сховища, грн:

$$П_{пл} = B_n - C_{вир} M_{ac} - C_{зб}, \quad (7.17)$$

$C_{вир} = 5000$ грн/т- собівартість вирощування, збирання і перевезення картоплі до сховища;

Термін окупності капітальних вкладень, років [18 с.175]:

$$O_{p.cx} = C_{осн} / П_{пл}, \quad (7.18)$$

Дані розрахунків по формулам 7.14 – 7.18 заносимо в табл. 7.3.

Таблиця 7.3.

Очікувані питомі техніко-економічні показники сховища.

Показники	Значення
Обсяги зберігання, т	700
Вартість основних виробничих фондів, тис.грн	11500
Випуск валової продукція, тис.грн	16400
Фондовіддача, грн/грн	1,4
Собівартість зберігання і товарної обробки, грн/т	1300
Річний дохід сховища, тис.грн	8700
Термін окупності капітальних вкладень, років	0,92

ВИСНОВКИ

В проекті застосована стаціонарна лінія післязбиральної доробки, яка базується на пересувному картоплесортувальному пункті КСП-15Б. впровадження стаціонарної лінії зменшує затрати праці на післязбиральну доробку в 2–2,5 рази.

Запропоноване сховище для зберігання картоплі відповідає сучасним вимогам. В ньому картопля зберігається в контейнерах в умовах активної вентиляції з регулюванням газового середовища.

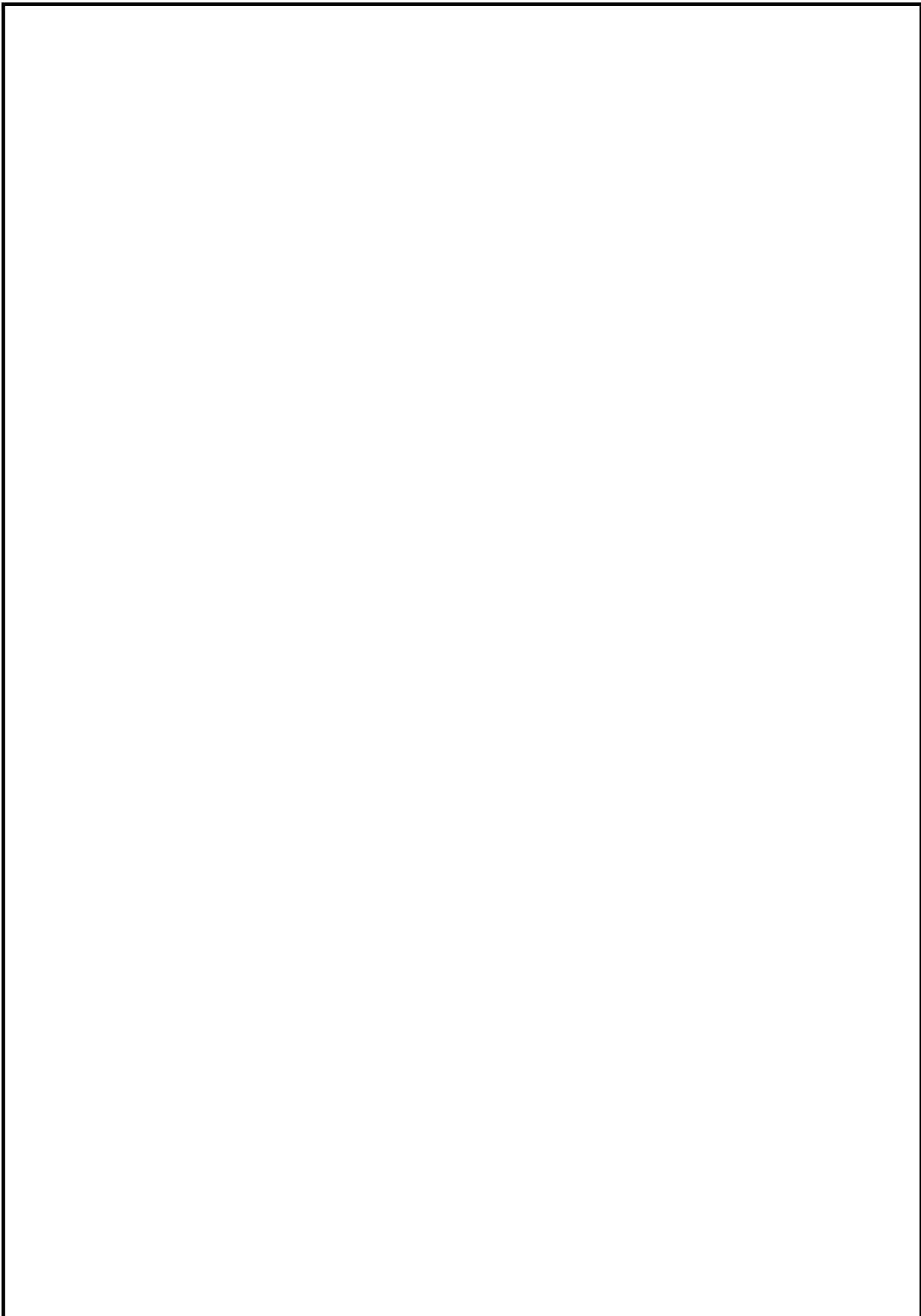
В сховищі картопля проходить всі періоди зберігання, що дає змогу зменшити вихід некондиційної продукції до 3%. В таких умовах картопля зберігається понад 300 діб. Зберігання картоплі в контейнерах дає зменшити затрати праці на доставку картоплі в сховище, штабелювання і зняття її із зберігання. Крім того даний спосіб зберігання дає змогу раціональніше використовувати площу сховища.

Сконструйований регулятор газового середовища дає змогу регулювати склад газового середовища на основі фізичного розподілу газів за допомогою селективнопроникних матеріалів. Використання даного регулятор газового середовища у сховищі при зберіганні картоплі протягом 7 місяців збільшує вихід кондиційної картоплі від звичайного холодильного зберігання на 28...35 % і зменшує витрати на 17...31% в залежності від сорту

Використання в сховищі камер з теплоізоляційними властивостями значно зменшує витрати на електроенергію та інші експлуатаційні витрати.

Термін окупності всіх капітальних вкладень становить 0,36 року.

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85



					<i>ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		86

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технології зберігання плодів, овочів і картоплі: Навчальний посібник – Вінниця: Видавничий центр Вінницького національного аграрного університету, 2010. – 115 с.
2. Липа, А. С. Інтенсивна технологія вирощування картоплі з дослідженням та вдосконаленням картоплесаджалки : кваліфікаційна магістерська робота : спец. 208 «Агроінженерія» / наук. кер. С. М. Лещенко ; Центральноукраїн. нац. техн. університет. - Кропивницький : ЦНТУ, 2021. - 76 с.
3. Подпратов Г.І., інші. Способи та технічне забезпечення зберігання плодоовочевої продукції : навчальний посібник. — Київ : НУБіП України, 2015. — 312 с.
4. Волкінд І.Л., Рослов М.М. Сучасні картоплесховища та овочесховища. — М.: Колос, 2011. — 321 с
5. Агулов І.І., Вознюк Л.Ф., Ловчій О.В. Довідник по технічному обслуговуванню сільськогосподарських машин.-К.:Урожай, 2017.-256 с.
6. Подпратов Г.І. та ін. Способи та технічне забезпечення зберігання плодоовочевої продукції : навчальний посібник. — Київ : НУБіП України, 2015. — 312 с.
7. Деталі машин. Курсове проектування : навч. посіб. / І. М. Пастух, В. О. Харжевський, В. П. Олександренко. – Хмельницький : ХНУ, 2023. – 242 с.
8. Біолого-екологічні особливості овочевих культур: навчальний посібник / Нікончук Н.В., Ткачова Є.С., Дробітько А.В., Кузьома В.В., Біліченко О.С. Б63 Миколаїв: МНАУ, 2020. 407 с.
9. 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.

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

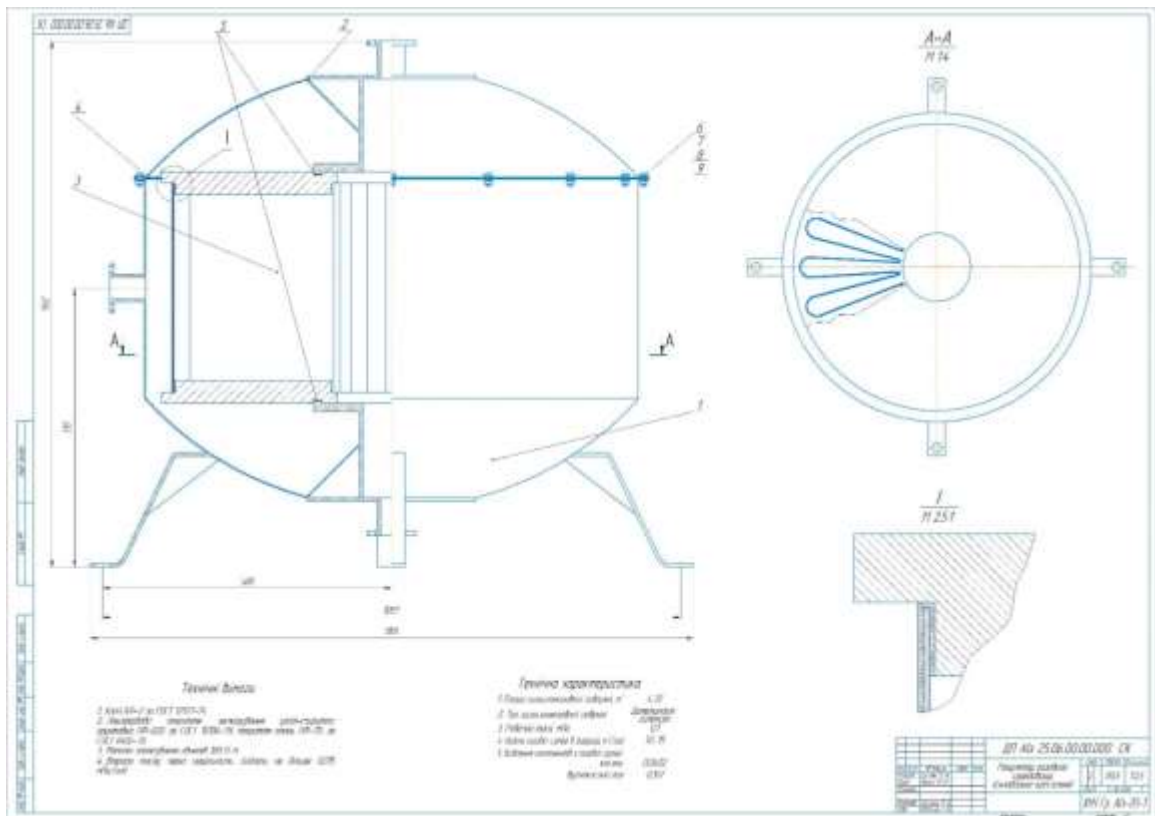
10. Способи та технічне забезпечення зберігання плодовоовочеві продукції : навч. посіб. / Г.І. Подпряттов, Г.К. Цвіговський, В.С. Таргоня, О.В. Лешишак, С.В. Драгнєв. – К.: ЦП «Компринт», 2015, – 199 с. ISBN 978-617-7202-85-0
11. Інженерне проектування, економічне обґрунтування, оформлення документації: Ванін В.В., Вірченко Г.А. Оформлення конструкторської документації. Навчальний посібник. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 180 с.
12. Агропромисловий комплекс України: Реф. журн. Вип. 2 (88) / НААН, ННСГБ НААН; Голов. Ред. Гадзало Я. М. Київ: Державне видавництво “Аграрна наука” НААН, 2021. 108 с.
13. Технологія зберігання і первинної переробки продукції рослинництва : метод. рекомендації до викон. практич. робіт студ. спец. 201 «Агрономія» / Міністерство освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. університет, каф. заг. землеробства. — Кропивницький : ЦНТУ, 2022. — 72 с.
14. ДСТУ 4161-2003. Системи управління безпекою харчових продуктів. Вимоги.
15. Забуранна Л.В., Карпенко О.В. Економіка підприємства. Навчальний посібник. – К.: ЦУЛ, 2017. – 416 с.
16. Охорона праці: Основи охорони праці. Підручник / За ред. проф. В. В. Запатріної. – К.: Центр учбової літератури, 2017. – 288 с.
17. Лехман С.Д. та ін. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві / С.Д. Лехман, В.І. Рубльов, Б.І. Рябцев. – К.: Урожай, 2015. - 272 с.
18. Подпряттов Г. І., Бобер А. В., Гунько С. М. Переробка продукції рослинництва : навчальний посібник. Київ : Редакційно видавничий відділ НУБіП України, 2023. 580 с.
19. Гряник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. та ін. Охорона праці. К.: Урожай, 2014.- 272 с.

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

ДОДАТКИ

					ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

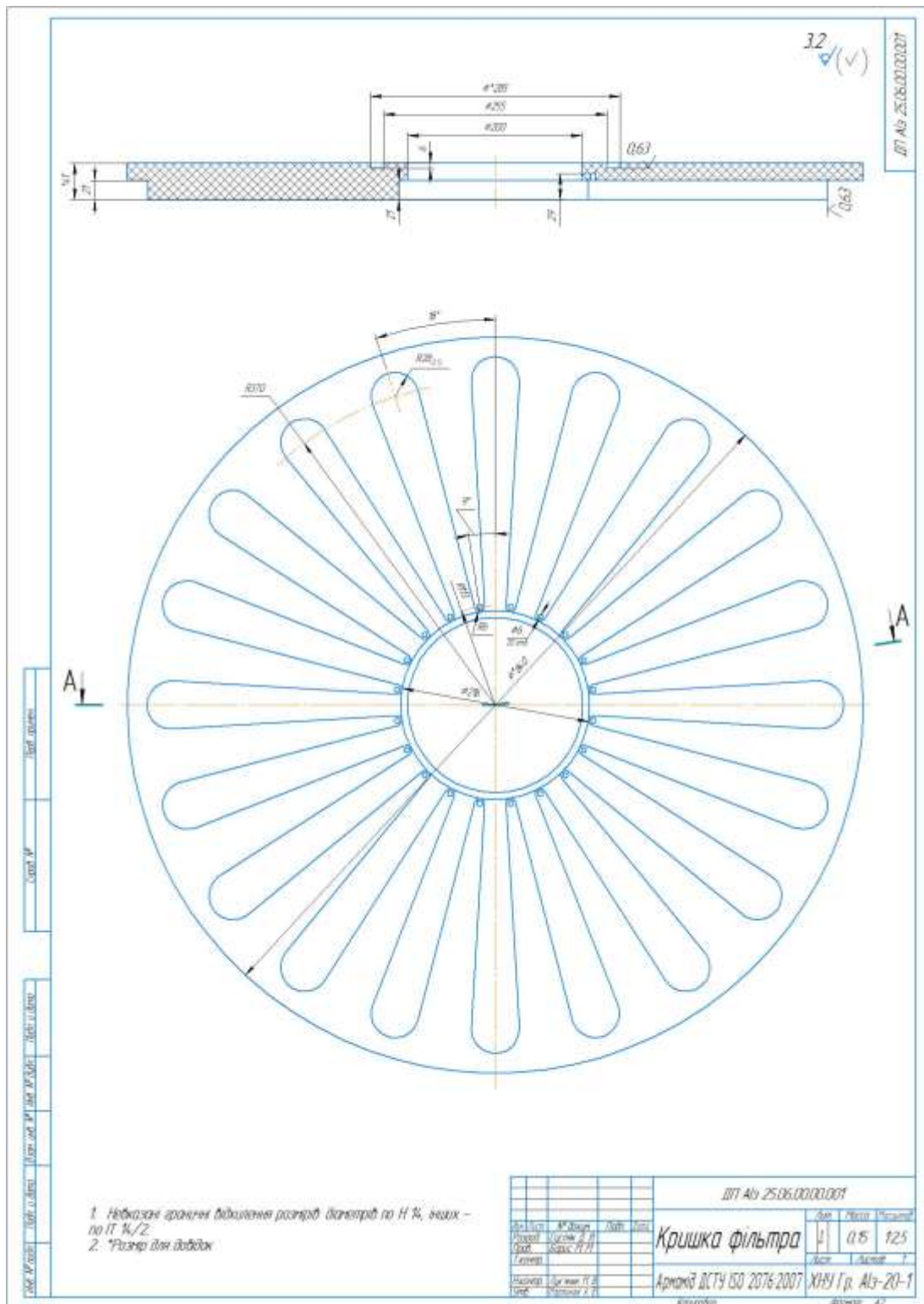
РЕГУЛЯТОР ГАЗОВОГО СЕРЕДОВИЩА



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП АІЗ 25.06.00.00.000. ПЗ

КРИШКА РЕГУЛЯТОРА ГАЗОВОГО СЕРЕДОВИЩА



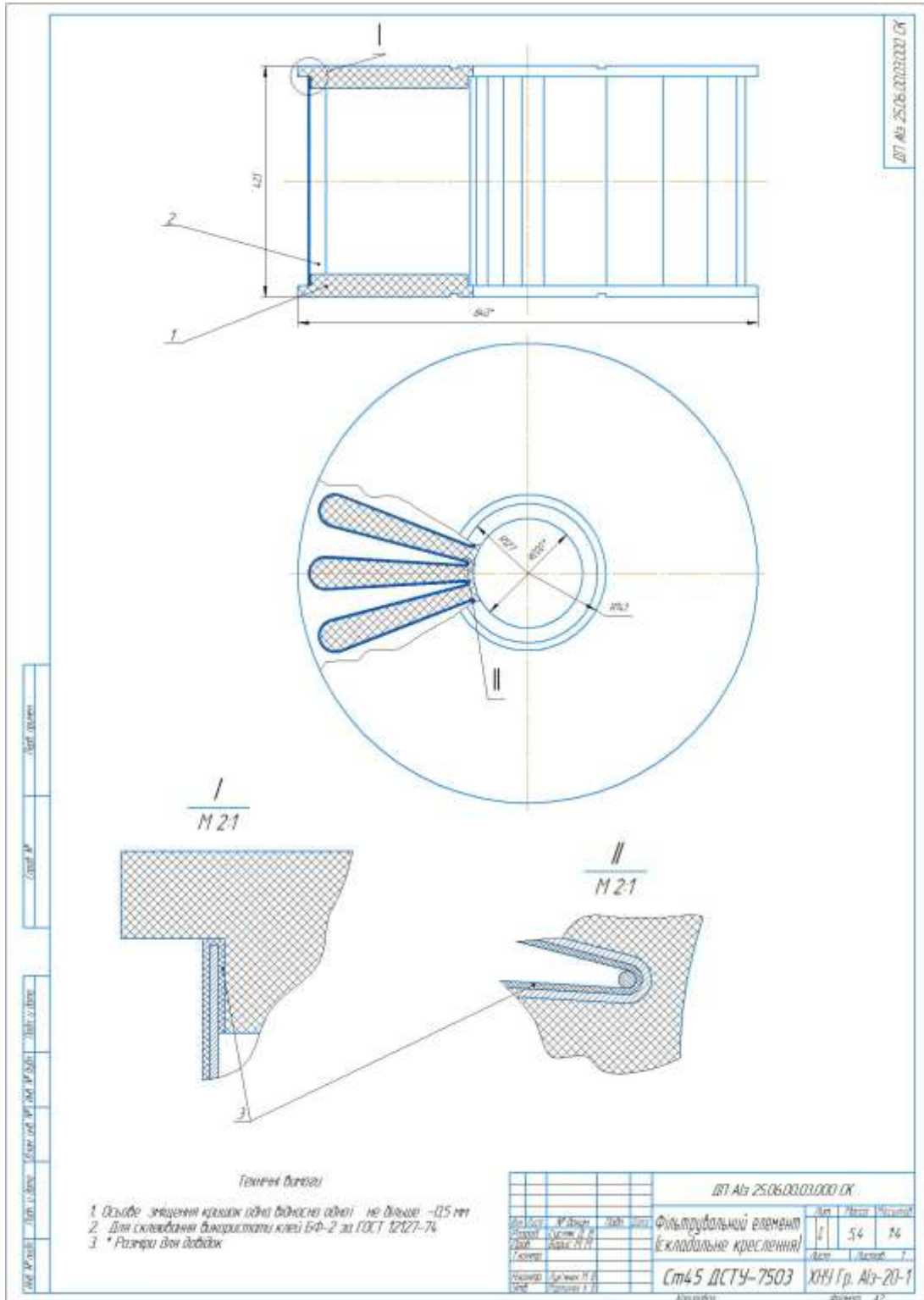
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ДП АІз 25.06.00.00.000. ПЗ

Арк.

92

ФІЛЬТРУВАЛЬНИЙ ЕЛЕМЕНТ



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП Аіз 25.06.00.00.000. ПЗ

Арк.

93

