

Тема магістерської кваліфікаційної роботи

*ВИБІР ТА ОБГРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ
ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ МІКРОКЛІМАТУ ДЛЯ
ДОВГОТРИВАЛОГО ЗБЕРІНАННЯ
БІОЛОГІЧНО АКТИВНОЇ ПРОДУКЦІЇ В СХОВИЩАХ*

Розробив: магістрант ТГ-16

Черановський Б.О

Науковий керівник: к.т.н., проф.

Коц І.В

Актуальність роботи полягає в створенні раціональних параметрів системи мікроклімату для довготривалого зберігання біологічно активної продукції, зменшення втрат продукції в період зберігання. Правильно організоване сховище з раціональними параметрами мікроклімату та необхідним обладнанням дає можливість в 2-3 рази зменшити втрати, зберегти товарний вигляд та вигідно продати продукцію в міжсезонне коливання цін.

Метою роботи метою роботи є аналіз існуючих варіантів довготривалого зберігання біологічно активної продукції, в результаті чого має бути обрано і обґрунтовано варіант з найбільш раціональними параметрами створення системи мікроклімату для зменшення втрат та підвищення ефективності довготривалого зберігання біологічно активної продукції.

Для реалізації поставленої мети необхідно розв'язати такі задачі:

- ✓ *визначити причини втрат біологічно активної продукції при зберіганні;*
- ✓ *провести аналітичний огляд існуючих технологій довготривалого зберігання біологічно активної продукції в сховищах;*
- ✓ *виконати математичне моделювання тепломасообмінних процесів у сховищах з БАП;*
- ✓ *навести приклади узагальнених тепломасообмінних процесів в шарі біологічно активної продукції;*
- ✓ *обрати технологію з найбільш раціональними параметрами мікроклімату для довготривалого зберігання біологічно активної продукції;*
- ✓ *розробити організаційно – технологічне забезпечення монтажу та реалізації системи створення мікроклімату з раціональними параметрами для довготривалого зберігання біологічно активної продукції;*
- ✓ *розрахувати економічний ефект від впровадження сховища для довготривалого зберігання біологічно активної продукції з обраними раціональними параметрами мікроклімату.*

Об'єктом роботи є система створення мікроклімату для довготривалого зберігання біологічно активної продукції в сховищах.

Предмет роботи – процеси тепломасообміну, які забезпечують довготривале зберігання біологічно активної продукції в сховищах.

Наукова новизна:

- ✓ розроблено теоретичне обґрунтування теплових балансів для запропонованої системи створення мікроклімату;
- ✓ встановлено критерії для визначення параметрів і характеристик застосованої системи, які забезпечують оптимальні режими її функціонування.

Практичне значення:

- ✓ запропоновано науково обґрунтовану методику розрахунків системи створення мікроклімату для визначення конструктивних та технологічних параметрів і характеристик процесів цієї системи;
- ✓ розроблено проектні, конструктивні та технологічні рішення на прикладі типового сховища.

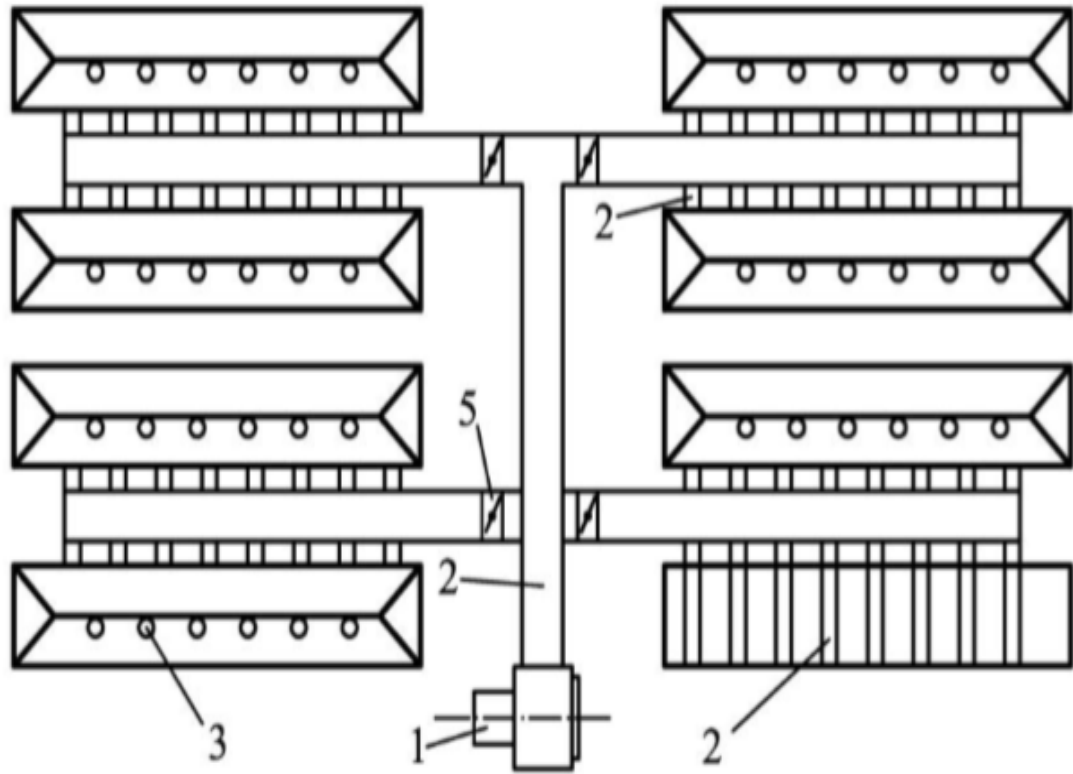
Апробації: доповіді на XLVI Науково-технічній конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання ВНТУ (березень 2017 р.), а також на конференції «Енергоефективність в галузях економіки України» (листопад, 2017 р.).

Публікації: тези статті «Засоби і способи створення мікроклімату в сховищах з біологічно активною продукцією» опубліковані на сайті conferences.vntu.edu.ua у матеріалах XLVI Науково-технічної конференції факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання 2017 р. [1], матеріали доповіді «Вибір та обґрунтування раціональних параметрів системи мікроклімату для довготривалого зберігання біологічно активної продукції в сховищах» опубліковані на сайті conferences.vntu.edu.ua у матеріалах конференції Енергоефективність в галузях економіки України – 2017 [2].

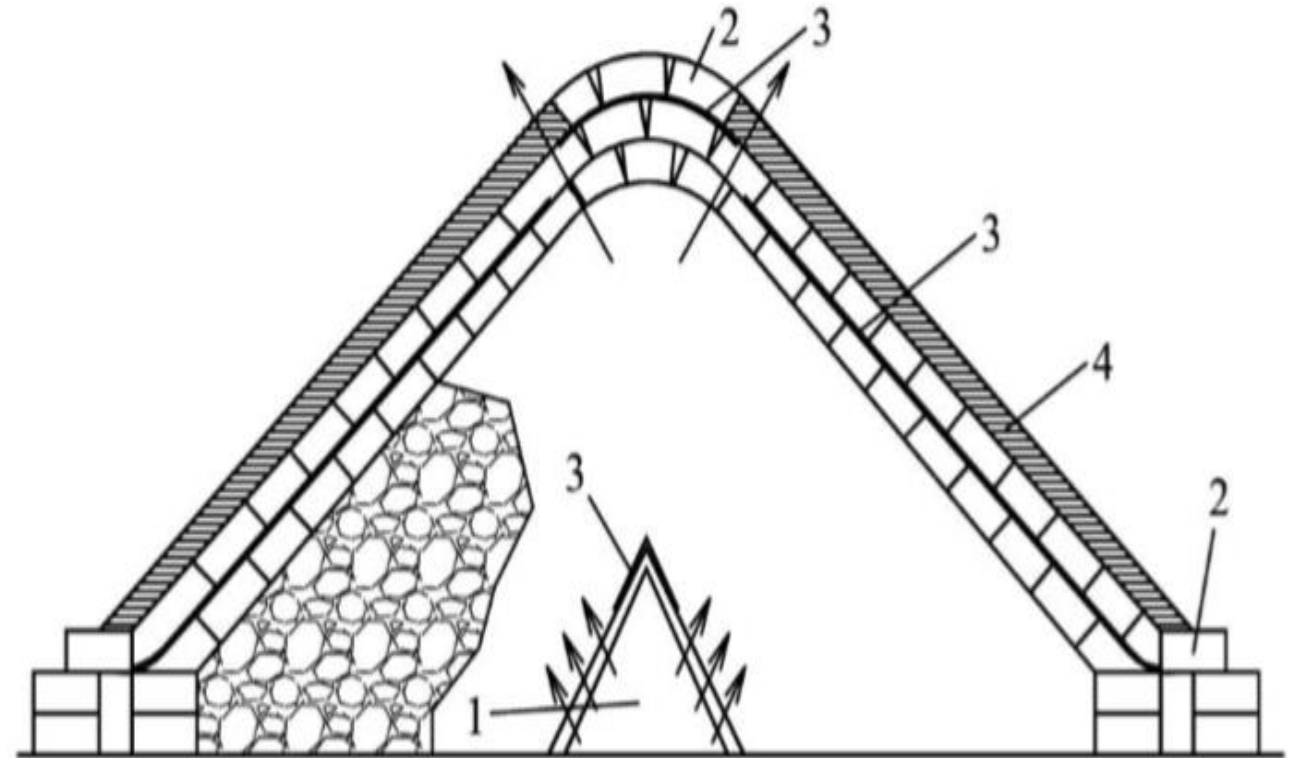
Існуючі технології довготривалого зберігання біологічно активної продукції



Способи зберігання. Зберігання в буртах

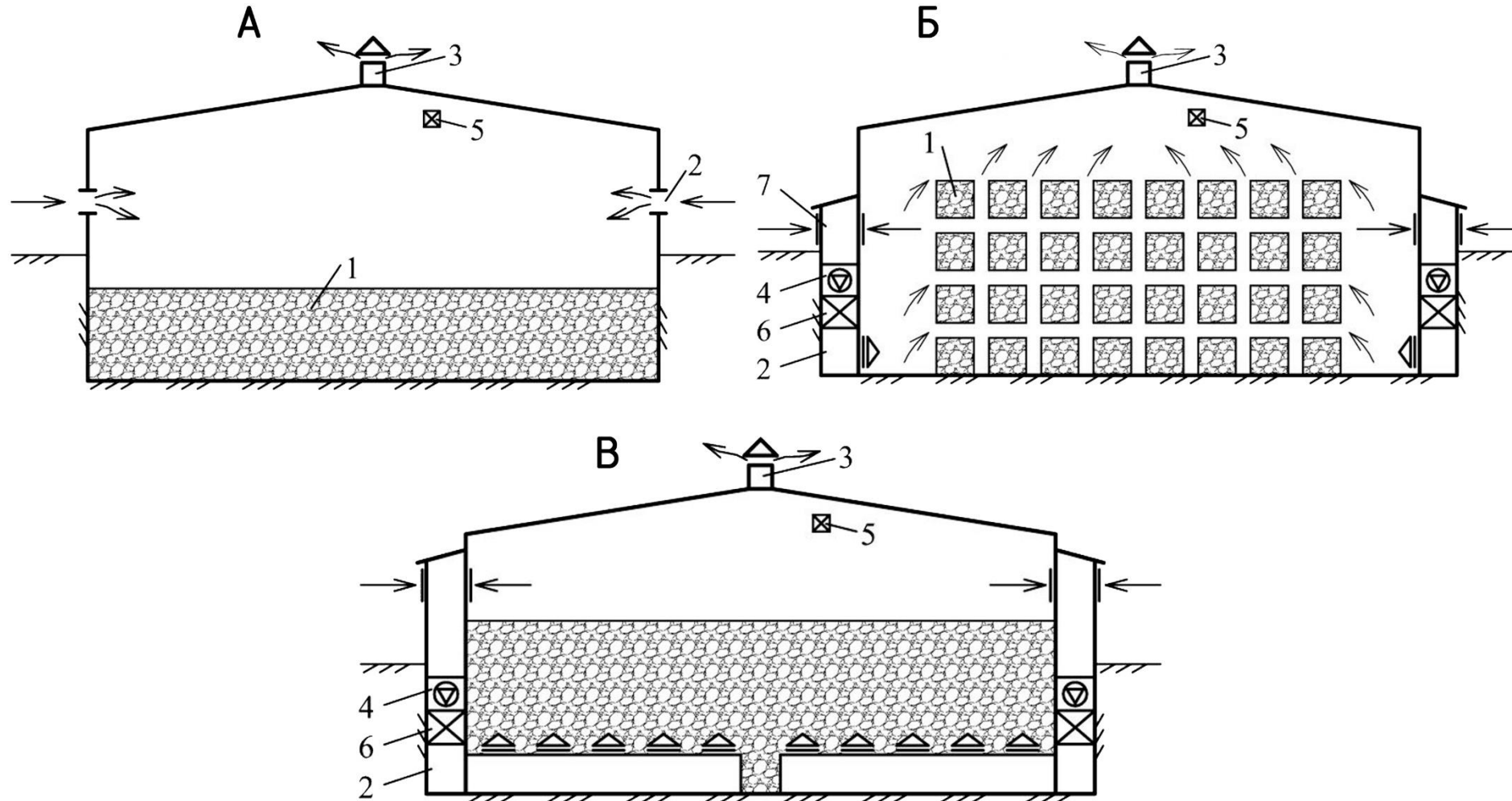


Бурт з системою активної вентиляції [3]:
1 – вентилятор; 2 – приточний повітропровід;
3 – витяжний повітропровід; 4 – канал подачі
повітря в шар продукції; 5 – регулюючий пристрій



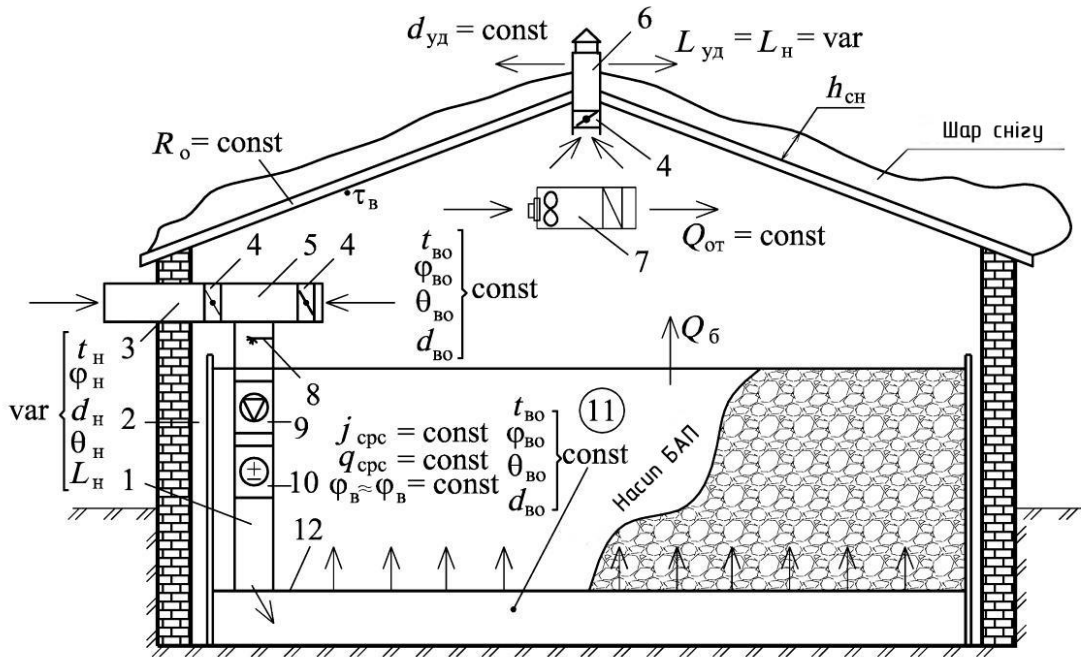
Розріз бурта з системою активної вентиляції [3]:
1 – повітророзподільний пристрій; 2 – тюки соломи;
3 – плівка; 4 – торф.

Способи зберігання. Зберігання в стаціонарних сховищах



Принципова схема влаштування вентиляції в сховища з біологічно активною продукцією: а) природня вентиляція, б) загальнообмінна вентиляція, в) активна вентиляція : 1 – біологічно активна продукція; 2 – приточний канал, 3 – витяжний канал, 4 – вентилятор ; 5 – повітряно опалювальний пристрій; 6 – обладнання для обробки повітря. 7 – рециркуляційний повітропроводи [3].

Теплофізична модель сховища біологічно активної продукції



Теплофізична модель сховища БАП: 1 – повітропровід для подачі підготовленого повітря в шар насипу; 2 – повітряний прошарок; 3 – повітропровід для забору зовнішнього повітря; 4 – повітряний клапан з електроприводом; 5 – повітропровід для забору внутрішнього каналу для рециркуляції; 6 – витяжний повітропровід; 7 – повітряна опалювальна установка; 8 – зволожувач повітря; 9 – вентилятор; 10 – обладнання для нагріву і охолодження повітря; 11 – шар насипу БАП; 12 – пристрій для рівномірної подачі повітря в шар БАП

Знаходження необхідного повітрообміну визначається наступними залежностями:

- для видалення явних тепловиділень: $L = Q_{я} / c_{\epsilon} (t_{уд} - t_{np}) \rho_{\epsilon}$;
- для видалення надлишків вологи: $L = G_{вл} / \rho_{\epsilon} (d_{уд} - d_{np})$;
- одночасно видалення надлишків теплоти і вологи: $L = Q_n / \rho_{\epsilon} (I_{уд} - I_{np})$

Кількість теплоти яка виділяється зі сховища, з завантаженням G_p , т:

$$Q_{\delta}^{БАП} = q_{БАП} \cdot G_p$$

де $q_{БАП}$ питоме явне тепловиділення БАП, Вт/т.

Максимальні теплотрати на підігрів зовнішнього повітря знаходять за виразом:

$$Q_{\epsilon} = c_{\epsilon} G_{н. \min} (t_H^1 - t_H)$$

При неповному завантаженні сховища продукцією, або при реалізації продукції протягом року G_{δ} і створення запасу при можливому зниженні температури зовнішнього повітря t_H нижче розрахункової, необхідно передбачити додаткові системи опалення потужністю:

$$Q_{от}^{\delta} = (G_p - G_{\delta}) q_{БАП} = G_p (1 - \alpha) q_{БАП}$$

де α - коефіцієнт ступеня завантаження сховища $\alpha = n_{\delta} / n_p$, $\alpha = G_{\delta} / G_p$

Розрахунок системи активної вентиляції сховища біологічно активної продукції

Розрахунок системи активної вентиляції виконують для періоду охолодження та для основного періоду зберігання. Необхідну витрату повітря для системи активної вентиляції визначають в залежності від тепло та вологовиділень продукції. Тепловиділення продукції 6,6 Вт/т, вологовиділення 7 г(т год).

В період охолодження режим САВ нормують біологічно оптимальним темпом охолодження шару насипу БАП $\Delta z_{opt} = 0,02...0,04 \text{ } ^\circ\text{C} / \text{год}$

Час роботи САВ протягом доби характеризується коефіцієнтом використання вентиляції:

$$K_v = 2 \cdot \frac{1 + 0,25 \cdot \eta_{ef}}{1 + 1,5 \cdot L_{ef}}$$

де $\eta_{ef} = 10^4 \cdot \Delta z_{opt} / q_{БАП}$, $\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C} / \text{кДж}$, коефіцієнт ефективності охолодження, який враховує відношення оптимальної швидкості охолодження до об'єму внутрішніх тепловиділень.

$L_{ef} = L_v \cdot \Delta T_0 / q_{БАП}$, $\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C} / \text{кДж}$, приведена до потужності тепловиділень і початковим температурним умовами $\Delta T_0 = 3$ витрата повітря.

Оптимальні значення приведеної витрати повітря на 1 кубічний метр шару насипу БАП, $\text{м}^3 / (\text{м}^3 \text{ год})$, лежать в межах:

$$L_{vopt} \geq (3,8 \cdot q_{БАП} + 1,1 \cdot 10^4 \Delta z_{opt}) / \Delta T_0$$

Величина має бути обмежена по висоті шару насипу від 3,0 до 6,0 м. значенням:

$$L_{vopt} < 717 / h = 120...240 \text{ м}^3 / (\text{м}^3 \text{ год}).$$

Для уникнення шкідливих наслідків надмірного вентилявання і усушки продукції забезпечують оптимальні режими роботи системи вентиляції, які відповідають середнім значенням K_v :

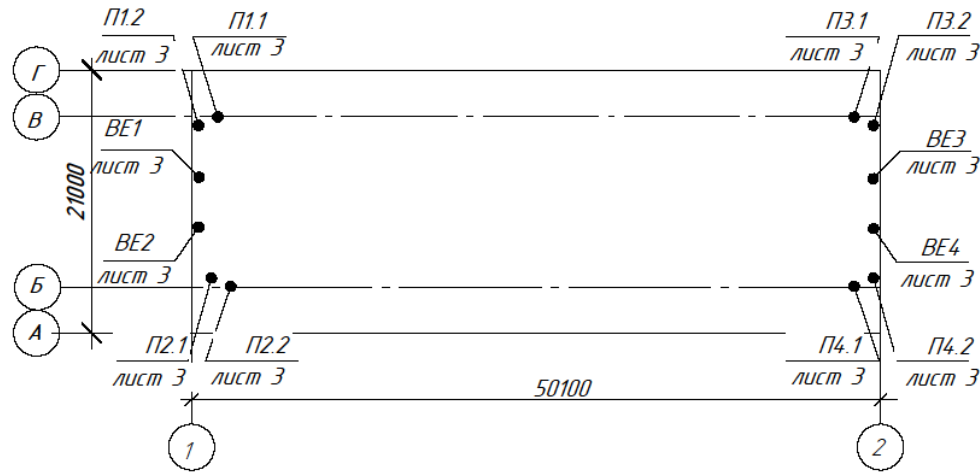
$$K_{vopt}' = (0,27...0,4) \cdot \frac{q_{БАП}}{L_v} = 0,33 \cdot \frac{q_{БАП}}{L_v}; t_{во} > t'_{xp};$$

$$K_{vopt}'' = (0,45...0,65) \cdot \frac{q_{БАП}}{L_v} = 0,55 \cdot \frac{q_{БАП}}{L_v}; t_{во} < t'_{xp};$$

Порівняння коефіцієнта ефективності зберігання біологічно активної продукції

<i>Характеристика способу зберігання</i>	<i>Коефіцієнт ефективності забезпечення мікроклімату</i>	<i>Ефективність зберігання БАП</i>	
		<i>Коеф.якості зберігання =1</i>	<i>Коеф.якості зберігання =0,95</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>Суворе дотримання нормованих показників мікроклімату</i>	<i>1</i>	<i>0,95</i>	<i>0,90</i>
<i>Холодильне обладнання з регульованим газовим середовищем об'єкту... механічною системою вентиляції</i>	<i>0,98</i>	<i>0,93</i>	<i>0,88</i>
<i>Холодильники обладнанні механічною системою вентиляції</i>	<i>0,95</i>	<i>0,90</i>	<i>0,86</i>
<i>Зберігання насипом та в контейнерах в сховищах з системою активної вентиляції</i>	<i>0,90</i>	<i>0,85</i>	<i>0,81</i>
<i>Бурт з системою механічною вентиляції</i>	<i>0,85</i>	<i>0,81</i>	<i>0,77</i>
<i>Зберігання в контейнерах з застосуванням загальнообмінної вентиляції</i>	<i>0,80</i>	<i>0,76</i>	<i>0,72</i>
<i>Бурт з природною вентиляцією</i>	<i>0,60</i>	<i>0,51</i>	<i>0,48</i>

План – схема розміщення обладнання



Відомість основного комплексу креслень

Лист	Назва	Примітка
1	Загальні дані	
2	План на відм. 000 Розрізи 1-1, 2-2	
3	Схеми вент.систем П1-П4, ВЕ1-ВЕ4	
4	АксонOMETричні схеми вент.систем П1-П4	

Відомість посилань і додаткових документів

Позначення	Назва	Примітки
	Посилання на документи	
ДБН В.2.5-67:2013	Опалення, вентиляція та кондиціонування	
ДБН В.2.6-31:2016	Теплова ізоляція будівель	
	Документи що додаються	
	Специфікація обладнання, виробів і матеріалів	2 аркуші

Загальні дані

Технічні рішення, прийняті в робочих кресленнях, відповідають вимогам екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних та інших діючих норм і правил і забезпечують безпеку для життя і здоров'я людей експлуатації об'єкта при передбачених робочих кресленнями заходах.
 Розрахункові параметри зовнішнього повітря для проектування вентиляції:
 - в зимовий період року $t_{z.z.} = -24 \text{ } ^\circ\text{C}$,
 - в літній період року $t_{л.л.} = 21,6 \text{ } ^\circ\text{C}$.
 Розрахункові параметри всередині приміщень прийняті $t_{в} = +3 + 5 \text{ } ^\circ\text{C}$.
 Водяне опалення в картоплексових не передбачено.
 Підтримка температури в картоплексових здійснюється за рахунок тепловиділень від продукції що зберігається.
 Вентиляція картоплексових природна припливно витяжна.
 Припливні системи П-П4 запроєктовані з рециркуляцією.
 Коефіцієнт термічного опору зовнішніх стін і перекриття картоплексових $R = 3,0 \text{ м}^2/\text{Вт}$.

Режим роботи систем вентиляції залежить від етапу зберігання:
 - Осушення
 Проводиться з дб зовнішнім повітрям, при дощовій погоді осушка здійснюється суміше зовнішнього і внутрішнього повітря.
 - Лікування
 Проводиться 10-15 днів рециркуляційним повітрям з температурою 12-18 $^\circ\text{C}$, періодичність роботи вентиляції на даному етапі - 6 разів на добу по 30х.
 - Охолодження
 Відбувається протягом 20 днів зовнішнім повітрям. Зниження температури картоплі до температури зберігання проводиться шляхом поступово на 0,5-1 $^\circ\text{C}$ на добу, при цьому, якщо денна зовнішня температура вище необхідних значень, охолодження здійснюється в нічний час.
 - Зберігання
 Режим роботи вентиляційного обладнання залежить від температури зовнішнього повітря. Регулювання по температурі проводиться шляхом змішування зовнішнього холодного і внутрішнього теплого повітря, ступінь і час відкриття клапанів залежить від температури на осмактуванні вентилятора (повинна бути постійною і рівною 3 $^\circ\text{C}$)
 Для подачі повітря в шар насипу продукції передбачено приставки сталеві перфоровані напівкруглі секційні повітроводи змінного перерізу.
 Для регулювання і контролю витрати повітря встановлено осьові вентилятори.

Основні показники по кресленнях опалення і вентиляції

Назва будівлі	Об'єм будівлі, м^3	Період року при $t \text{ } ^\circ\text{C}$	Витрати				Витрата холоду, Вт	Потужн. ел.двиг. кВт
			на опалення	на вентиляцію	на водо-постачання	Загальна		
Сховище БАП	8952	-21	-	-	-	-	65	

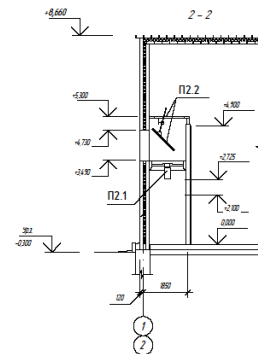
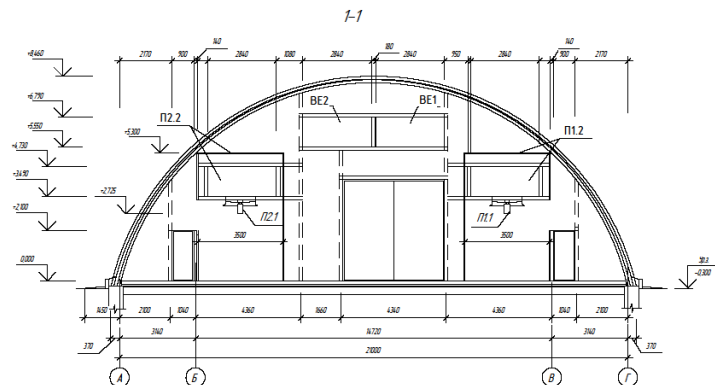
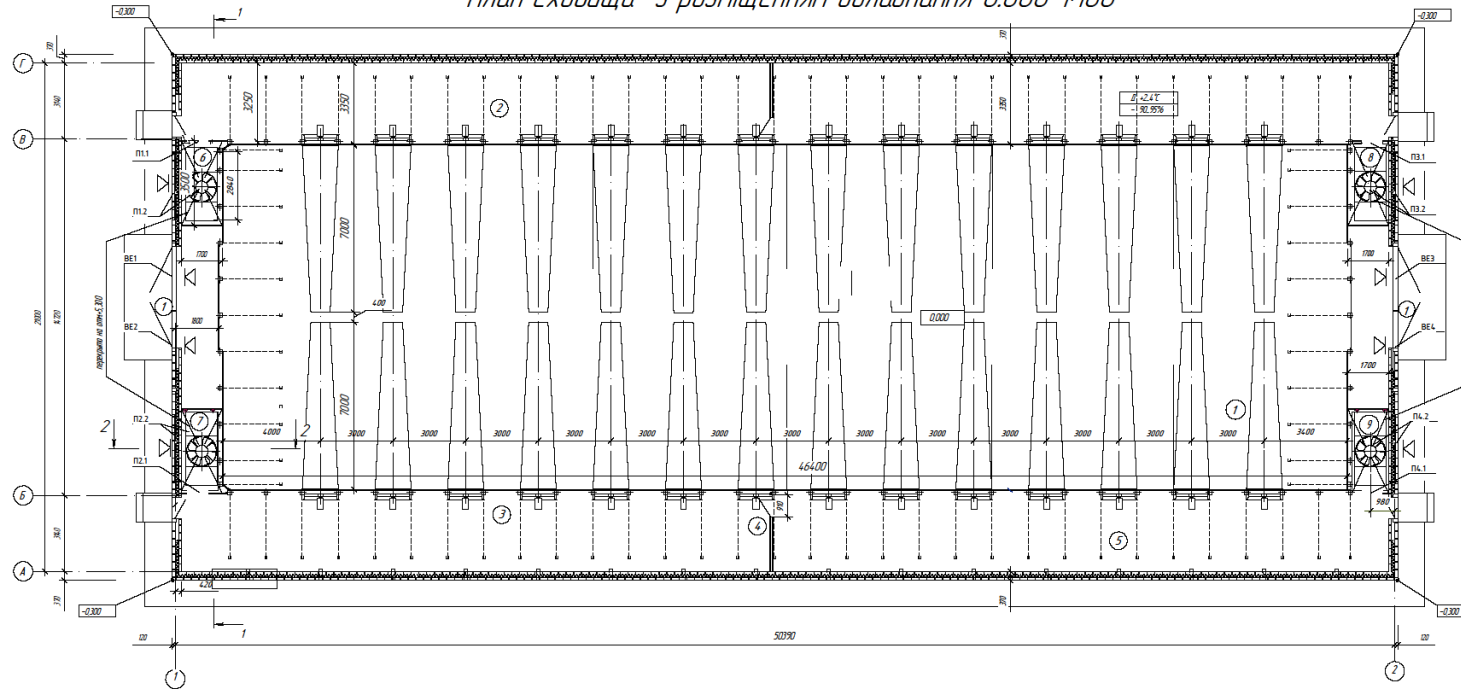
08-12.МКР.013.00.000 ОВ

Вибір та обґрунтування раціональних параметрів системи мікроклімату для довготривалого зберігання біологічно активної продукції в сховищі							
Изм.	Колон.	Лист	№рек.	Подп.	Дата	Система активної вентиляції сховища діалогічно активної продукції	
Розробив	Червоний					Стадія	Лист
Перевірив	Кач	18				МКР	7
Загальні дані. Відомість основного комплексу креслень. Вказані посилання, додаткові документи основні показники по кресленнях опалення, вентиляції. План - схема розміщення обладнання							
Начинтер	Панькевич	О.П.				ВНТУ, ТГ-16	
Затв.	Сварюк	В.Р.					

Складові

Вказ. лис. №
Листів та дата
Лист № лисів

План сходища з розміщенням обладнання 0.000 1:100



Експлікація приміщень

№ пог.	Назва	Площа приміщення м ²	Кот. прим.
1	Сходище	668,1	В
2	Венткавал	81,0	В
3	Венткавал	81,0	В
4	Венткавал	84,47	В
5	Венткавал	84,47	В
6	Венткавал	4,92	В
7	Венткавал	4,92	В
8	Венткавал	4,92	В

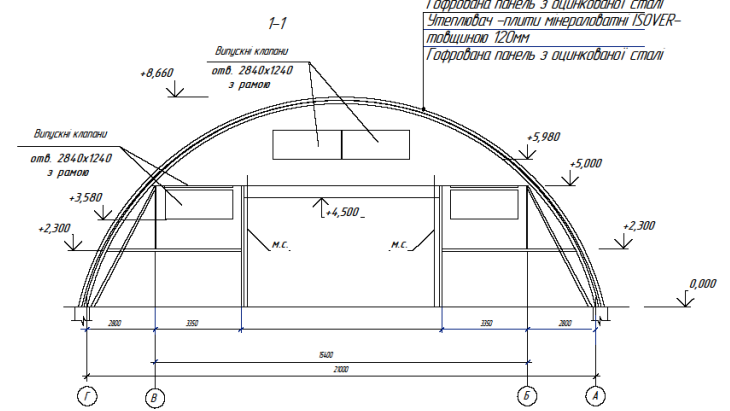
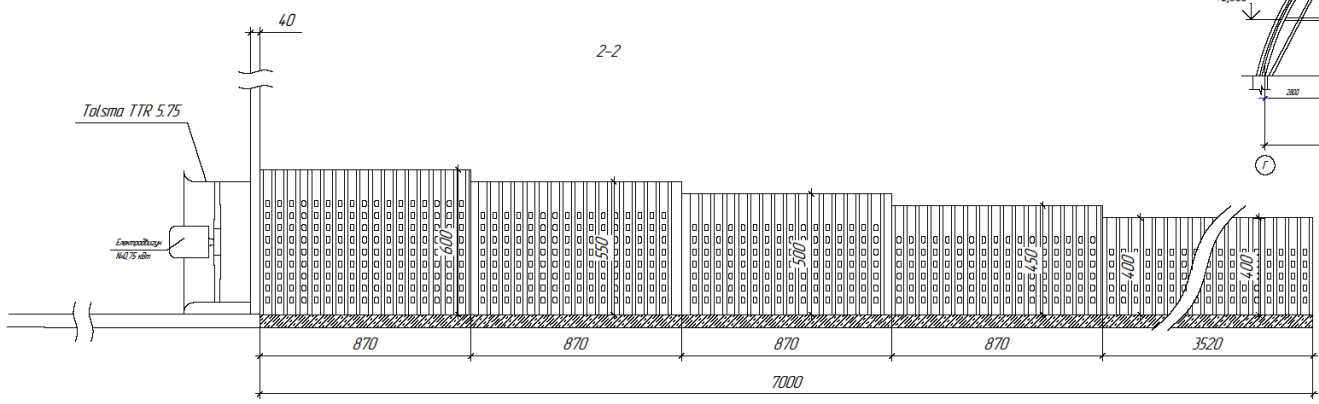
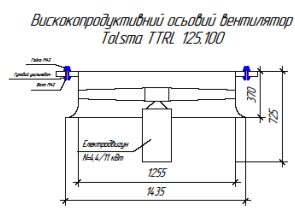
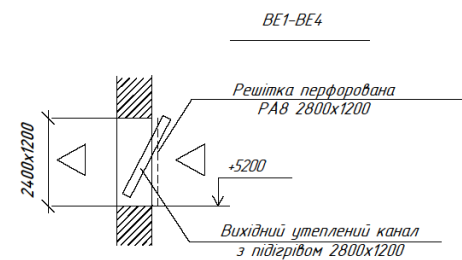
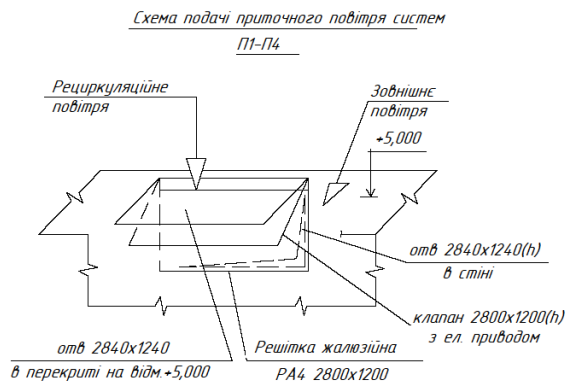
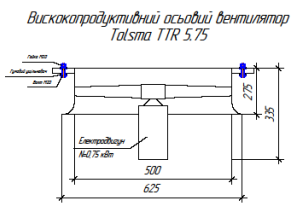
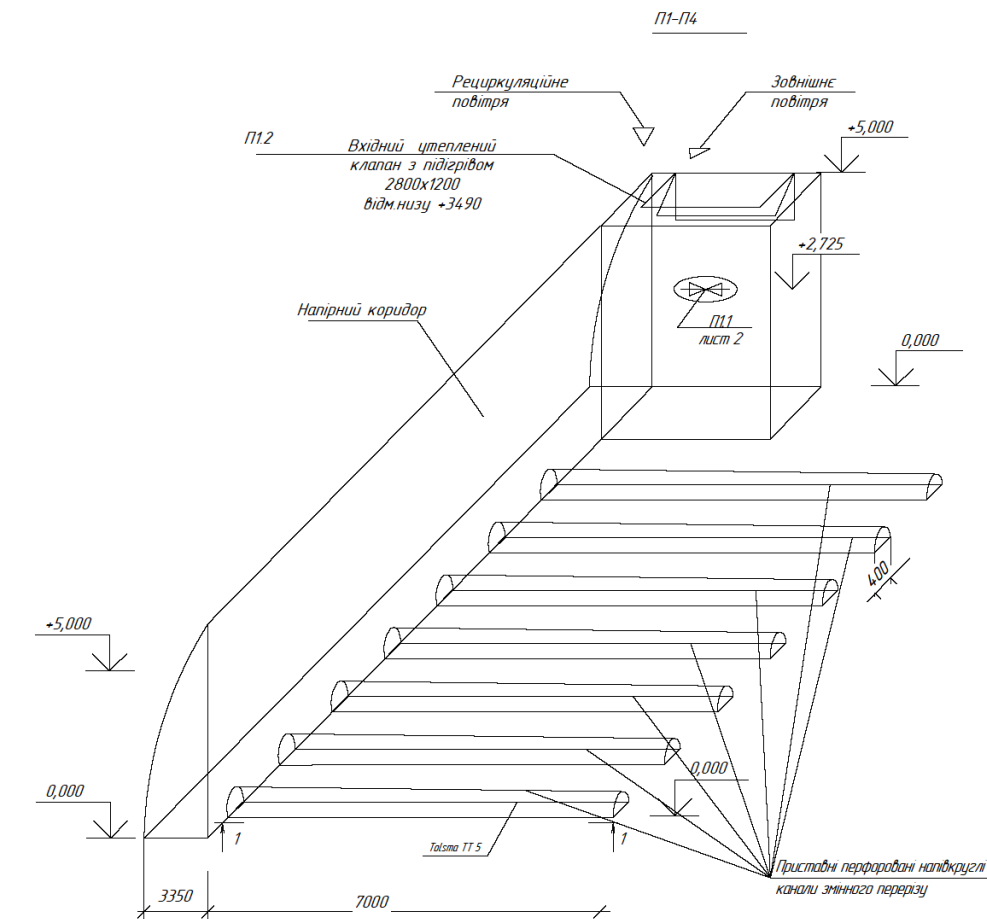
08-12.МКР.013.00.000.00В

Вибір та обґрунтування раціональних параметрів системи мікроклімату для достатнього зберігання вологої активної продукції в сходищах Система активної вентиляції сходища вологою активною продукцією

Мет. розробки	Лист	№	Відс.	Лист	№
Виконав	Кор.	№	Відс.	Лист	№
Начальн. Зам.	Підпис	№	Відс.	Лист	№

МКР 2 7

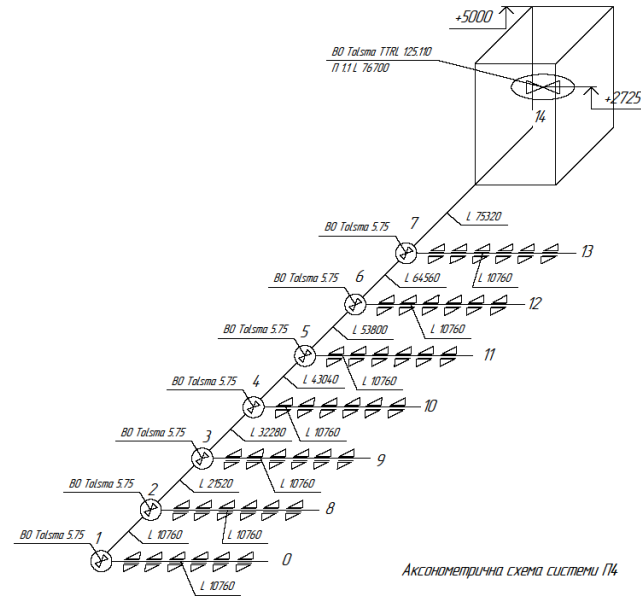
ВНТУ, ТГ-16



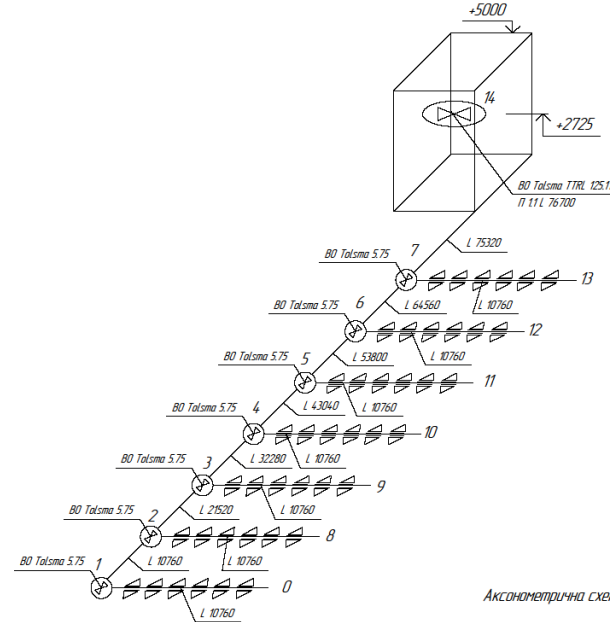
Складові елементи: Діаг. № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100.

					08-12 МКР.013.00.000.00	
Вибір та обґрунтування раціональних параметрів системи мікроклімату для відстоювання зберігання вологих овочів/фруктів в складі						
Мета	Місце	Лист	Місце	Лист	Дата	
Розробив	Читав	Перевірив	Кор.	Лист	Лист	
Система активної вентиляції складию вологих овочів/фруктів					МКР	3 7
Система активної вентиляції					ВНТУ, ТГ	16

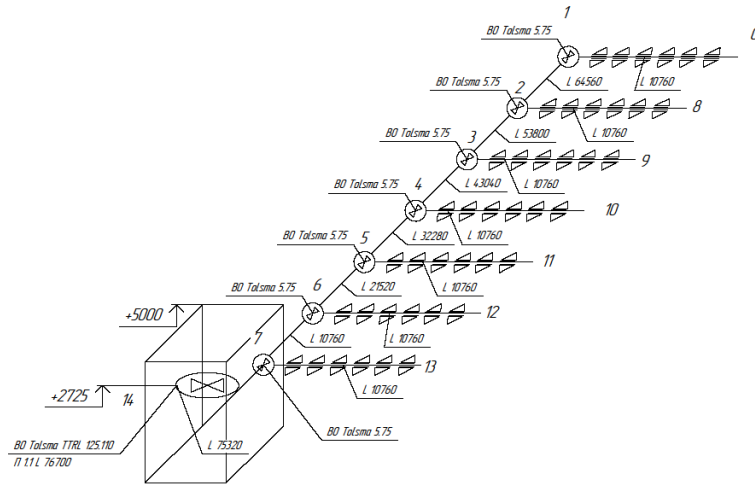
АксонOMETPична схема системи П2



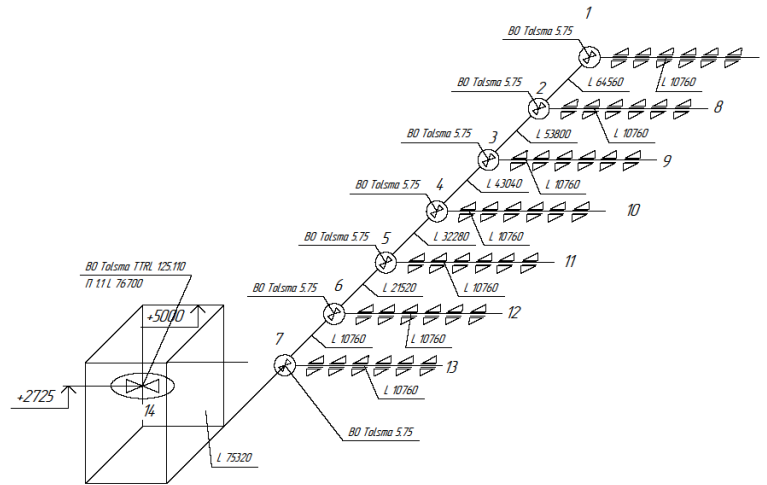
АксонOMETPична схема системи П1



АксонOMETPична схема системи П4



АксонOMETPична схема системи П3



Складено

Лист № 14

Лист № 14

Лист № 14

08-12.MKP.013.00.000.018					
Вибір та обґрунтування раціональних параметрів системи мікроклімату для відновлення зберігання вологої активної продукції в скляних парниках					
Мета	Класифікація	Лист	Місце	Лист	Лист
Позначення	Позначення	Класифікація	Класифікація	Класифікація	Класифікація
Система активної вентиляції скляних парників				Місце	Лист
Складно-технологічна активна продукція				Місце	Лист
АксонOMETPичні схеми систем П1 - П4					
Складено				ВНТУ, ТГ-16	

Економічні показники

<i>Основні техніко – економічні показники влаштування САВ</i>		
<i>Найменування показника</i>	<i>Одиниці вимірювання</i>	<i>Значення</i>
<i>Витрата повітря САВ</i>	<i>м³/год</i>	<i>306800</i>
<i>Річна кількість годин роботи</i>	<i>год</i>	<i>3364</i>
<i>Кошторисна вартість</i>	<i>тис.грн</i>	<i>1504,21</i>
<i>Кошторисна заробітна плата</i>	<i>тис.грн</i>	<i>30,22</i>
<i>Середній розряд робіт</i>	<i>розряд</i>	<i>4,5</i>
<i>Кількість робітників</i>	<i>чол.</i>	<i>6</i>
<i>Загальна тривалість будівництва</i>	<i>днів</i>	<i>27,75</i>
<i>Термін окупності</i>	<i>років, місяців</i>	<i>1 рік 7 місяців</i>

Загальні висновки

1. Виконано аналітичний огляд існуючих варіантів довготривалого зберігання біологічно активної продукції. Визначено причини втрат продукції під час зберігання.

Проведено математичне моделювання тепломасообмінних процесів та наведено приклади тепломасообмінних процесів які відбуваються в шарі насипу продукції під час її зберігання.

За результатами техніко – економічного розрахунку обрано варіант з найбільш раціональними параметрами створення мікроклімату в сховищі для довготривалого зберігання біологічно активної продукції – система активної вентиляції.

Витрати на влаштування системи активної вентиляції 1504,21 тисяч гривень, що у порівнянні з витратами на холодильне обладнання 5040 тисяч гривень, значно менше. Термін окупності обраної системи складає 1 рік та 7 місяців.

2. Для обраного способу зберігання розраховано тепло – та вологонадходження від шару насипу біологічно активної продукції. Тепловиділення від продукції – 6,6 Вт/т. Загальні тепловиділення від маси шару насипу БАП – 13260 Вт. Продукція виділяє – 7 г/(т год) вологи, загальні вологовиділення від шару насипу БАП – 14000 г. Розрахована необхідна витрата повітря – 306800 м³/год, складено тепловий баланс приміщення, підібрано обладнання для забезпечення раціональних параметрів системи мікроклімату.

3. В розділі з організаційно – технологічного забезпечення проведено аналіз системи що прийнята до монтажу, підібрано необхідне обладнання, механізми та інструменти. Визначено склад, об'єм, тривалість і трудомісткість, розроблено календарний план виконання монтажних робіт системи що забезпечує раціональні параметри мікроклімату для довготривалого зберігання біологічно активної продукції в сховищі. Тривалість виконання робіт 27,75 днів, загальна трудомісткість 165 людино –днів, середня чисельність робочих – 6 людей.

4. Розраховано економічний ефект від впровадження сховища для довготривалого зберігання продукції. Наведено основні техніко – економічні показники:

- витрата повітря системою активної вентиляції 306800 м³/год;
- кошторисна вартість будівництва сховища 1504,21 тис.грн;
- загальна тривалість будівництва 27,75 днів;
- термін окупності 1 рік 7 місяців;

Виступ завершив. Дякую за увагу!

Список використаних джерел

1. Черановський Б.О. Засоби і способи створення мікроклімату в сховищах з біологічно активною продукцією [Електронний ресурс]: XLVI НТКП ВНТУ (2017) – Режим доступу до джерела: <http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/16870/2301.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
2. Черановський Б.О. Вибір та обґрунтування раціональних параметрів системи мікроклімату для довготривалого зберігання біологічно активної продукції в сховищах [Електронний ресурс]: /Енергоефективність в галузях економіки України: міжнародна науково – технічна конференція, 25 – 28 жовтня. 2017 рік. - Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/egeu2017/paper/viewFile/3322/2815>
3. Бодров, В.І. Мікроклімат промислових сільськогосподарських будівель і споруд / В.І. Бодров, М.В. Бодров, Е.Г. Іоничев, М.Н. Кучеренко. – Н. Новгород; ННГАСУ, 2008. – 623 с