

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП: «Монтаж і обслуговування

холодильно-компресорних

машин і установок»

Група: 4МХ - 188

Дипломний проєкт

здобувача освіти заочного відділення

МХ 188. 004. 000 ДП

ЛУК'ЯНЕНКО ЮРІЯ
ЮРІЙОВИЧА

м. Одеса
2025 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність 142
«Енергетичне машинобудування»
ОП: «Монтаж і обслуговування
Холодильно-компресорних машин та
установок»
Група 4 МХ- 188

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА МХ 188. 004. 000 ДП

До дипломного проекту на тему:
Розробка холодильника при фермерському господарстві для зберігання
яблук і груш ємністю 125 тон, Вінницька область.

Проектний матеріал складається з пояснювальної записки
на 48 сторінках та графічного матеріалу на аркушах.

Дипломник  (Лук'яненко Ю.Ю.)

Керівник проєкту  (Рекеда Ю.Д.)

Консультанти:


з економічної частини  (Шимко О.В.)

з будівельної частини  (Волянська С.В.)

з охорони праці  (Чорновол Н.І.)

по дотриманню
вимог ЄСКД  (Волянська С.В.)

До захисту допущено

Голова циклової комісії  (Беркань Ір. В.)

Завідуючий відділенням  (Бригадир Л.Г.)

Захист "21" 06 2025 р. Оцінка ЕК Протокол ЕК № 01.11.13

Секретар ЕК  Хоцяновський С.Ю.

Міністерство освіти і науки України
ВСП «Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ»

Дата видачі завдання
«31» березня 2025 р.
Дата закінчення проєкту
«08» червня 2025 р.

Затверджую
Заступник директора з НВР
_____ Беркань Іг.В.
“ 14” листопада 2024 р.

ЗАВДАННЯ

до дипломного проєктування

Прізвище, ім'я та по батькові: **Лук'яненко Юрію Юрійовичу**
Галузь знань **№ 14 «Електрична інженерія»**
Спеціальність **№ 142 «Енергетичне машинобудування»**
Освітня програма **«Монтаж і обслуговування холодильно-компресорних машин та установок»**

1. Тема дипломного проєкту: **Розробка холодильника при фермерському господарстві для зберігання яблук і груш ємністю 125 тон, Вінницька область.**

Стверджена наказом по коледжу від « 14 » 11 2025 р. № 246 –А2- ОД

Вихідні дані для проєкту: температура літня 30 °С
відносна вологість повітря літня 70 %

Зміст та послідовність виконання дипломного проєкту

Пояснювальна записка

Вступ

1. Загальна частина

- 1.1 Призначення і технічна характеристика об'єкта завдання
- 1.2 Вихідні дані
- 1.3 Техніко-економічне обґрунтування проєкту

2. Технологічна частина

- 2.1 Характеристика швидкокопсувних продуктів
- 2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму зберігання

3. Розрахунково- конструкторська частина

- 3.1 Розрахункові дані
- 3.2 Розрахунок будівельних площ
- 3.3 Вимоги до планування холодильника
- 3.4 Планування холодильника.
- 3.5 Розрахунок ізоляційного шару огорожень
- 3.6 Тепловий розрахунок
- 3.7 Визначення навантаження на компресор та обладнання камер
- 3.8 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки
- 3.9 Побудова циклу холодильної машини, визначення параметрів вузлових точок
- 3.10 Тепловий розрахунок та вибір компресора
- 3.11 Тепловий розрахунок та вибір конденсатора
- 3.12 Розрахунок та вибір обладнання камер
- 3.13 Розрахунок та вибір допоміжного устаткування
- 3.14 Розрахунок та відбір градирні

4. Організаційна частина

4.1 Організація ремонту та монтажу холодильного обладнання

4.2 Експлуатація холодильного обладнання

4.3 Автоматизація холодильної установки

5 Економічна частина

5.1 Розрахунок капітальних вкладень

5.2 Розрахунок кількості виробленого холоду

5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

6. Охорона праці

6.1 Аналіз виробничих чинників, що мають небезпечний та шкідливий вплив на працівника

6.2 Розробка заходів з охорони праці

6.3 Пожежна безпека

7. Перелік використаних джерел

Графічна частина

Аркуш 1 Планування холодильника

Аркуш 2 Розводка трубопроводів

Аркуш 3 Схема автоматизації холодильної установки

Графік виконання проєкту

Зміст	Термін виконання
1 Загальна частина	21 23.04.2025
2 Розрахунково-конструкторська частина	24.04 - 09.05.2025
3 Організаційна частина	11 – 13.05.2025
4 Аркуш 1	14 – 15.05.2025
5 Економічна частина	16 – 18.05.2025
6 Аркуш 2,3	21 – 22.05.2025
7 Охорона праці	23 - 24.05.2025
Попередній захист	26.05.2025
Захист дипломного проєкту	06.06.2025

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 4 від “ 12” листопада 2024 р.

Голова комісії _____ (Беркань Ір. В.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проєкту _____ (Рекеда Ю.Д.)

ВСТУП

Сільське господарство України традиційно відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки держави та є одним із провідних напрямів економіки, особливо в аграрних регіонах, таких як Вінницька область. За сприятливих кліматичних умов, родючих ґрунтів і значного досвіду вирощування плодово-ягідної продукції, зокрема яблук і груш, в області активно розвиваються фермерські господарства, орієнтовані на виробництво екологічно чистої та конкурентоспроможної продукції як для внутрішнього ринку, так і на експорт.

Проте ефективне ведення садівництва неможливе без належно організованої системи післязбирального зберігання врожаю. Оскільки фрукти є швидкопсувним продуктом, особливо у нестабільних температурних умовах, виникає гостра потреба в спеціалізованих холодильних установках, здатних забезпечити оптимальні умови для тривалого зберігання плодів без втрати якості. Зважаючи на сезонний характер збирання, важливо забезпечити можливість зберігати яблука та груші упродовж кількох місяців, що дає змогу регулювати продаж та підвищувати прибутковість фермерських господарств.

Розробка холодильника ємністю 125 тонн для зберігання яблук і груш дозволяє вирішити низку технологічних та економічних задач.

По-перше, забезпечується мінімізація втрат урожаю, які часто виникають через недотримання температурно-вологісного режиму.

По-друге, фермерське господарство отримує можливість планувати реалізацію продукції не лише одразу після збору, а й у періоди підвищеного попиту, коли ціна на фрукти є вигіднішою.

По-третє, наявність власного холодильного приміщення сприяє зміцненню позицій господарства на ринку та підвищує його конкурентоспроможність.

Мета даного дипломного проєкту полягає в розробці ефективної, економічно доцільної та енергоощадної системи холодильника для фермерського господарства, розташованого у Вінницькій області. Передбачається врахування кліматичних особливостей регіону, технічних вимог до зберігання яблук і груш, сучасних тенденцій у проектуванні холодильних систем та можливостей використання вітчизняного обладнання. У процесі розробки буде розглянуто конструктивне рішення будівлі, обрано відповідне холодильне обладнання, розраховано теплові навантаження, запропоновано систему автоматизації контролю температурного режиму, а також проаналізовано економічну доцільність реалізації проєкту.

Таким чином, дане дослідження має не лише прикладний характер, а й сприяє популяризації інноваційних підходів у розвитку малих та середніх агровиробників, що є актуальним у контексті сучасних викликів для агропромислового комплексу України.

					MX 188. 004. 000 ДП ПЗ	

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Призначення та технічна характеристика об'єкта завдання

Система охолодження холодильного комплексу при фермерському господарстві, розрахована на ємність зберігання до 125 тонн, призначена для забезпечення умов охолодження та тривалого зберігання продукції рослинного походження. Установку спроектовано з урахуванням підтримання штучного мікроклімату — понижених температур та високої відносної вологості повітря, що є критично важливим для збереження якості фруктів, зокрема яблук і груш.

Охолоджувальний блок холодильника включає кілька камер зберігання, у яких підтримується постійна температура на рівні 0 °C та відносна вологість у межах 85–90 %. У камерах передбачено інтенсивну циркуляцію повітря, яка здійснюється завдяки повітроохолоджувачам виробництва компанії **ALFA LAVAL**. Повітря рівномірно розподіляється всередині об'єму камери зі швидкістю 2–3 м/с. Тара з продукцією розміщується з урахуванням вільного доступу холодного повітря до всіх поверхонь плодів, що забезпечує рівномірне охолодження.

Завантаження та відвантаження продукції організовано за допомогою автомобільного транспорту, для чого передбачено спеціальну вантажну платформу. Конструктивне планування об'єкта передбачає можливість механізованого виконання вантажно-розвантажувальних операцій, що підвищує ефективність логістичних процесів.

Будівлю холодильника спроектовано за каркасною схемою із застосуванням стандартних залізобетонних конструкцій. При проєктній місткості від 12 до 125 тонн вантажна висота у камерах зберігання становить від 2 до 3 метрів. Загальна висота приміщень від рівня чистої підлоги до несних конструкцій дорівнює 3,6 м. Теплоізоляція виконується із пінополістирольних плит ПСБ-С, що мають стандартну товщину, кратну 25 мм. Сітка розташування колон — 6×12 м.

До західної сторони основної будівлі прибудовано підсобні приміщення, зокрема машинне відділення, електрощитову та службові кімнати для персоналу. Така конфігурація забезпечує компактність і функціональність комплексу.

Для підтримання заданого температурного режиму передбачено використання фреонової холодильної установки з одноступеневим стисненням і безпосереднім охолодженням. Як холодоагент обрано фреон

R-134a, який відповідає сучасним екологічним стандартам. Система розрахована на роботу в умовах максимального теплового навантаження, як з боку зовнішнього середовища, так і від внутрішніх джерел.

У рамках цього проєкту застосовано передові технології зберігання сільськогосподарської продукції, сучасні будівельні рішення, а також найновіші досягнення у сфері холодильної техніки. Це забезпечує високу ефективність роботи об'єкта, тривалий термін експлуатації та відповідність актуальним вимогам агропромислового сектора.

1.2 Вихідні дані

Місткість камер зберігання	-	125 тон
Кліматичні умови Вінницької області		
Середньорічна температура	-	+ 6,7 °C
Розрахункова літня температура	-	+ 30 °C
Розрахункова зимня температура	-	- 21 °C
Відносна літня вологість повітря	-	70 %
Географічна широта	-	49
Вантаж для зберігання	-	яблука і груші

1.3 Техніко-економічне обґрунтування проєкту

Завданням даного дипломного проєкту є розробка ефективної системи охолодження для холодильника при фермерському господарстві загальною ємністю 125 тонн, з урахуванням кліматичних умов Вінницької області. Основна мета – забезпечити надійне зберігання плодів (яблук і груш) із мінімальними енергетичними затратами та високим рівнем автоматизації процесів.

Обґрунтований вибір одноповерхової конструкції холодильника пояснюється низкою переваг: такі споруди забезпечують зручний фронт вантажно-розвантажувальних робіт, а також дають змогу ефективно впровадити комплексну механізацію цих процесів. Як наслідок, підвищується швидкість операцій і зменшується їх вартість, що є економічно вигідним для невеликих та середніх агровиробників.

Ключовою перевагою одноповерхових холодильників є їхня конструктивна простота: навантаження від зберіганих вантажів – плодів та овочів – передається безпосередньо на ґрунт, а колони несуть лише навантаження від покрівельного покриття. Це дає змогу збільшити допустиме навантаження на квадратний метр площі та дозволяє проєктувати більшу висоту камер зберігання без ускладнення конструкційної схеми.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика швидкопсувних продуктів

Холодильник при фермерському господарстві призначений для зберігання швидкопсувної продукції рослинного походження, зокрема томатів, моркви, яблук, груш і винограду.

Для тривалого зберігання придатні лише високоякісні плоди - здорові, чисті, без механічних пошкоджень і ознак псування. Кінцева якість продукції значною мірою залежить від попередньої товарної обробки, калібрування, сортування, правильного пакування, а також дотримання режимів завантаження камер зберігання.

Фрукти та овочі - це продукти харчування рослинного походження, до складу яких входять азотисті речовини, вуглеводи, органічні кислоти, глюкозиди, фенольні сполуки, ефірні олії, воски, жири, жиророзчинні пігменти, алкалоїди, вітаміни та мінеральні елементи.

Основною фізіологічною особливістю плодів є високий вміст води, який становить 80–90 %. Кількість сухих речовин досягає 10–20 %, причому більша частина з них є розчинною в клітинному соку. Вуглеводи формують калорійність, яка в середньому становить 25–40 ккал на 100 г продукту. Вміст клітковини (целюлози) коливається в межах 0,2–2,8 %, а геміцелюлози 0,2 - 3,5 %. Пектинові речовини, важливі для збереження структури плодів, становлять близько 0,1 % загальної маси.

Яблука мають добру лежкість і за умов правильного охолодження можуть зберігатися від 4 до 6 місяців. Вони містять значну кількість пектинових речовин, органічних кислот (переважно яблучної) та вітаміну С. Найбільш сприятливими для зберігання є сорти з щільною м'якоттю та товстою шкіркою.

Груші є більш вибагливими до умов зберігання, оскільки мають вищу інтенсивність дихання та швидше втрачають товарний вигляд. Тривалість зберігання значно залежить від сорту: деякі зимові сорти можуть зберігатися 2–3 місяці, за умови підтримання температури близько 0 °С і відносної вологості 90–95 %.

Таким чином, дотримання відповідних температурно-вологісних режимів та якісна попередня обробка продукції є критичними умовами для забезпечення тривалого зберігання плодів без втрати їх харчової цінності та товарного вигляду.

2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму зберігання

Харчова цінність:

Яблука містять 10–15 % вуглеводів, переважно у вигляді фруктози, глюкози й сахарози. Середній вміст органічних кислот (яблучна, винна) — 0,3–1,0 %. Пектинові речовини — до 1 %. Вітамін С — 4–15 мг/100 г, клітковина — 1,5–2,0 %.

Фізіологічні особливості:

Яблука мають щільну м'якоть, покриту восковою шкіркою, що зменшує випаровування вологи. Завдяки помірному рівню дихання та етиленовиділення яблука добре зберігаються тривалий час.

Умови зберігання:

- Температура: 0 °С...+2 °С
- Відносна вологість: 85–90 %
- Тривалість зберігання: до 4–6 місяців (залежно від сорту: "Айдаред", "Гала", "Джонатан" – одні з найстійкіших).

Особливості зберігання:

Яблука чутливі до змін температури та накопичують етилен — газ дозрівання. Їх рекомендується зберігати окремо від інших чутливих продуктів (наприклад, груш, салату, капусти). Надмірна вологість сприяє розвитку плісняви, а надто сухе повітря — усиханню.

Груші (*Pyrus communis*)

Харчова цінність:

Груші містять 9–13 % цукрів (переважно фруктоза), менше кислот, ніж яблука (0,1–0,4 %), пектинові речовини — до 0,5 %. Вітамін С — 2–8 мг/100 г, ефірні сполуки надають характерного аромату. Містять дубильні речовини, клітковину (0,8–1,3 %).

Фізіологічні особливості:

М'якоть груш ніжніша і швидше піддається біохімічному розкладу. Груші мають інтенсивне дихання, вищу чутливість до пошкоджень, швидше втрачають товарний вигляд.

Умови зберігання:

- Температура: –0,5 °С...+ 0,5 °С
- Відносна вологість: 90–95 %
- Тривалість зберігання: до 2–3 місяців (для зимових сортів, як-от "Конференція", "Зимова Деканка").
-

Особливості зберігання:

Груші чутливі до нестабільного температурного режиму, що може призвести до потемніння м'якоті. Зберігати їх слід при стабільно низьких температурах, обмежуючи доступ кисню (можливе застосування контрольованого газового середовища).

					MX 188. 004. 000 ДП ПЗ	

3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розрахункові дані

Холодильник планується розташувати у Вінницькій області.

Ємність камер зберігання - 125 тон з них:

зберігання яблук - 65%

зберігання яблук - 35%

$$E_1 = 125 * 0,65 = 81,25 \text{ т.} \quad (3.1)$$

$$E_2 = 125 * 0,35 = 43,75 \text{ т.} \quad (3.2)$$

3.2 Розрахунок будівельних площ

Будівельну площу камер схову визначаємо по формулі

$$F = \frac{E}{q * h * \beta} \text{ м}^2 \quad (3.3)$$

де E - ємність камер схову, т

q_v - норма навантаження на 1 м³ вантажного об'єму камери,

$h_{гр}$ - вантажна висота штабеля, ящики з пластику, $c=2,0$ кДж/кг*К

β - коефіцієнт використання будівельної площі камери.

Число будівельних прямокутників

$$n = \frac{F}{f} \quad (3.4)$$

де F - будівельна площа одного прямокутника, приймаємо сітку колон 6 x 12 м, тоді $f = 72 \text{ м}^2$

Дійсна ємність камери

$$E_o = \frac{n_o}{n} \quad (3.5)$$

де n_d - прийняте число будівельних прямокутників

Загальна площа основних камер схову

$$F_{к.хр} = F_1 + F_2 + F_3 \quad (3.6)$$

Площа допоміжних приміщень

$$F_{всп} = 0.3 * F_{к.хр} \quad (3.7)$$

Необхідна площа охолоджуваного складу

$$F_{охл} = F_{к.хр} + F_{всп} \quad (3.8)$$

Площа службових приміщень

$$F_{с.пом} = (0.15 \div 0.3) * F_{охл} \quad (3.9)$$

Площа машинного відділення

$$F_{м.о} = (0.2 \div 0.3) * F_{охл} \quad (3.10)$$

Всі розрахунки зводимо в таблицю

Таблиця 3.1

Назва камери	Е т	q _v т/м	h _{гр} м	β	F м ²	f м ²	n р	η _д q	Ед т
Яблука	81,25	0,34	3	0,75	106,21	36	2,95	3	82,62
Груша	43,75	0,35	2,2	0,75	75,76	36	2,10	2	41,58
Всього кам.зберіг..	125				181,97	36	5,05	4	124,2
Допоміжні приміщ.					54,59	36	1,52	1	
Охолодж.склад					236,56	36	6,57	5	
Службові приміщ.					35,48	36	0,99	1	
Машинне відділен.					35,48	36	0,99	1	

3.3 Вимоги до планування холодильника

Планування холодильника - це розміщення всіх камер схову й допоміжних приміщень холодильника з урахуванням їх призначення, кількості й розмірів.

Прийняте планування відповідає прийнятій схемі технологічного процесу, тобто забезпечує послідовне виконання всіх технологічних операцій.

Дане планування сприяє зменшенню первісних витрат на будівництво холодильника. Це досягається застосуванням типових будівельних елементів і конструкцій, використанням місцевих будівельних матеріалів, скороченням площі допоміжних приміщень.

Планування забезпечує дешеву й зручну експлуатацію холодильника.

Планування відповідає прийнятій системі охолодження.

Планування забезпечує можливість розширення холодильника. Для цього залишаємо вільної східну й північну торцеву стіну.

Дане планування відповідає вимогам правил техніки безпеки й пожежної безпеки.

3.4 Планування холодильника

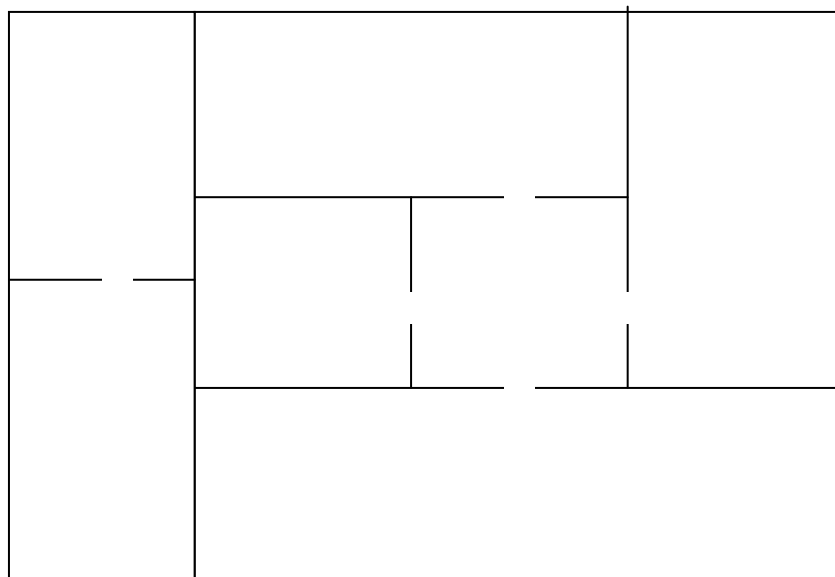


Рис.3.1

- 1- камера зберігання яблук
- 2- камера схову груш
- 3- камера схову яблук пізніх сортів
- 4- тамбур
- 5- службові приміщення
- 6- машинне відділення
- 7- автомобільна платформа

3.5 Розрахунок ізоляції огорожень

Товщина ізоляційного шару огороження розраховується за формулою

:

$$\delta_{iz} = \lambda_{iz} \left[\frac{1}{k_o} - \left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6} \right) \right]; \quad (3.10)$$

де λ_{iz}, λ_i - коефіцієнти теплопровідності ізоляційного і будівельних матеріалів, що входять до складу конструкції огороження, Вт/(м²К);

k_o - потрібний коефіцієнт теплопередачі огороження, що приймається в залежності від характеру огороження та температур по обидва боки від нього, Вт/(м²К);

α_3 - коефіцієнт тепловіддачі з зовнішнього, чи більш теплого боку огороження, Вт/(м²К);

$\alpha_{\text{в}}$ - коефіцієнт тепловіддачі з внутрішнього, або більш холодного боку огороження, Вт/(м²К);

δ_i - товщина окремих шарів конструкції огороження, м.

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі огороження знаходять за формулою :

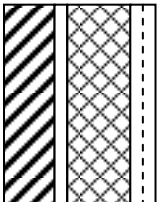
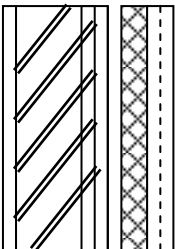
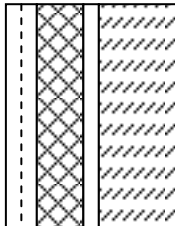
$$k_{\text{д}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_3} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_6}\right) + \frac{\delta_{i3}^{\text{д}}}{\lambda_{i3}}}; \quad (3.11)$$

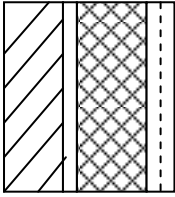
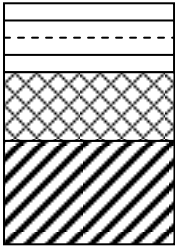
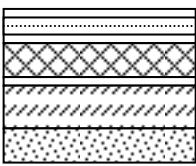
де $\delta_{i3}^{\text{д}}$ – прийнята товщина ізоляційного шару , м

					MX 188. 004. 000 ДП ПЗ	

Таблиця 3.3

Прийняті конструкції огорожень

Найменування та конструкція огорожень	№	Найменування і матеріал шару	Товщина, м	Коефіцієнт теплопровідності, Вт/м*К	Тепловий опір м* К /Вт
Зовнішня стінова панель 	1	Штукатурка складним розчином по метал. сітці.	0,020	0.98	0.020
	2	Теплоізоляція з пінопласту полістирольного ПСБ-С	вимагає визначення	0,05	вимагає визначення
	3	Пароізоляція-2 шаруючи гідроізолю на бітумній мастиці.	0,004	0.30	0,013
	4	Зовнішній шар з важкого бетону.	0,140	1,86	0.075 = 0,108
Внутрішня стіна із цегельної кладки 	1	Штукатурка складним розчином по металевій сітці.	0,020	0.98	0.020
	2	Теплоізоляція з пінопласту полістирольного ПСБ-С	вимагає визначення	0.05	вимагає визначення
	3	Пароізоляція 2 шари гідроізолю на бітумній мастиці.	0.004	0.30	0.013
	4	Штукатурка цементно-піщана.	0,020	0.93	0.022
	5	Кладка цегельна на цементному розчині.	0.380	0,81	0.469
	6	Штукатурка складним розчином	0,020	0.93	0.022 = 0.546
Внутрішня стінова панель 	1	Панель із керабзитобетона	0.240	0.47	0,51
	2	Пароізоляція-2 шаруючи гідроізолю на бітумній мастиці.	0.004	0.30	0,30
	3	Теплоізоляція з пінопласту полістирольного ПСБ-С	вимагає визначення	0.05	вимагає визначення
	4	Штукатурка складним Розчином по метал сітці.	0.020	0.98	0,02 = 0,543

<p>Перегородка між камерами</p> 	1	Штукатурка складним розчином по металевій сітці	0.020	0.98	0.020
	2	Теплоізоляція з пінопласту полістирольного ПСБ-С	вимагає визначення	0.05	вимагає визначення
	3	Пароізоляція-2 шаруючи гідроізолу на бітумній мастиці.	0.004	0.30	0.013
	4	Шар з важкого бетону	0.080	1.86	0.07 = 0.076
<p>Покриття охолоджуваних приміщень</p> 	1	5 шарів гідроізолу на бітумній мастиці	0.012	0.3	0.040
	2	Стяжка з бетону по метал. сітці	0.040	1,86	0.022
	3	Пароізоляція(шар пергаміну)	0.001	0.15	не враховуємо
	4	Плитна теплоізоляція пінопласт полістирольний ПСБ-С	вимагає визначення	0.05	вимагає визначення
	5	Залізобетонна плита покриття	0.035	2.04	0.017 = 0.079
<p>Підлоги охолоджуваних приміщень</p> 	1	Монолітне бетонне покриття з важкого бетону	0.040	1,86	0.022
	2	Армобетона стяжка	0.080	1,86	0.043
	3	Пароізоляція (1 шар пергаміну)	0,001	0,15	не враховуємо
	4	Плитна теплоізоляція (пінопласт полістирольний ПСБ-С)	вимагає визначення	0,05	0,026
	5	Цементно-піщаний розчин Ущільнений пісок	0,025	0,98	2,338
	6	Бетонна підготовка з Електронагрівниками	1,35	0,58	-
	7	Грунт основи	-	-	- = 2,43

3.6 Тепловий розрахунок

Теплоприпливи крізь огороження розраховуємо за формулою:

$$Q_{1T} = k_o^{\partial} \cdot F(t_n - t_v); \quad (3.4)$$

де k_o^{∂} - дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження Вт/м²К

F – площа поверхні огороження, м²

t_n – температура з зовнішньої сторони огороження, °С

t_v – температура повітря у середині охолоджуваного приміщення, °С

Розраховуючи теплоприпливи крізь перегородку, що відділяє камеру від неохолоджуємих приміщень, приймаємо :

Теплоприпливи від сонячної радіації розраховуємо за формулою

$$Q_{1C} = k_o^{\partial} \cdot F \cdot \Delta t_c; \quad (3.5)$$

де Δt_c – надлишкова різниця температур, що характеризує дію сонячної радіації під час літнього періоду (°С)

Теплоприпливи через підлогу розраховуємо за формулою:

$$Q_{1T} = \Sigma k_{\text{усл}} F \cdot (t_n - t_v) \cdot 10^{-3}, \text{кВт}$$

$k_{\text{усл}}$ - умовний коефіцієнт теплопередачі відповідної і зони підлоги шириною 2 м, Вт/м²К

1 зона – 0,47 Вт/м²К

2 зона – 0,23 Вт/м²К

3 зона – 0,12 Вт/м²К

4 зона – 0,07 Вт/м²К

F – площа відповідної зони підлоги, м²

Таблиця 3.3 Розрахунки ізоляційного шару огорожень

огороження	λ	t в	а н	а в	R н	R в	R	$\delta_{\text{из}}^{\text{ТР}}$	$\delta_{\text{дст}}^{\text{ТР}}$	K тр	K дст
	Вт/мК	С	Вт/м ² К	Вт/м ² К	м ² К/Вт	м ² К/Вт	м ² К/Вт	м	м	Вт/м ² К	Вт/м ² К
Зовн.ст.кам.зб	0,05	0	23	9	0,043	0,111	0,108	0,112	0,125	0,4	0,36
Вн.ст. з кор.	0,05	0	8	9	0,125	0,111	0,543	0,069	0,075	0,465	0,44
Вн.ст. з м/в	0,05	0	8	9	0,125	0,111	0,546	0,068	0,075	0,465	0,44
Перегородка	0,05	0/0	9	9	0,111	0,111	0,077	0,071	0,075	0,58	0,56
Покриття	0,05	0	23	7	0,043	0,143	0,079	0,122	0,125	0,37	0,36

Теплоприпливи крізь огороження

Теплоприпливи крізь огороження розраховуємо за формулою:

$$Q_{1T} = k_o^{\partial} \cdot F(t_n - t_v); \quad (3.12)$$

де k_o^{∂} - дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження Вт/м²К

F – площа поверхні огороження, м²

t_n – температура з зовнішньої сторони огороження, °С

t_v – температура повітря у середині охолоджуваного приміщення, °С

Розраховуючи теплорипливи крізь перегородку, що відділяє камеру від неохолоджуємих приміщень, приймаємо:

Теплоприпливи від сонячної радіації розраховуємо за формулою

$$Q_{1C} = k_o^{\partial} \cdot F \cdot \Delta t_c; \quad (3.13)$$

де Δt_c – надлишкова різниця температур, що характеризує дію сонячної радіації під час літнього періоду (°С)

Теплоприпливи через підлогу розраховуємо за формулою:

$$Q_{1T} = \sum k_{\text{усл}} F * (t_n - t_v) m * 10^{-3}, \text{кВт} \quad (3.14)$$

$k_{\text{усл}}$ - умовний коефіцієнт теплопередачі відповідної і зони підлоги шириною 2 м, Вт/м²

1 зона – 0,47 Вт/м²К

2 зона – 0,23 Вт/м²К

3 зона – 0,12 Вт/м²К

4 зона – 0,07 Вт/м²К

F - площа відповідної зони підлоги, м²

Таблиця 3.4 Розрахунок теплоприпливів через огороження до камери зберігання яблук №1

Огороження	К д Вт/м ² К	F м ²	t _n С	t _v С	θ С	Q 1т кВт	t _c С	Q 1с кВт	Q 1 кВт
СВПн	0,56	28,8	0	0	0	0,00	0	0	0,00
СВСх	0,44	28,8		0	21	0,27	0	0	0,27
СЗПд	0,36	28,8	30	0	30	0,31		0	0,31
СВЗх	0,44	28,8		0	18	0,23	0	0	0,23
покриття	0,36	36	30	0	30	0,39	14,9	0,19	0,58
підлога									0,45
									1,84

Розрахунок теплоприпливів крізь підлогу по зонах

зона	К _{усл} Вт/м ² К	F _{зони} м ²	t _n С	t _v С	θ С	Q _{пола} кВт
1 Зона	0,47	24	31	0	31	0,35
2 Зона	0,23	12	31	0	31	0,09
3 Зона	0,12	4	31	0	31	0,01
4 Зона	0,07	0	31	0	31	0,00

0,45

Таблиця 3.5 Розрахунок теплоприпливів через огороження в камеру зберігання груш №2

Ограждения	К д Вт/м ² К	F м ²	t н С	t в С	θ С	Q 1т кВт	t _c С	Q 1с кВт	Q 1 кВт
СЗПн	0,31	57,6	30	0	30	0,54	0	0	0,54
СВСх	0,56	28,8	0	0	0	0,00	0	0	0,00
СВПд	0,56	28,8	0	0	0	0,00		0	0,00
	0,44	28,8		0	21	0,27		0	0,27
СВЗх	0,44	28,8		0	18	0,23	0	0	0,23
покриття	0,27	72	30	0	30	0,58	14,9	0,29	0,87
підлога									0,73
									2,63

розрахунок теплоприпливів крізь підлогу по зонах

зона	К _{усл} Вт/м ² К	F _{зони} м ²	t н С	t в С	θ С	Q _{пола} кВт
1 Зона	0,47	36	30	0	30	0,51
2 Зона	0,23	24	30	0	30	0,17
3 Зона	0,12	16	30	0	30	0,06
4 Зона	0,07	0	30	0	30	0,00
						0,73

Таблиця 3.6 Розрахунок теплоприпливів через огороження в камеру зберігання яблук пізніх сортів № 3

Ограждения	К д Вт/м ² К	F м ²	t н С	t в С	θ С	Q 1т кВт	t _c С	Q 1с кВт	Q 1 кВт
СЗПн	0,31	28,8	30	0	30	0,27	0	0	0,27
СЗСх	0,31	57,6	30	0	30	0,54	0	0	0,54
СЗПд	0,31	28,8	30	0	30	0,27		0	0,27
СВЗх	0,56	28,8	0	0	0	0,00		0	0,00
СВЗ с корид	0,44	28,8		0	21	0,27		0	0,27
покриття	0,27	72	30	0	30	0,58	14,9	0,29	0,87
пол									0,87
									3,36

розрахунок теплоприпливів по зонах

зона	К _{усл} Вт/м ² К	F _{зони} м ²	t н С	t в С	θ С	Q _{пола} кВт
1 Зона	0,47	48	30	0	30	0,68
2 Зона	0,23	24	30	0	30	0,17
3 Зона	0,12	8	30	0	30	0,03
4 Зона	0,07	0	30	0	30	0,00
						0,87

Теплопритоки від вантажів при холодильній обробці Q_2 .

Теплоприпливи $Q_{2ін}$ при охолодженні продуктів у камерах схову визначаємо по формулі:

$$Q_{2пр} = M_{пр} \Delta i \frac{10^3}{24 * 3600}, кВт \quad (3.15)$$

де $M_{пр}$ - добове надходження продуктів, т/добу.
 Δi - різниця питомих ентальпій продуктів, що відповідають початкової й кінцевої температура продукту кДж/кг.

Коли значення ентальпій деяких харчових продуктів, наприклад ковбас, невідомі, величину теплоприпливів від продуктів визначаємо по формулі:

$$\text{Теплоприпливи від тари } Q_{2т} \text{ (у кВт)}$$

$$Q_{2т} = M_{т} c_{т} (t_1 - t_2) \frac{10^3}{24 * 3600} \quad (3.16)$$

де $M_{т}$ - добове надходження тари, прийняте пропорційно добовому надходженню продукту, т/добу
 $c_{т}$ - питома теплоємність тари, кДж/кгК
 t_1 t_2 - початкова й кінцева температури тари (приймаємо рівними початковій і кінцевій температурам продукту), С.

Всі розрахунки зводимо в таблицю

Таблиця 3.7 Розрахунок теплоприпливів від вантажів при холодильній обробці

№ камери	Е тон	М пр т/сут	t1 С	t2 С	разн t С	i 1 кДж/кг	i 2 кДж/кг	разн i кДж/кг	Q2 пр кВт	Мт т/сут	Ст кДж/кг*К	Q2т кВт	Q2 Квт
Кам. 1 яблуки	27,5	2,8	20	0	20,0	347,0	272,0	75,0	2,4	0,3	2,0	0,1	2,5
Кам. 2 яблуки	55,1	5,5	20	0	20,0	347,0	272,0	75,0	4,8	0,6	2,0	0,3	5,0
Кам. 3 груші	41,6	4,2	20	0	20,0	347,0	272,0	75,0	3,6	0,4	2,0	0,2	3,8

Експлуатаційні теплоприпливи Q_4

Експлуатаційні теплоприпливи визначаються, як сума теплоприпливів(кВт) окремих видів:

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 \quad (3.17)$$

Теплоприпливи від висвітлення q_1 (кВт) розраховуємо по формулі:

$$q_1 = AF * 10^{-3}, кВт \quad (3.18)$$

де A - теплота, виділювана джерелами висвітлення в одиницю часу на 1 м площі підлоги, Вт/м ;

Для камер схову $A = 2,3$ Вт/м, для камер холодильної обробки й експедицій $A = 4,7$ Вт/м.

F - площа камери, m^2

Теплоприпливи від перебування людей q_2 (кВт)

$$q_2 = 0.35n, \text{кВт} \quad (3.19)$$

де $0,35$ - тепловиділення однієї людини при важкій фізичній роботі, кВт;
 n - число людей, що працюють у даному приміщенні, при площі камери до $200 m^2$ - 2-3 чоловік;

Теплоприпливи від працюючих електродвигунів q_3 (кВт) при розташуванні електродвигунів в охолоджуваному приміщенні визначаємо по формулі:

$$q_3 = N_э, \text{кВт} \quad (3.20)$$

де $N_э$ - сумарна потужність електродвигунів, кВт
у попередніх розрахунках можна орієнтовно приймати : для камер схову 2-4

Теплоприпливи при відкриванні дверей q_4 (кВт) розраховуємо по формулі:

$$q_4 = KF * 10^{-3}, \text{кВт} \quad (3.21)$$

де K - питомий приплив теплоти від відкривання дверей, Вт/м залежить від призначення й площі приміщення;

F - площа камери, m^2

Всі розрахунки зводимо в таблицю 3.8

Таблиця 3.8 Розрахунок експлуатаційних теплоприпливів

№ камери	F m^2	A Вт/м	n чел.	$N_э$ кВт	коэф	K Вт/м	q_1 кВт	q_2 кВт	q_3 кВт	q_4 кВт	Q_4 кВт
Камера 1	36	2,3	1	1	0,35	29	0,08	0,35	1	1,04	2,48
Камери 2.3	72	2,3	2	1,5	0,35	15	0,17	0,7	1,5	1,08	3,45

Теплоприпливи при вентиляції приміщення

Теплоприпливи від зовнішнього повітря Q_3 (в кВт) розраховуємо по формулі :

$$Q_3 = M_{вз} * (i_n - i_в) \quad (3.22)$$

де $M_{вз}$ – масова витрата вентиляційного повітря, кг/с

i_n $i_в$ - питомі ентальпії зовнішнього повітря і повітря камери зберігання, кДж/кг

Масову витрату вентиляційного повітря $M_{вз}$ (в кг/с) розраховуємо по формулі:

$$M_{вз} = \frac{V_k \alpha \rho_v}{24 * 3600}, \quad (3.23)$$

де V_k - об'єм приміщення, що вентилується м³,
 α - кратність повітрообміну
 ρ_v - щільність повітря при температурі і відносній вологості повітря в камері, кг/м

Усі розрахунки зводимо до табл. 3.9

Таблиця 3.9

№ камери	V м	i кДж/кг	i кДж/кг	t С	p кг/м	a	φ %	$M_{вз}$ кг/с	Q_3 кВт
1	216	78,52	8,52	0	1,29	3	90	0,010	0,68
2	432	78,52	8,52	0	1,29	3	90	0,019	1,35
3	432	78,52	8,52	0	1,29	3	90	0,019	1,35

Теплоприпливи від овочів при диханні

Теплоприпливи Q_5 (кВт) знаходимо за формулою:

$$Q_5 = B_k (0.1q_n + 0.9q_{xp}) * 10^{-3} \quad (3.24)$$

де B_k - місткість камери, т
 q_n - q_{xp} - тепловиділення овочів при температурах знаходження і зберігання, Вт/т

Усі розрахунки зводимо до таблиці 3.10

Таблиця 3.10 Теплоприпливи від овочів при диханні

№ камери	B тон	t_1 С	t_2 С	q Вт/т	q Вт/т	Q_5 кВт
кам. 1 яблук	27,53	20	0	73	10	0,45
кам. 2 груш	41,58	20	0	219	10	1,28
кам. 3 яблук	55,07	20	0	121	19	1,61
пізніх сортів						

3.7 Визначення навантаження на компресор та обладнання камер

Камерні прилади охолодження у відповідності зі своїм призначенням знімають 100% теплового навантаження від всіх видів теплоприпливів.

При визначенні навантаження на компресор, ряд теплоприпливів розраховується не повністю, а частково залежно від технологічного призначення холодильника.

Для зручності зводимо дані в таблицю 3.11

Таблиця 3.11 Розрахункова холодопродуктивність для підбора компресора.

Теплове навантаження від теплоприпливів до камер

№ камеры	Q 1		Q 2		Q 3		Q 4		Q 5		Q об	Q км
	Q об	Q км	Q об	Q км	Q об	Q км	Q об	Q км	Q об	Q км		
Кам. 1	1,84	1,656	2,5	1,25	0,68	0,68	2,48	1,860	0,45	0,45	7,95	5,90
Кам. 2	2,63	2,367	5	2,5	1,35	1,35	3,45	2,588	1,28	1,28	13,71	10,08
Кам. 3	3,360	3,024	3,80	1,9	1,35	1,35	3,45	2,588	1,61	1,61	13,57	10,47
												20,56

$$Q_o = \frac{\sum Q_{км} * k}{b}, кВт \quad (3.25)$$

Q _{км}	b	k	Q _o
20,56	0,8	1,065	27,37

3.8 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки

Температура кипіння при безпосередньому охолодженні:

$$t_o = t_0 - (12 \div 20) \text{ } ^\circ\text{C} \quad (3.26)$$

$$t_{o1} = 0 - 8 = - 8 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Температура конденсації :

$$t_k = t_H + (8 \div 10) = 32 + 9 = 41 \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (3.27)$$

Температура переохолодження холодоагенту визначається із рівняння теплового балансу РТО

$$i_{3l-8} = i_{3l} - (i_1 - i_{1'}) = 258 - (410 - 397) = 245 \frac{кДж}{кг}$$

Температура всмоктування холодильного агенту:

$$t_{вс} = t_o + (15 \div 20) \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (3.28)$$

$$t_{вс1} = - 8 + 5 = - 3 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (в випарнику, або трубопроводі)}$$

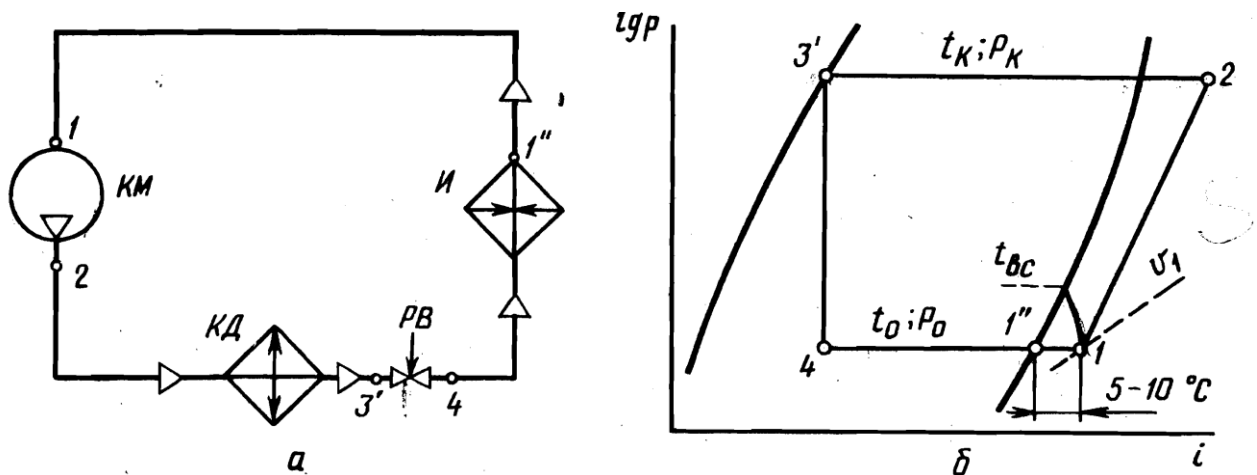
$$t_{вс1} = -3 + 15 = 12 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ (в РТО)}$$

3.9 Побудова циклу холодильної машини, визначення параметрів вузлових точок

Таблиця 3.12

Режим	P_0 МПа	P_K МПа	P_K / P_0	Вибір схеми
$t_0 = - 8 \text{ } ^\circ\text{C}$	0,217	1,044	4,811	одноступеневе стиснення

Зображення циклу одноступеневого стиснення в діаграмі $i - \ell q$



Мал. 3.2

- а) схема холодильної установки
- б) цикл холодильної установки в lgh – діаграмі (lgi)

Таблиця 3.13

Номер точки	Параметри			
	$t, \text{ } ^\circ\text{C}$	$P, \text{ МПа}$	$h, \text{ кДж/кг}$	$V, \text{ м}^3/\text{кг}$
1''	-8	0,217	392	
1'	-3	0,217	397	
1	12	0,217	410	0,101
2	65	1,044	446	
3'	41	1,044	258	
3	30	1,044	245	
4	-8	0,217	245	

3.10 Тепловий розрахунок і добір компресора

Розрахунок одноступінчатого компресору для $t_o = -8$

Питома масова холодопродуктивність холодильного агента:

$$q_o = h_1 - h_4$$

Масова витрата пару

$$M_d = Q_o / q_o$$

де Q_o - навантаження на компресор з обліком витрат, кВт
Дійсна об'ємна подача

$$V_d = m_d \cdot v_1$$

де v_1 - питомий обсяг усмоктуваного пару, м³/кг
Коефіцієнт подачі компресору:

$$\lambda = \lambda_c \cdot \lambda_w$$

коефіцієнт подачі компресору

$$\lambda_c = 1 - c \left(\frac{p_k}{p_o} \right)^{1/m} - 1$$

Коефіцієнт невидимої витрати компресору

$$\lambda_w = T_o / T_k$$

Теоретична об'ємна подача

$$V_T = V_d / \lambda$$

Адіабатна потужність:

$$N_a = m_d (h_2 - h_1)$$

Індикаторний коефіцієнт корисної дії:

$$\eta_i = \eta_0 + b t_o$$

Індикаторна потужність:

$$N_i = N_a / \eta_i$$

Потужність тертя:

$$N_{тр} = V_T P_{тр}, \quad P_{тр} = 50 \div 60 \text{ Н}$$

Ефективна потужність:

$$N_e = N_i + N_{тр}$$

Потужність на валу двигуна:

$$N_{дв} = (1,1 \div 1,12) N_e / \eta_{п}$$

Ефективна питома холодопродуктивність, чи холодильний коефіцієнт:

$$N_e = Q_o / N_e$$

Тепловий потік в конденсаторі:

$$Q_k = m_d (h_2 - h_3)$$

По V_T по каталогу підбираємо 2 компресора фірми Bitzer марки 4 TES -12,0Y-40S

Таблиця 3.14

режим	q_o	Q_o	M_T	V_d	V_T	λ	Марка	кол	$\Sigma V_{км}$	$\Sigma M_{км}$	$\Sigma Q_{км}$	N_T	N_i	N_e	$N_{эл}$	$Q_{кд}$
$t =$	кДж/кг	кВт	кг/с	м/с	м/с		КМ	шт.	м/с	кВт	кВт	кВт	кВт	кВт	кВт	кВт
-8	165	27,4	0,166	0,017	0,022	0,76	4TES-	2	0,023	0,173	28,5	6,22	8,29	10,11	11,90	36,8
							12Y									

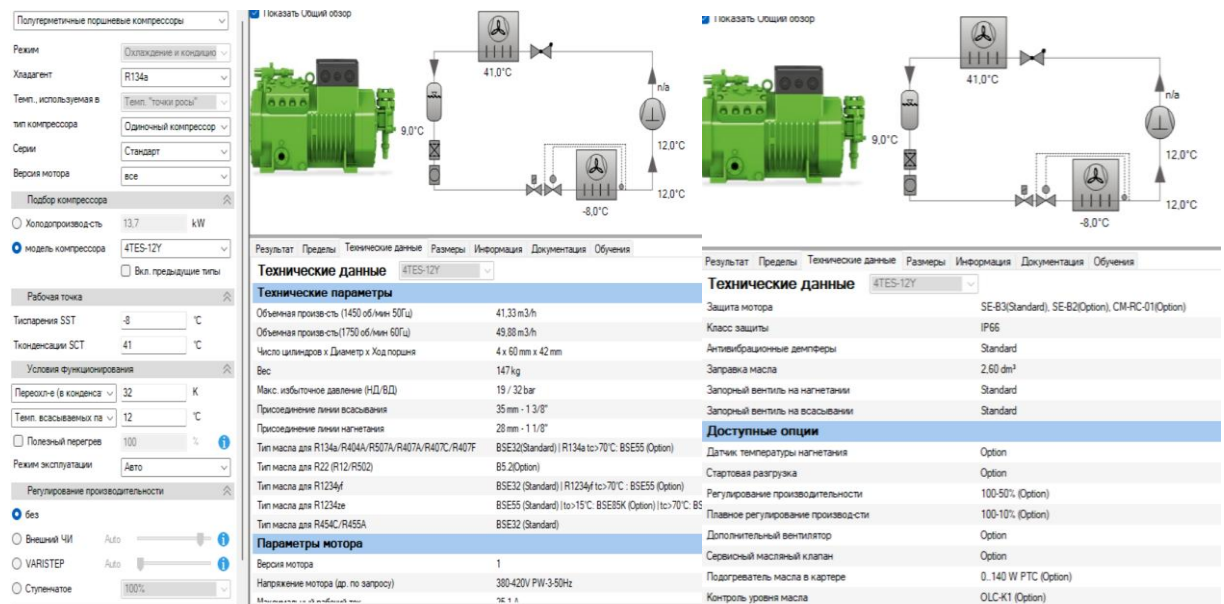


Рис. 3.3

Таблиця 3.15

Технічна характеристика фреонового компресора

Показники	4 TES- 12Y-40S
Холодопродуктивність кВт	13,7
Частота обертів, Об/хвил	1450
Обємна продуктивність, м ³ /сек	0,0115
Зарядка маслом, кг	2,6
Число циліндрів x діаметр x хід поршню	4 x 60 мм x 42
Потужність, кВт	6,0
Тип масла	BSE 55
Габаритні розміри, мм	
Довжина	634
Ширина	303
Висота	385
Вага, кг	147

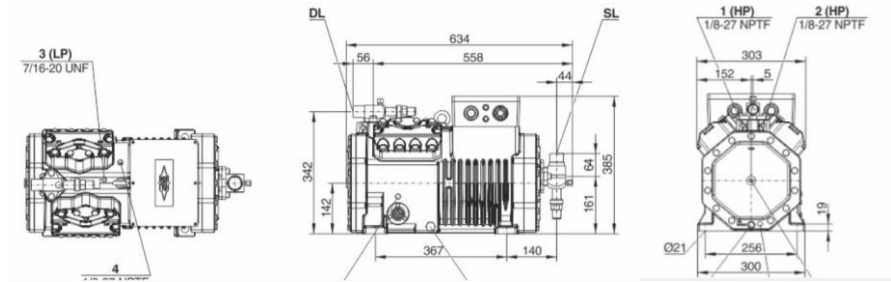


Рис. 3.4

3.11 Тепловий розрахунок та вибір конденсатора

Площа теплообмінної поверхні конденсатора F , m^2 знаходимо за формулою:

$$F = \frac{Q_k}{k \cdot \Delta t}; \quad (3.29)$$

де Q_k - сумарний тепловий потік у КД від усіх компресорів, кВт
 k – коефіцієнт теплопередачі конденсатора, $Вт \Gamma m^2 K$;
 приймаємо $k = 19 \text{ Вт} \Gamma m^2 K$ — для повітряних конденсаторів,
 Δt різниця температур, $^{\circ}C$

$$F = (36,8 * 10^3) / 19 * (41 - 30) = 176 \text{ м}^2$$

Кол. устр-в	Модель	Мощность kW	Запас %	dB(A)	Разл. dB(A)	Расх. воздуха м³/ч
1	ACQ632A	36,75	-0,1	42,0	+0,0	14663
1	ACQ503A	29,26	-20,5	37,0	+0,0	10151
1	ACQ632B	43,96	+19,4	42,0	+0,0	14184
1	ACQ503B	31,78	-13,6	37,0	+0,0	9356
1	ACQ632C	47,47	+29,0	42,0	+0,0	13717

Рис. 3.5

Приймаємо до установок один конденсатор фірми ALFA LAVAL марки ACQ632B-A

Таблиця 3.16 Технічна характеристика конденсатора

Марка	Габаритні розміри			Розрахункове теплове навантаження, кВт	Площа теплообмінної поверхні, м ²	Внутрішній об'єм, дм ³	Потужність вентилятора, кВт	Вага, кг
ACS501A-T	Довжина, м	Висота, мм	Ширина, м	36,8	177,0	17	2x0,66	233
	3180	1175	700					

3.12 Розрахунок і вибір системи охолодження

Необхідна площа теплообмінної поверхні повітроохолоджувачів

$$F_{\text{об}} = \frac{Q_{\text{об}}}{k * \theta} \quad (3.30)$$

де $Q_{\text{про}}$ - теплове навантаження на камерне

встаткування, рівна сумі теплоприпливів у дану камеру, Вт

k - розрахунковий коефіцієнт теплопередачі камерного встаткування, Вт/м²К

θ - розрахункова різниця температур між повітрям і холодоагентом, °С

Всі розрахунки ведемо в табличній формі

Таблиця 3.17

№ камери	Q об Вт	t _o С	θ С	k Вт/м ² К	F _{тр} м ²	Марка	п р шт	п д шт	F в/о м ²	Σ F в/о м ²	V _{в/о} м ³	Σ V _{в/о} м ³
1	7950	-8	8	19,5	50,96	TGL37-S4P	0,96	1	52,9	52,9	0,0067	0,0067
2	13710	-8	8	19,5	87,88	TGL37-S4P	1,66	2	52,9	105,8	0,0067	0,0134
3	13570	-8	8	19,5	86,99	TGL37-S4P	1,64	2	52,9	105,8	0,0067	0,0134
												0,0335

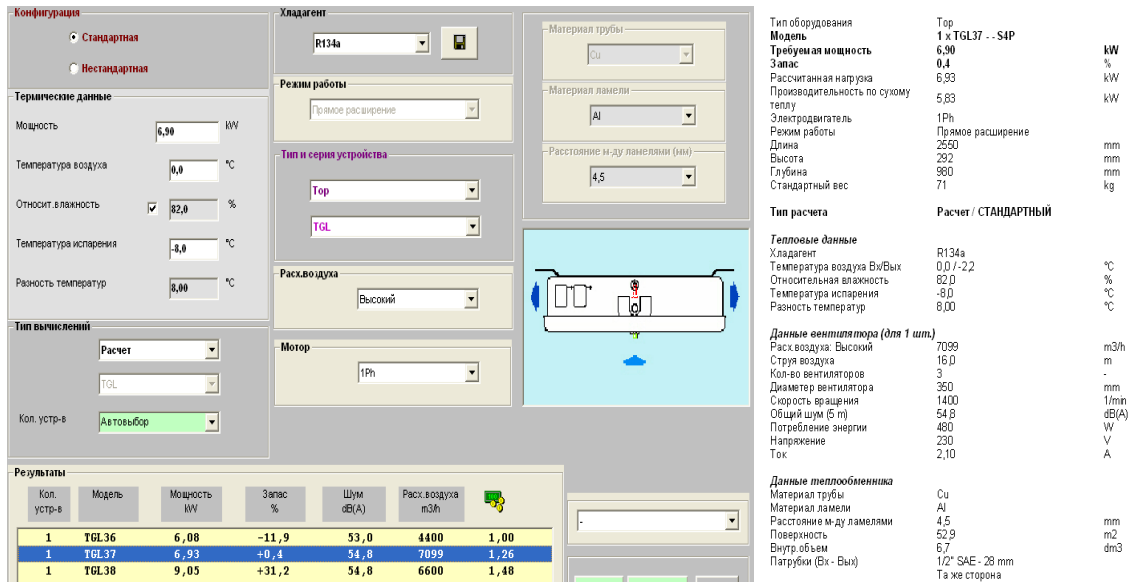


Рис. 3.6

Таблица 3.18 Технічна характеристика повітроохолоджувачів

Марка повітроохолоджувача	Площа теплообмінної поверхні, м ²	Холодопродуктивність, кВт	Вага повітроохолоджувача, до	Висота, мм	Ширина, мм	Довжина, мм	Потужність Вентилятора, Вт	Кількість вентиляторів	Місткість по фреону, м ³
TGL- 37 S4P	52,9	6,93	71	292	980	2550	480	3	0,0067

3.13 Розрахунок і підбір допоміжного обладнання

Лінійний ресивер

де $V_{вип}$ - місткість випарної системи, м³

$$V_{лр} = \frac{0.6 * V_{исп}}{0.5} * 1,2 = 1,44 * V_{исп}$$

1,44 - коефіцієнт, що враховує норму заповнення лінійного ресивера при нижній подачі х/а

$\Sigma V_{в/о}$	$V_{лр}$
0,0335	0,05

$$V_{исп} = \Sigma V_{в/о}$$

Підбираємо лінійний ресивер місткістю 50 дм³, що входить до складу фреонової машини

Теплообмінники

Теплообмінники підбираються по площі теплообмінної поверхні змійовика

$$F_{m.o.} = \frac{Q_{m.o.}}{k \cdot \theta}$$

Теплове навантаження на теплообмінник, кВт(для камери №1,2,3)

$$Q_{T.O.} = m \cdot (h_3 - h_{3'}) = m \cdot (h_{1'} - h_1)$$

$$i_{3t=8} = i_{3'} - (i_1 - i_{1'}) = 258 - (410 - 397) = 245 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

$$Q_{PTO} = 0,173 \cdot (410 - 397) = 2,249 \text{ кВт}$$

$$F = 2,249 \cdot 1000 / (250 \cdot 31) = 0,29 \text{ м}^2$$

Підбираємо регенеративний теплообмінник «Dousette industries» марки SLHE3

Таблиця 3.19 Технічна характеристика теплообмінника

Номінальна потужність, кВт	2,21
Об'єм рідини, м ³	0,06
Діаметр парової труби, мм	1 1/8
Діаметр трубок всередині, мм	1 3/8
Довжина труби, мм	381
Діаметр труби рідкого фреону, мм	1/2
Діаметр, мм	28,6
Висота, мм	41

4. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1 Організація ремонту та монтажу холодильного обладнання

Монтаж холодильного обладнання — це комплекс робіт із його встановлення, налагодження та введення в експлуатацію.

Існують три основні способи виконання монтажних робіт:

- **Господарський** — роботи виконуються силами підприємства-власника на його технічній базі.
- **Підрядний** — залучаються спеціалізовані організації, що приймають замовлення від експлуатуючих підприємств.
- **Змішаний** — організація виконує частину робіт, а монтаж здійснюється підрядником.

Реконструкції та часткову заміну обладнання зазвичай здійснюють господарським способом. Формується бригада з працівників, які обслуговують установку. Їх забезпечують інструментом та інструктують з техніки безпеки.

Перед початком робіт потрібно ознайомитися з конструктивними особливостями обладнання та правилами монтажу. Транспортування обладнання здійснюється відповідно до інструкцій виробника, з дотриманням вимог щодо страхівки.

Зварювальні роботи виконують тільки кваліфіковані зварювальники.

Начальник цеху визначає безпечну зону для зварювання. Роботи заборонено проводити біля обладнання з горючими елементами або в приміщеннях із розлитими легкозаймистими речовинами. Засоби пожежогасіння мають бути перевірені та готові до використання.

Якщо існуючі фундаменти не відповідають вимогам, проводиться їх повна заміна. Обладнання, що не створює значних вібрацій, може встановлюватись на зварних рамах на існуючих фундаментах. Фундаменти компресорів не повинні бути пов'язані з фундаментами стін і колон машинного відділення. Камери машин (КМ) доцільно розташовувати в один або два ряди з передньою частиною, зверненою до центрального проходу не менше 1,5 м. Відстань між виступаючими частинами компресора повинна бути не менше 1 м.

Розмітку для фундаментів виконують по всьому цеху згідно з проектом.

Глибина фундаментів залежить від глибини промерзання ґрунту, рівня ґрунтових вод та типу ґрунту. У неопалюваних приміщеннях вона має

складати не менше 70% глибини промерзання, в опалюваних — не менше 50%.

При заливці фундаменту залишають гнізда для болтів, встановлюючи фанерні чи дерев'яні вставки, які видаляються після твердіння бетону. У ці гнізда опускають болти та заливають повторно.

Зношування обладнання буває:

- **Механічне** — через тертя та удари (наприклад, залишки формувального піску чи тирси).
- **Хімічне** — під впливом агресивних середовищ.
- **Теплове** — внаслідок впливу високих або змінних температур.

Стан зносу визначається за параметрами роботи, візуально або за допомогою акустичних і магнітних методів.

Планово-запобіжна система ремонту передбачає:

- **Профілактичні огляди** — для виявлення зношених або пошкоджених деталей.
- **Технічне обслуговування** — виконується у межах кожної зміни.
- **Малий ремонт** — ревізія клапанів, заміна пружин, огляд поршневих груп, заміна кілець.
- **Середній ремонт** — часткове відновлення працездатності до параметрів нових машин.
- **Капітальний ремонт** — здебільшого передбачає заміну труб. При якісній експлуатації інтервал між ремонтами можна подовжити у 1,5–2 рази.

4.2 Експлуатація холодильного обладнання

Машини та апарати холодильних установок розміщуються таким чином, щоб забезпечити зручність їх обслуговування і ремонту.

Експлуатація холодильної установки включає підготовку до роботи, пуск, регулювання подачі холодоагенту у випарник, догляд за обладнанням під час роботи, зупинку, дотримання правил техніки безпеки, а також підтримку чистоти робочих приміщень і ведення звітної документації.

Зміна починається з перевірки записів у журналі роботи холодильної станції та закінчується контролем температур у ключових точках холодильного циклу. Здача та прийом зміни оформлюється підписами обох змін.

Черговий персонал регулярно перевіряє щільність розсолу, подачу води до конденсаторів, справність аварійної вентиляції, наявність запасних частин, інструментів і засобів індивідуального захисту. Особлива увага приділяється стану компресорів, насосів, масляної системи, клапанів і сальників.

На трубопроводах встановлюють оглядові прилади для контролю потоку води. У різних місцях обладнуються гнізда для приладів постійного і періодичного контролю. Всі вимірювальні прилади мають бути встановлені в полі зору обслуговуючого персоналу.

Автоматичні регулюючі пристрої зазвичай дублюються ручними, що дозволяє продовжити роботу установки навіть при відмові автоматики.

Середні та великі установки, як правило, мають ручний пуск, що вимагає високої кваліфікації персоналу.

Для зручності обслуговування в машинних відділеннях розміщуються схеми трубопроводів, параметри роботи, норми витрат холодоагенту, електроенергії, графіки оглядів, плакати з техніки безпеки.

Трубопроводи маркуються кольорами:

- холодоагент: нагнітальні — червоні, рідинні — жовті, всмоктувальні — сині;
- розсіл: напірні — зелені, зворотні — коричневі;
- вода: напірні — блакитні, зворотні — фіолетові.

За потреби додаються кільця, що вказують на належність до певної машини.

Ефективна робота холодильних установок залежить як від технічного стану, так і від грамотної експлуатації. За обладнанням спостерігають машиністи, помічники, апаратники, слюсарі, електрики під керівництвом начальника зміни.

Щоб забезпечити стабільну роботу систем, необхідно:

- справне обладнання;
- наявність КВП та інструменту;
- наявність холодоагенту, холодоносія, мастил, матеріалів;
- коректне заповнення систем і своєчасна профілактика;
- ведення журналу змін;
- кваліфікований персонал.

Експлуатація регламентується інструкціями. Їх порушення може спричинити збій технологічного процесу та перевитрати енергії.

Порядок пуску і обслуговування залежить від конструкції установки й обов'язково викладається в інструкції заводу-виробника. У цьому розділі наведено основні прийоми експлуатації великих холодильних установок.

Вони мають уточнюватися згідно з інструкціями конкретного обладнання.

До обслуговування промислових установок допускаються особи старші 18 років, що пройшли медогляд та мають відповідне посвідчення. Персонал повинен знати правила експлуатації та ремонту обладнання, а також діяти

Система автоматичної сигналізації повідомляє про зміни режиму, увімкнення/вимкнення вентилів, машин, заслінок. Наприклад, рівнемір ДУ поєднується з виконавчим механізмом або звуковим сигналом.

Автоматичний захист спрацьовує при небезпечному зростанні тиску, зниженні температури, порушеннях у системі мастила. Спеціальні пристрої відключають агрегати при різкому відхиленні режиму.

Покази термометрів, манометрів, витратомірів виводяться на центральний щит, де ведеться контроль. Частина даних записується самописними приладами.

Комплексна автоматизація включає всі елементи: управління, регулювання, захист, контроль і сигналізацію — що забезпечує стабільну і безпечну роботу холодильної установки.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні витрати складаються з витрат на обладнання і будівлі холодильника:

$$KB_{хол} = B_{хол} + B_{об} \quad (5.1)$$

Вартість будівлі холодильника визначається по укрупненим показникам:

$$B_{хол} = V * Ц_{хол} \quad (5.2)$$

де V - об'єм будівлі холодильника, м³;

$Ц_{хол}$ - вартість будівлі холодильника, грн.

$$B_{хол} = 194,4 * 2600 = 505440 \text{ грн.}$$

Вартість обладнання визначаємо по прейскуранту і зводимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 - Вартість обладнання

№ з/п	Найменування обладнання	Марка	Кількість	Вартість одиниці обладнання, грн.	Загальна вартість обладнання, грн.
1	Компресор	4TES-12Y-40S	2	110 700	221400
2	Конденсатор	ACQ632B-A	1	40 000	40000
3	Повітроохолоджувач	TGL - 37 S4P	5	35 000	175000
4	Регенеративний теплообмінник	SLHE3	1	7000	7000
5	Лінійний ресивер	0,5 м3	1	100 000	100000
Сумарна вартість обладнання		543400			
Вартість іншого обладнання 10%		54340			

Розрахункова вартість обладнання	597740
Витрати транспортування 15%	89661
Витрати на монтаж 20%	119548
Разом вартість обладнання (Воб)	806949

5.2 Розрахунок кількості виробленого холоду

Визначимо виробіток холоду в робочих умовах:

$$Q_{0роб} = Q_0 * k * t * n \quad (5.3)$$

де Q_0 - холодопродуктивність компресора в робочих умовах, кВт;

k – коефіцієнт, який враховує втрати в трубопроводах;

t - час роботи компресора за рік, секунд;

n - кількість компресорів даного типу, од.

$$Q_{0роб} = 13,7 * 1,1 * 19\,440\,000 * 2 = 0,59 * 10^9 \text{ кДж}$$

Річний виробіток холоду в стандартних умовах:

$$Q_{0ст} = Q_{0роб} * k_n; \quad (5.4)$$

де k_n - коефіцієнт переведення роботи компресора з робочих умов в стандартні

$$Q_{0ст} = 0,59 * 10^9 * 0,76 = 0,45 * 10^9 \text{ кДж}$$

5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

До експлуатаційних (поточних) витрат відносяться витрати на:

- допоміжні матеріали;
- електроенергію;
- заробітну плату виробничих робочих;
- амортизацію холодильного обладнання;
- поточний ремонт обладнання;
- інші.

5.3.1 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

До допоміжних матеріалів відносяться:

- а) холодоагент;
- б) змащувальні матеріали.

Розрахунок вартості річної потреби холодоагенту:

$$B_{ха} = G_{ха} * Ц_{ха} \quad (5.5)$$

де G_{xa} - річне поповнення системи холодоагентом, т;

C_{xa} - ціна холодильного агента за 1т, грн.

Річна потреба холодильного агента при ремонті

$$G_{xa} = g_{x.a.} * \sum Q_0 * k^{\prime} \quad (5.6)$$

де k^{\prime} - коефіцієнт, який враховує втрати холодильного агента при ремонтних роботах;

$g_{x.a.}$ - норма витрат холодоагента, кг/1кВт

$$G_{xa} = 0,1 * 13,7 * 2 * 1,2 = 3,29 \text{ кг}$$

$$B_{xa} = 3,29 * 450 = 1480 \text{ грн.}$$

Розрахунок вартості річної потреби змащувальних матеріалів:

$$B_M = G_M * C_M \quad (5.7)$$

де C_M - вартість 1т змащувальних матеріалів, грн./кг

G_M - річна потреба змащувальних матеріалів, кг

$$G_M = g_m * n * R * k^{\prime} \quad (5.8)$$

де g_m - норма витрат мастила на 1 компресор, кг;

n - кількість компресорів;

R - кількість разів заміни масла на рік;

k^{\prime} - коефіцієнт, який враховує втрати мастила при ремонтних роботах

$$G_M = 2,6 * 2 * 2 * 1,2 = 12,48 \text{ кг}$$

$$B_M = 12,48 * 300 = 3744 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на допоміжні матеріали зводимо в таблицю 5.2

Таблиця 5.2 - Допоміжні матеріали

№ з/п	Стаття витрат	Витрати, грн.
1.	Вартість холодоагенту	1 480
2.	Вартість змащувальних матеріалів	3 744
	Разом	5 224
	Витрати на інші допоміжні матеріали (5%)	261
	Всього	5 485

5.3.2 Розрахунок витрат на силову електроенергію

Розрахунок річного споживання електроенергії визначається за формулою:

$$N_{ел} = N_{ел.дв} * n_{дв} * T * K \quad (5.9)$$

де $N_{ел.дв}$ - номінальна потужність електродвигунів, кВт;

$n_{дв}$ - кількість електродвигунів;

T - тривалість роботи при максимальному навантаженні;

K - коефіцієнт використання обладнання

Таблиця 5.3 - Розрахунок споживання силової електроенергії

№	Назва обладнання	Кількість одиниць	Потужність, кВт	Тривалість роботи за рік, годин	Коефіцієнт використання обладнання	Загальна потреба в електроенергії, кВт-годину
1	Компресор	2	6	5400	0,7	45 360
2	Конденсатор	1	1,32	5400	0,7	4 990
3	Повітроохолоджувач	5	1,44	3000	0,7	15 120
	Разом					65 470

Витрати на силову електроенергію розраховуємо за формулою:

$$B_{ел} = N_{ел} * Ц_{ел} \quad (5.10)$$

$Ц_{ел}$ - тариф за 1 кВт-годину електроенергії, грн.;

$$B_{ел} = 65470,0 * 5,93 = 388235,0 \text{ грн.}$$

5.3.3 Визначення кількості виробничого персоналу

Кількість машиністів і слюсарів визначаємо по нормативам на один компресор с урахуванням поправочного коефіцієнта.

Кількість машиністів і слюсарів-ремонтників визначається за формулою:

$$K_p = \sum N_{ч} * \pi * K_{п} \quad (5.11)$$

де Нч - норматив чисельності на один компресор даної групи, осіб;

п - кількість компресорів одного типу в групі;

Кп - поправочний коефіцієнт зниження норм чисельності в залежності від кількості компресорів в групі

Кількість машиністів холодительної установки:

$$K_m = 0,78 * 2 * 0,8 = 1,25 = 2 \text{ робітник}$$

Кількість слюсарів-ремонтників холодительної установки:

$$K_m = 0,124 * 2 * 0,8 = 0,2 = 1 \text{ робітник}$$

5.3.5 Розрахунок витрат на заробітну плату

Загальний фонд оплати праці визначається як сума основної та додаткової заробітної плати.

Основна заробітна плата визначається за формулою:

$$ЗП_{осн} = ГТС_i * Теф * Кр \quad (5.12)$$

де Теф - ефективний фонд робочого часу одного робітника за рік, годин

Кр - кількість робітників, обслуговуючих холодительне обладнання, осіб

ГТС_i - годинна тарифна ставка відповідного розряду, грн.

$$ГТС_i = ГТС_{мін} * ТК_i \quad (5.13)$$

де ГТС_{мін} – мінімальна годинна тарифна ставка, грн.;

ТК_i - тарифний коефіцієнт відповідного розряду

Таблиця 5.4 - Розрахунок заробітної плати робітників

Назва професії	Кількість робітників	Розряд	ГТС, грн	Ефективний фонд робочого часу, годин	Основна зарплата, грн.
Машиніст	2	VI	86,4	1848	319334,40
Слюсар-ремонтник	1	VI	86,4	1848	159667,20
Разом	3	-	-	-	479001,60

Додаткова заробітна плата складає 50 % від основної заробітної плати.

Нарахування на фонд заробітної плати (єдиний соціальний внесок) 22% від загального річного фонду оплати праці.

Таблиця 5.5 - Заробітна плата виробничих робочих з нарахуваннями

№ з/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1.	Фонд основної заробітної плати	479001,60
2.	Фонд додаткової заробітної плати	239500,80
3.	Єдиний соціальний внесок	158 070,53
	Всього	876 572,93

5.3.5 Амортизація холодильного обладнання і будівлі холодильника

Витрати на амортизацію розраховують виходячи з вартості обладнання і будівель, з урахуванням встановлених норм амортизації:

$$Va = Vob * Na / 100\%, \text{ грн.} \quad (5.14)$$

$$Va = 505440 * 5 / 100 + 806949 * 20 / 100 = 186662 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт обладнання (приймаються в розмірі 10% від суми витрат на амортизацію обладнання і будівлі холодильника).

$$Vп.р = 186662 * 0,1 = 18666 \text{ грн.}$$

Інші поточні витрати приймаємо в розмірі 5 % від суми експлуатаційних витрат.

$$Vін = (5485 + 388235 + 876573 + 186662 + 18666) * 0,05 = 73781 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.6 - Експлуатаційні (поточні) річні витрати

№ з/п	Статті витрат	Сума, грн.
1	Допоміжні матеріали	5 485
2	Електроенергія	388 235
3	Зарплата виробничих робочих	876 573
4	Амортизація холодильного обладнання	186 662
5	Витрати на поточний ремонт	18 666
6	Інші поточні витрати	73 781
	Всього	1 549 401

5.3.6 Розрахунок собівартості виробітку холоду

Собівартість 1000 кДж холоду розраховують за наступною залежністю:

$$C_{1000} = \frac{V_p}{Q_{ост}} \cdot 1000 \quad (5.15)$$

де C_2 - річні витрати на виробництво холоду, грн.;

$$C_{1000} = (1549401 / 0,45 \cdot 10^9) \cdot 1000 = 3,48 \text{ грн.}$$

Результати економічних розрахунків зведені в таблицю 5.7.

Таблиця 5.7 - Техніко-економічні показники проекту

№ з/п	Показники	Умовні позначки	Одиниці виміру	Проектний варіант
1	Ємність холодильника	N	т	125
2	Холодопродуктивність	Q	кВт	13,7
3	Кількість компресорів	п	шт	2
4	Кількість обслуговуючого персоналу	Кр	осіб	3
5	Капітальні вкладення	КВ	грн.	1312389
6	Експлуатаційні витрати	Вр	грн.	1 549 401
7	Собівартість 1000кДж холоду	С	грн.	3,48

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНІЙ СИТУАЦІЇ

Вступ

Реалізації та подальша переробки фруктів має певний термін зберігання за звичайних умов і тому потребує довготривалого збереження. Для цього існують спеціальні холодильні камери, які пристосовані для довготривалого зберігання.

Дипломним проектом розглядається питання розробки холодильника для зберігання яблук і груш.

6.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів

При забезпеченні безпечної експлуатації холодильних установок слід керуватися відповідними вимогами діючих Правил будови і безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском, ГОСТів та інших нормативних правових актів, що містять нормативні вимоги до охорони праці (з урахуванням особливостей і специфіки холодильних установок).

При експлуатації холодильних установок можливий вплив на працівників ряду небезпечних і шкідливих виробничих факторів, в тому числі:

- Летючих уламків устаткування і струменів холодоагенту (рідкого, газоподібного з під тиском), холодоносіїв при можливій руйнування елементів обладнання і трубопроводів;
- Рухомих частин обладнання (компресори, насоси, вентилятори)
- Підвищеної загазованості повітря робочих зон (через можливих витоків холодоагенту з холодильних систем і внаслідок пожежі);
- Підвищеної або зниженої температури поверхонь обладнання і трубопроводів;
- Зниженої температури повітря робочих зон (в холодильних камерах, при обслуговуванні обладнання взимку на зовнішніх майданчиках);
- Підвищеного рівня шуму та вібрації на робочих місцях;
- Підвищеної рухливості повітря в холодильних камерах і на зовнішніх (відкритих) майданчиках і інші.

Вміст шкідливих речовин і кількість небезпечних факторів в робочих зонах не повинно перевищувати значень, визначених чинними стандартами та гігієнічними нормативами.

6.2 Гігієнічні вимоги до виробничого середовища

Для збереження корисних властивостей свіжих плодів необхідно забезпечити відповідні умови зберігання. На підприємстві з цією метою

- Недопустима експлуатація холодильних камер із знятим огороженням повітроохолоджувача, без піддона випарника, а також без піддона для збору конденсату.
- Забороняється експлуатація холодильного обладнання без огороження машинного відділення; зі зламаними приладами захисної автоматики; видалення ієну з випарника механічним способом за допомогою скребоків. Машинні відділення фреонових установок повинні мати припливну і витяжну вентиляцію, що забезпечує трикратний приплив і чотирикратну витяжку. Витяжна вентиляція є одночасно аварійною

6.2.3 Холодильний агент (холодоагент)

Холодильний агент повинен відповідати санітарно-гігієнічним нормам – не викликати отруєння, не подразнювати слизових оболонок очей і дихальних шляхів.

Хладон 134 (фреон 134, R134) застосовується в якості робочої речовини холодильної машини. Безбарвний газ фреон 134а є одним з перших холодоагентів, який був виготовлений без застосування хлору.

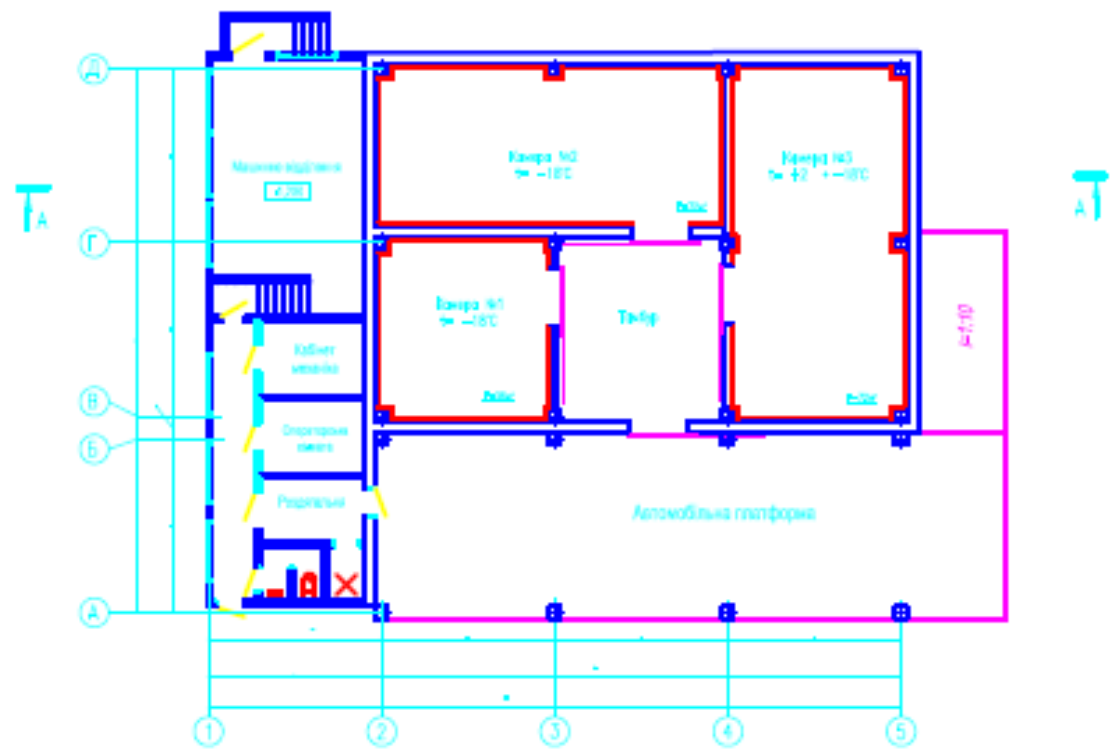
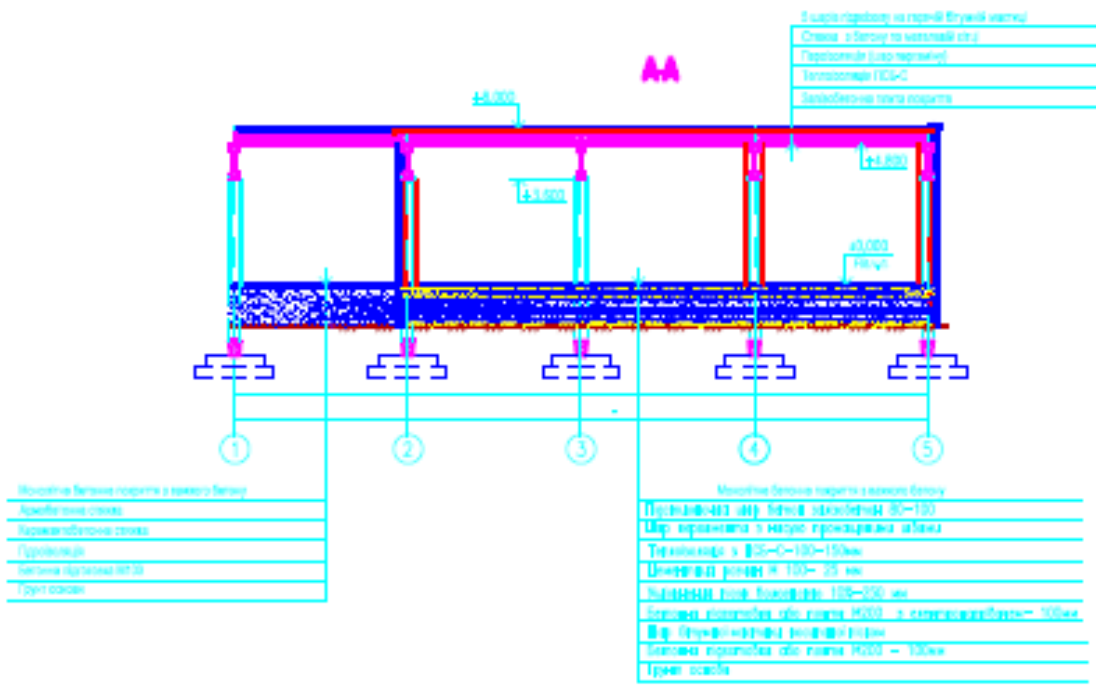


7. СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

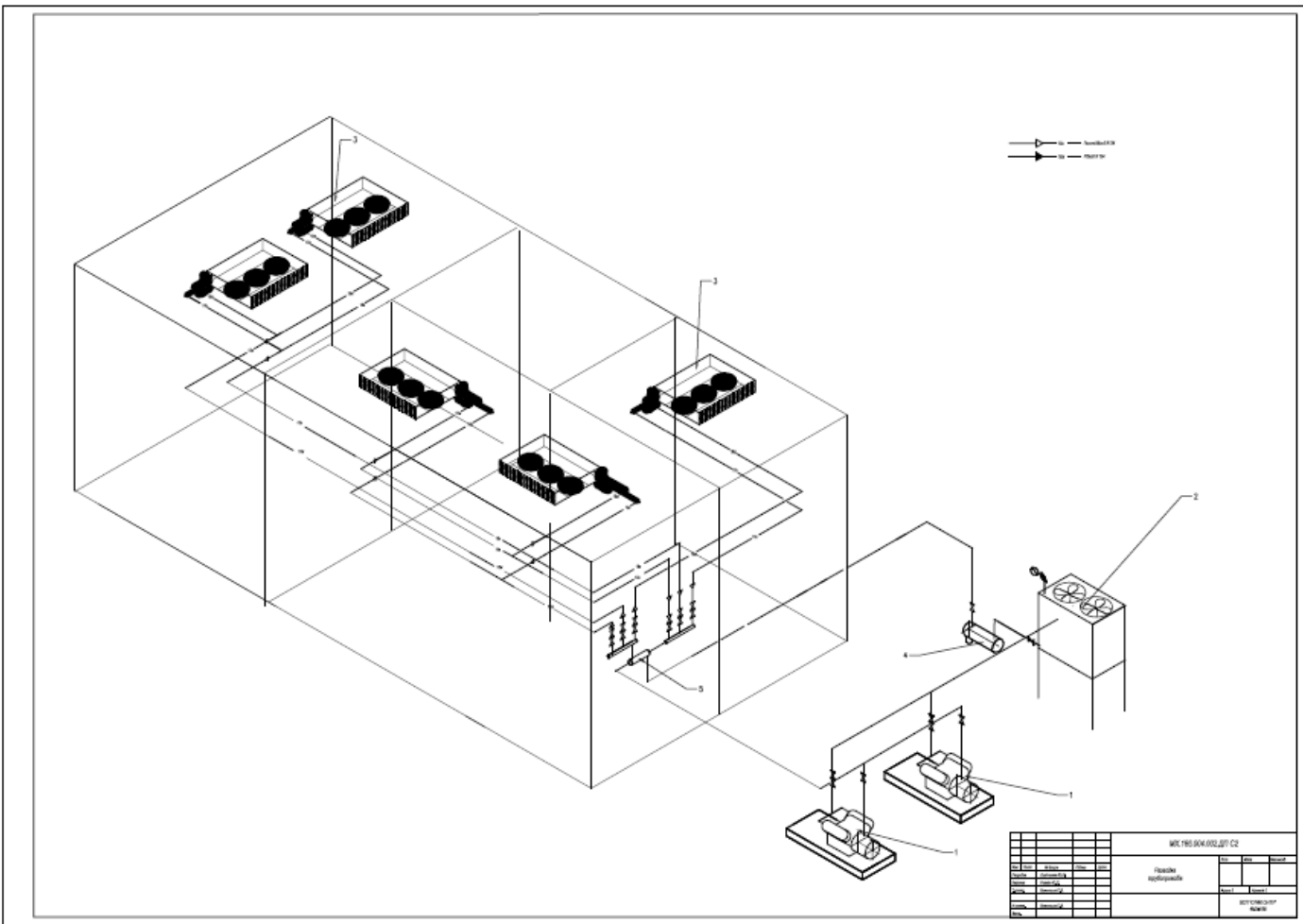
1. М.Г. Хмельнюк, О.С. Подмазко, І.О. Подмазко "Холодильні установки та сфери їх використання" підручник для вищих навчальних закладів, Херсон, Грінь, 484с., 2014.
2. Холодильні установки. Проектування: Учбовий посібникк / Чумак І.Г., Чепурненко В.П., Лагутін А.Ю. та ін. – Одеса: Друк, 2008. - том 1 – 3.
3. І.Г. Чумак, В.П. Чепурненко, С.Ю. Ларьяновський та інші. "Холодильні установки" Одеса, "Рефпринтінфо" 2003. 531с;
4. Морозюк Л.І. Теоретичні основи холодильної техніки: посібник для практичних і лабораторних занять та самостійної роботи. Ч1./ Л.І. Морозюк, В.В. Соколовська-Єфименко, С. В. Гайдук, Б. Г. Грудка – Одеська національна академія харчових технологій, 2018– 39 с. 15
5. Морозюк Л.І. Холодильні машини спеціального призначення: конспект лекцій та посібник до самостійної роботи./ Л. І. Морозюк, В. В. Соколовська-Єфименко, С. В. Гайдук, Б. Г. Грудка .– Одеська національна академія харчових технологій, 2018. - 71 с.
6. Вітенько Т.М. Курс лекцій «Холодильна техніка». / Т.М. Вітенько. – Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2016. - 152с.
7. Фізика низьких температур: навч. посібник / А. Франів, В. Стадник, В. Курляк. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2016. – 362 с.
8. Форсюк А.В. Холодильні машини: курс лекцій (частина III. Допоміжне обладнання холодильних машин) для здобувачів освітнього ступеня “бакалавр” спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» освітньо-професійної програми «Холодильні машини і установки» ден. та заоч. форм навч. / А.В.Форсюк. – К.: НУХТ, 2019. – Ч III. – К.: НУХТ, 2019. – 54 с.
9. Арсеньєв В.М. Теплові насоси: основи теорії і розрахунку: навчальний посібник / В.М. Арсеньєв, С.С. Мелейчук. – Суми: Сумський державний університет, 2018. – 364 с.
10. Семенюк Д. П. Холодильне обладнання [Електронний ресурс] : підручник / Д. П. Семенюк, О. В. Петренко. – Електрон. дані. Х. : ХДУХТ, 2017.
11. Семенюк Д. П. Технологічне холодильне обладнання [Електронний ресурс] : навч. посібник : у 2 ч. Ч. 1 / Д. П. Семенюк, О. В. Петренко. - Електрон. дані. - Х. : ХДУХТ, 2018.
12. Семенюк Д.П. Холодильне обладнання / Д. П. Семенюк, О. В. Петренко. - Харків: Світ книг, 2021. – 633 с.

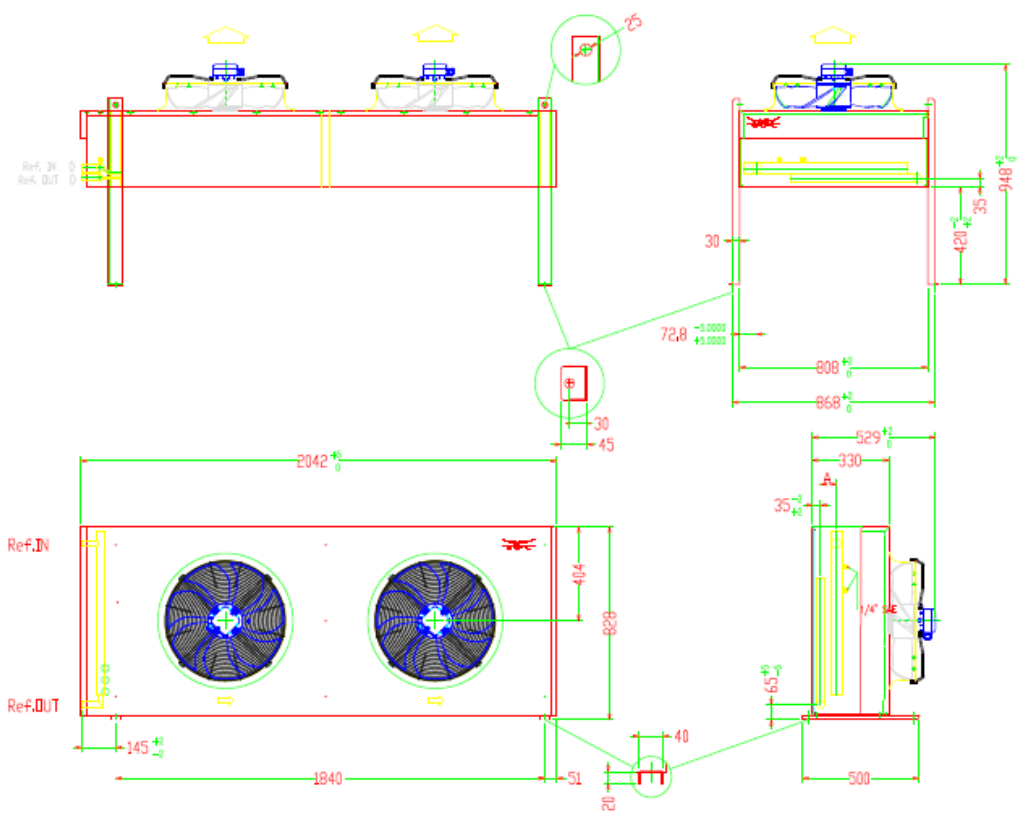
13. Грохольський М.О. Холодильно-компресорні машини та установки : конспект лекцій. – Науково-методичний центр аграрної освіти, 2008. – 151 с.
14. Бойко, М.М. Монтаж, ремонт та технічне обслуговування холодильних установок / М.М. Бойко. – Х.: Компанія СМІТ, 2004. – 477 с.
15. Бойко М.М., Експлуатація холодильного та торгівельного обладнання / М.М. Бойко – Х.: Компанія СМІТ., 2001. – 512 с.
16. Мелейчук С.С. Монтаж, експлуатація, обслуговування холодильних і теплонасосних установок: навчальний посібник/ С.С. Мелейчук, В.М. Арсен'єв. - Суми: Сумський державний університет, 2011.-183 с.
17. Кіптела Л.В. Автоматизація виробничих процесів: Навчальний посібник /Харк. держ. академія технол. та орг. харчування. – Харків, 2002, – 133с.
18. Журнали "Холодильная техника", "Холод", 2023 - 2024 г
- Інформаційні ресурси
1. www.wika.ua
 2. www.teplostart.com.ua
 3. www.danfoss.ua
 4. www.siemens.com
 5. www.infrost.com.ua

28.07.2018



Итого	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
Стены	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
Полы	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
Перекрытия	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
Фундамент	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
Итого	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000





**ДОЗВІЛ
НА РОЗМІЩЕННЯ
ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
В ЕЛЕКТРОННОМУ РЕПОЗИТАРІЇ ВСП «ОТФК ОНТУ»**

Ми, що нижче підписалися,

Лук'яненко Юрій Юрійович,
здобувач освіти гр. 4МХ-188, та

Рекеда Юрій Дмитрович,
керівник дипломного проекту,

не заперечуємо щодо розміщення електронного варіанту пояснювальної записки до дипломного проекту фахового молодшого бакалавра на тему:

«Розробка холодильника при фермерському господарстві для зберігання яблук і груш ємністю 125 тон, Вінницька область» (автор роботи – Лук'яненко Ю.Ю., керівник роботи – Рекеда Ю.Д.)

виконаного у ВСП «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету» в 2025 році, у повному обсязі в електронному репозитарії ВСП «ОТФК ОНТУ» для вільного доступу через мережу Інтернет.

Несемо відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів випускної кваліфікаційної роботи і даємо згоду на обробку персональних даних.

Виконавець  / Лук'яненко Ю.Ю. /

Керівник  / Рекеда Ю.Д. /

«15» червня 2025 р.

Міністерство науки і освіти України
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

В І Д Г У К

керівника про дипломний проект (роботу) студента

Лук'яненко Юрія Юрійовича

Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»
Освітня програма «Монтаж і обслуговування холодильно-компресорних
машин і установок»

1. **Тема:** Розробка холодильника при фермерському господарстві для зберігання яблук і груш ємністю 125 тон, Вінницька область.

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

а) Об'єм та якість виконаної роботи (графічного матеріалу та розрахунково-пояснювальної записки)

Дипломний проект Лук'яненко Юрія Юрійовича виконано згідно завданню і складається з пояснювальної записки на сторінках і графічного матеріалу на трьох аркушах, формату А-1. Дипломний проект відповідає вимогам ЕСКД і ДСТУ

б) Самостійність роботи над проектом (роботою)

Дипломник Лук'яненко Юрій Юрійович над дипломним проектом працював самостійно, графік виконання окремих розділів пояснювальної записки і графічних аркушів не порушував.

в) Теоретична підготовка дипломника

Теоретична підготовка студента Лук'яненко Юрія Юрійовича задовільна. При навчанні за освітньою програмою «Монтаж та обслуговування холодильно-компресорних машин і установок» в показав програмні результати навчання на високому рівні, зацікавленість проявляв як до дисциплін гуманітарного так і спеціального циклу.

г) Вміння вирішувати виробничі та конструкторські питання на базі останніх досягнень науки і техніки, передових методів виробництва

Студент Лук'яненко Юрій Юрійович в період роботи над дипломним проектом показав, що зможе вирішувати конструкторські і виробничі питання на базі сучасних досягнень науки і техніки в галузі енергетичного машинобудування, а саме холодильно-компресорних машин і установок.

Лук'яненко Юрій Юрійович отримав освітній рівень молодший фаховий бакалавр з енергетики, заслуговує присвоєння кваліфікації – технік-механік по обслуговуванню холодильно-компресорних машин і установок.

Оцінка розрахункової частини	4 (добре)
Оцінка графічної частини	4 (добре)
Загальна оцінка	4 (добре)

Прізвище, ім'я, по батькові Беркань Ірина Володимирівна

Місце роботи і посада рецензента

ВСП «ОТФК ОНТУ», викладач-методист, голова циклової комісії

« 06 » травня 20 25 р.

Підпис 

Міністерство освіти і науки України
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект студента

Лук'яненко Юрія Юрійовича

Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»

Спеціальність: 142 «Енергетичне машинобудування»

ОП: «Монтаж і обслуговування холодильно-компресорних машин та установок»

Керівник дипломного проекту

Рекеда Ю.Д.

Тема дипломного проекту: Розробка холодильника при фермерському господарстві для зберігання яблук і груш ємністю 125 тон, Вінницька область.

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки — сторінок

Обсяг графічної частини проекту 3 аркушів

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

а) Висновок про ступінь відповідності виконаного дипломного проекту (роботи) завданню

Дипломний проект Лук'яненко Юрія Юрійовича виконаний згідно завданню і складається з пояснювальної записки на сторінках і графічного матеріалу на трьох аркушах. Дипломний проект відповідає вимогам ЕСКД і ДСТУ

б) Характеристика виконання кожного розділу проекту: ступеня використання дипломником останніх досягнень науки і техніки передових методів роботи на

Тема дипломного проекту Абрамова Максима Юрійовича розкрита у повному обсязі. Всі розділи розрахунково-конструкторської частини виконані з урахуванням останніх досягнень науки і техніки в галузі холодильної техніки і технології. Дипломник використовував технічну і довідкову літературу по даній темі. Враховані передові методи роботи на виробництві

в) Оцінка якості використання графічної частини проекту (роботи) і пояснювальної записки

Якість виконання пояснювальної і записки і графічної частина добра

г) Перелік позитивних якостей дипломного проекту (роботи)

1. Обґрунтований вибір сучасного холодильного обладнання: поршневих, гвинтових компресорів марки Bitzer та повітроохолоджувачів Alfa Laval

2. Застосування R134a в якості холодильного агенту

3. Виконання графічної частини за допомогою програми Auto CAD

д) Основні недоліки дипломного проекту (роботи)

1. У розділі 3.4 не представлено температурний режим та площу камер зберігання. Необхідно доповнити розділ відповідними характеристиками.

2. У розділі 3.12 використано інтерфейс програми виробника повітроохолоджувачів російською мовою. Рекомендується замінити його на україномовний або англomовний варіант відповідно до вимог чинного законодавства та стандартів оформлення технічної документації.

3. У розділі 4 доцільно доповнити проєкт описом заходів щодо усунення можливих наслідків витоків холодильного агенту, зокрема:

- передбачити систему контролю герметичності;
- описати алгоритм дій обслуговуючого персоналу у разі аварійної ситуації.

Оцінка розрахункової частини 4 (добре)

Оцінка графічної частини 4 (добре)

Загальна оцінка 4 (добре)

Прізвище, ім'я, по батькові

Беркань Ірина Володимирівна

Місце роботи і посада рецензента
специаліст вищої категорії

ВСП «ОТФК ОНТУ», викладач-методист

«06» травня 2025 року


Підпис

Звіт подібності

метадані

Назва організації

Odesa Technical Professional College of Odesa National University of Technology

Заголовок

Розробка холодильника при фермерському господарстві для зберігання яблук і груш смістю 125 тон, Вінницька область

Автор

Науковий «світанок» / Експерт

Лук'яненко Юрій Юрійович Рекеда Юрій Дмитрович

підрозділ

Відокремлений структурний підрозділ "Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету"

Обсяг знайдених подібностей

Коефіцієнт подібності визначає, який відсоток тексту по відношенню до загального обсягу тексту було знайдено в різних джерелах. Зверніть увагу, що високі значення коефіцієнта не автоматично означають плагіат. Звіт має аналізувати компетентна / уповноважена особа.



25

Довжина фрази для визначення подібності

10034

Кількість знайдених подібностей



82884

Кількість знайдених подібностей

Тривога

У цьому розділі ви знайдете інформацію щодо текстових спотворень. Ці спотворення в тексті можуть говорити про МОЖЛИВІ маніпуляції в тексті. Спотворення в тексті можуть мати навмисний характер, але частіше характер технічних помилок при конвертації документа та його збереженні, тому ми рекомендуємо вам підходити до аналізу цього модуля відповідально. У разі виникнення запитань, просимо звертатися до нашої служби підтримки.

Заміна букв	⌘	107
Інтервали	A--	0
Мікропробіли	␣	0
Білі знаки	␣	737
Парафрази (SmartMarks)	а	243

Подібності за списком джерел

Нижче наведений список джерел. В цьому списку є джерела із різних баз даних. Колір тексту означає в якому джерелі він був знайдений. Ці джерела і значення Коефіцієнту Подібності не відображають прямого плагіату. Необхідно відкрити кожне джерело і проаналізувати зміст і правильність оформлення джерела.

10 найдовших фраз

ПОРЯДКОВИЙ НОМЕР	НАЗВА ТА АДРЕСА ДЖЕРЕЛА (URL (НАЗВА БАЗИ))	Колір тексту
		КІЛЬКІСТЬ ІДЕНТИЧНИХ СЛІВ (ФРАГМЕНТІВ)
1	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/3279d114-9e0c-4a45-bb4e-c8a2577447f3/download	167 1.66 %
2	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/ffa27845-456d-434d-a176-79c52c245aff/download	115 1.15 %
3	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/9a73f0a0-74fe-4140-8987-a3e399f2b111/download	97 0.97 %
4	https://card-file.ontu.edu.ua/bitstreams/4d5313cd-6145-4cc1-a527-e3438a955cf5/download	93 0.93 %
5	https://card-file.ontu.edu.ua/server/api/core/bitstreams/6e367988-fd72-47a3-ac3d-c574ffc863588/content	84 0.84 %