

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

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП: «Системи кондиціонування і
вентиляції повітря»

Група: БКВ - 04

Дипломний проект

здобувача освіти денного відділення
БКВ 04. 021. 000 ДП

Мудрицького Дмитра
Володимировича

м. Одеса - 2023 р.

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

Спеціальність 142
«Енергетичне машинобудування»
ОП: «Системи кондиціонування і
вентиляції повітря»
Група БКВ - 04

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
БКВ 04. 021. 000 ДП

До дипломного проекту на тему:
Проект системи кондиціонування і вентиляції повітря протирадіаційного
бомбосховища ВСП «ОТФК ОНТУ» на 1300 посадкових місць.

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

Дипломник _____ (Мудрицький Д.)

Керівник проекту _____ (Беркань Іг.В.)

Консультанти:

з економічної частини _____ (Кухарук А.А.)

з будівельної частини _____ (Волянська С.В.)

з охорони праці _____ (Чорновол Н.І.)

по дотриманню
вимог ЄСКД _____ (Волянська С.В.)

До захисту допущено
Завідувач кафедри _____ (Хмельнюк М.Г.)

Завідуючий відділенням _____ (Бригадир Л.Г.)

Захист “ _____ ” _____ 2023 р. Протокол ЕК № _____
Оцінка ЕК _____

Секретар ЕК _____ Куриленко В.О.

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

Дата видачі завдання
«20» лютого 2023 р.
Дата закінчення проекту
«01» липня 2023 р.

Затверджую
Заступник директора з НВР
_____ Беркань Іг.В.
“ 20 ” лютого 2023 р.

ЗАВДАННЯ

до дипломного проектування

Прізвище, ім'я та по батькові: Кузьменко Олександр Романович
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»
Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»
Освітня програма «Системи кондиціювання і вентиляції повітря»

Тема дипломного проекту:

Стверджена наказом по коледжу від « 17 » 10 2022 р. № 235–А2-ОД

Вихідні дані для проекту: Проект системи кондиціювання і вентиляції повітря студентського театру ВСП «ОТФК ОНТУ» на 330 посадкових місць

Зміст та послідовність виконання дипломного проекту

Вступ

1. Загальна частина

- 1.1 Вихідні дані проекту
- 1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту

2. Технологічна частина

- 2.1 Характеристика комфортного стану повітря

3. Розрахунково-конструкторська частина

- 3.1 Розрахункові дані проекту
- 3.2 Розрахунок теплоприпливів об'єкту завдання
- 3.3 Розрахунок вологовиділень об'єкту завдання
- 3.4 Зведена таблиця тепло і вологоприпливів об'єкту завдання
- 3.5 Визначення витрати повітря припливної установки
- 3.6 Побудова в d,h-діаграмі процесів обробки повітря
- 3.7 Розрахунок і вибір і обладнання припливної установки
- 3.8 Розрахунок основного холодильного обладнання
- 3.9 Розрахунок обладнання вентиляційної мережі

4. Організаційна частина

- 4.1 Вибір системи і приладів автоматичного регулювання системи кондиціювання і вентиляції повітря

5. Економічна частина

6. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

7. Використана література

Графічна частина

Графічний Аркуш 1. Аксонометрична схема повітророзподільної мережі системи кондиціювання або холодопостачання

Графічний Аркуш 2. Схема автоматизації системи кондиціювання або холодопостачання

Графічний Аркуш 3. Технічне креслення обладнання

Графічний Аркуш 4. Технічне креслення обладнання

Графік виконання проекту

Зміст	Термін виконання
1. Загальна частина	29 - 31.05.2023
2. Розрахунково-конструкторська частина	01 - 07.06.2023
3. Організаційна частина	08 - 09.06.2023
4. Аркуш 1, 2	10 - 11.06.2023
5. Економічна частина	12 - 14.06.2023
6. Аркуш 3, 4	15 - 17.06.2023
7. Організаційна частина	18.06.2022
8. Охорона праці	19.06.2023
Попередній захист	20.06.2023
Захист дипломного проекту	28 - 30.06.2023

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні кафедри енергетичного машинобудування

Протокол № 2 від “13” вересня 2022 р.

Завідувач кафедруою _____ (Хмельнюк М.Г.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проекту _____ (Беркань Ір.В.)

противибухові пристрої з розширювальними камерами на забірних і витяжних каналах;
антипилові фільтри;
фільтри-поглиначі, які очищають вхідне повітря від радіаційного пилу, біологічних аерозолів, хімічних речовин;
теплоємні фільтри;
герметичні клапани;
вентилятори та система повітропроводів.



Мал.1

					БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Вихідні дані

Проект системи кондиціонування і вентиляції повітря протирадіаційного бомбосховища ВСП «ОТФК ОНТУ» на 1300 посадкових місць.

Евакуаційне сховище представляє із себе підземну будова із цегельними стінами товщиною 45 см. 8 приміщень симетрично розташовані щодо коридору. Приміщення 1 технічне з електрогенератором ,центральним кондиціонером, компресорно-конденсаторним агрегатом і підсобним приміщенням на 12 осіб обслуговуючого персоналу,. 2 їдальні з камерами схову продуктів живлення й підсобним приміщенням на 4 чоловік обслуговуючого персоналу. 1-7 захисні приміщення на 1300 посадкових місць. Чотири приміщення на 36 спальних місць. Висота стель 4 метри. Розрахунковий час одноразового перебування 7 днів. Система кондиціонування з однією рециркуляцією і вентиляції й додаванням зовнішнього повітря якщо це дозволяє стан зовнішнього повітря. Оскільки комплекс перебуває під землею теплоприпливи від сонячної радіації не приймаємо.

Місце розташування. Одеса

Для міста Одеси:

розрахункова літня температура 32 °С

розрахункова зимова температура -18 °С

відносна літня вологість повітря 56%

відносна вологість повітря взимку 86 %

середньорічна температура 9.9 °С

географічна широта 48 °С

Підтримка температури та відносної вологості повітря в літній та зимовий період.

1.2 Техніко-економічне обґрунтування проекту

Для підтримки заданої температури й відносної вологості усередині кондиціонованих приміщень приточне повітря, що надходить у ці приміщення, піддають тепловологісної обробці в кондиціонерах.

Залежно від особливостей обробки повітря системи кондиціонування повітря (СКП) бувають прямоточними (працюють тільки на зовнішнім повітрі) і рециркуляційними. СКП по періодичності дії діляться на сезонні і які працюють цілий рік, а залежно від розташування кондиціонерів стосовно обслуговують приміщення, що, - на центральні й місцеві. СКП, які в теплий період року працюють на охолодження зі зниженням тепломісткості, називають системами

					БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повного кондиціювання, а системи, що працюють у теплий період роки в адіабатному режимі зволоження, - системами неповного кондиціювання. У холодний період року тепловологісна обробка повітря в обох системах однакова й полягає в нагріванні й зволоженні повітря.

Найбільш раціональним і дешевим є адіабатний процес обробки повітря. Політропні процеси застосовують тільки тоді, коли для заданих умов адіабатний процес обробки повітря в камері кондиціонера не може бути здійснений. У результаті розрахунку повітрообміну визначається продуктивність вентиляційних систем.

Параметри зовнішнього й внутрішнього повітря в різні періоди року різні. Кількість шкідливих виділень (тепла, вологи) також може мінятися протягом року. Тому розрахунок повітрообміну при загальобмінній вентиляції повинен вироблятися для двох періодів року: теплого й холодного. За розрахунковий повітрообмін приймається найбільша кількість повітря, отримана по двох періодах. По розрахунковому повітрообміні вибирають вентиляційне встаткування (вентилятори, Калорифери, фільтри). Продуктивність систем місцевої витяжної вентиляції визначається технологічними й санітарними вимогами й не залежить від пори року.

Якщо в приміщеннях виділяються пари й гази, які можуть утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші, то необхідно перевірочний розрахунок повітрообміну. Концентрація цих пар і газів у повітрі приміщень не повинна перевищувати 5% нижньої межі вибуховості (НМВ) при параметрах зовнішнього повітря, прийнятих у розрахунку системи вентиляції. Із двох результатів (отриманому по наведеним нижче формулах і по перевірочному розрахунку) приймається той, по якому виходить більша кількість повітря.

Вибір фреону R-134a як холодильного агент обумовлений гарними термодинамічними властивостями, його високої об'ємної холодопродуктивністю й відносною екологічною безпекою.

Проектом передбачена фреонова холодильна машина одноступінчастого стиску. До складу машини входять: компресорний агрегат, конденсатор повітряного охолодження, кожухотрубний випарник, ресивер, фільтр-осушувач, регенеративний теплообмінник, щити арматурний і керування, терморегулювальні вентилі. Головне навантаження на холодильну установку складаються із суми теплоприпливів: через конструкції, що обгороджують, від людей і технологічного устаткування, теплоприпливів при експлуатації.

					БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розрахункові дані

Розраховуючи теплоприпливи через внутрішні огороження (стіни й перегородки), що відокремлюють одне приміщення від іншого, температура якого відома, замість температури зовнішнього повітря приймаю температуру даного приміщення.

При розрахунку теплоприпливи через внутрішні огороження, що виходять у коридори, вестибюлі, тамбури, температурний напір приймаю як частину розрахункової різниці температур для зовнішніх стін:

$0,7(t_n - t_g)$, якщо ці приміщення повідомляються із зовнішнім повітрям

$0,6(t_n - t_g)$, якщо не повідомляються.

3.2 Розрахунок теплоприпливів об'єктів завдання

Розраховуючи теплоприпливи через внутрішні огорожі (стіни та перегородки), що відокремлюють одне приміщення від іншого, температура якого відома, замість температури зовнішнього повітря приймаю температуру даного приміщення.

При розрахунку тепло приток через внутрішні огорожі, що виходять у коридори, вестибюлі, тамбури, температурний напір приймаю як частину розрахункової різниці температур для зовнішніх стін: якщо ці приміщення повідомляються із зовнішнім повітрям і якщо не повідомляються.

Зовнішні стіни виконані зі звичайної силікатної, 250 x 125 x 65 на цементно-піщаному розчині, товщина стін 2,5 цегли (=645 мм, із внутрішньої сторони оброблені штукатуркою на цементно-піщаному розчині (=20 мм і будівельною сумішшю Alіnex під фарбування (=10 мм.) Покриття (без дахове) - із залізобетонних пустотних плит (=220 мм), покритих теплоізоляцією TERPLEX 45-500 (=50 мм), гідроізоляція - шар пергаміну (=1 мм), поверх нього бетонна стяжка (=25 мм). Характеристика теплоізоляційного матеріалу TERPLEX 45-500 наведені в довідниках. Підлоги (на ґрунті) - залізобетонна пустотна плита (=220 мм), теплоізоляція - шар пінополістиролу TERPLEX 45-500 (=50 мм), гідроізоляція - шар пергаміну (=1 мм), бетонна стяжка - (=25 мм), бітумна мастика (=2 мм), поверх покладений керамограніт (у залах) або кахель (на кухні). Міждахове перекриття із залізобетонних пустотних плит (=220 мм). Передбачено додаткову стелю для

										Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ					

монтажу повітропроводів висотою 50 мм. Внутрішні перегородки виконані із силікатної цегли. Товщина - 1 цегла (=260 мм), штукатурка цементно-піщаним розчином (=20 мм), обробка будівельною сумішшю Alinex під фарбування (=10 мм). Заповнення світлового прорізу - двошарові склопакети в пластмасових плетіннях зі звичайного скла.

Теплоприпливи через конструкції, що обгороджують, Q_1 визначаємо по формулі:

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1C} \quad (3.1)$$

де, Q_{1T} - теплоприпливи через стіни, перегородки, перекриття, підлоги, кВт

Q_{1C} - теплоприпливи від сонячної радіації, кВт

Теплоприпливи через огороження розраховуємо по формулі:

$$Q_{1T} = k_D F \theta * 10^{-3} = k_D F * (t_n - t_v) * 10^{-3}, \text{кВт} \quad (3.2)$$

де, k_0 - дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження обумовлений при розрахунку товщини ізоляційного шару Вт/м² К

F - площа поверхонь огороження, м²

t_n - розрахункова температура повітря із зовнішньої сторони огороження, С

t_v - розрахункова температура повітря усередині охолоджуваного приміщення, С

Δt - розрахункова різниця температур (температурний напір), С

Теплоприплив від сонячної радіації визначаємо по формулі:

$$Q_{1C} = k_D F \Delta t_c * 10^{-3}, \text{кВт} \quad (3.3)$$

де, K_B - дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження, Вт/м К

F - площа поверхні огороження, що опромінює сонцем, м²

Δt_c - надлишкова різниця температур, що характеризує дію сонячної радіації в літню пору, °С

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі визначаємо по формулі:

$$K = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B}\right)} \quad (3.4)$$

де, λ_3 - коефіцієнти теплопровідності ізоляційного шару й будівельних матеріалів, складових конструкцію огороження, Вт/м К,

K_{TB} - оптимальний коефіцієнт теплопередачі

									Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ				

огородження, прийнятий залежно від характеру огородження й температур по обох сторони від нього, Вт/м²К

- α_n - коефіцієнт тепловіддачі із зовнішньої або більше теплої сторони огородження, Вт/м²К
- α_v - коефіцієнт тепловіддачі із внутрішньої або більше холодної сторони огородження, Вт/м²К
- δ_i - товщина окремих шарів конструкції огородження, м
- λ_i - коефіцієнт теплопровідності будівельних шарів конструкції, Вт/м К.

Таблиця 3.1- Розрахунок теплопритоків 48*30= 1440 м.кв.

Огородження	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	0,23	192	32	24	8	0,353	0	0	0,353
СВСх	0,23	120	32	24	8	0,221	0	0	0,221
СЗПд	0,23	192	32	24	8	0,353	0	0	0,353
СВЗх	0,23	120	32	24	8	0,221	0	0	0,221
покриття	0,27	1440	32	24	8	3,110	0	0	3,110
підлога	0,25	1440	24	24	0	0,000	0	0	0,000
									4,259

Теплоприпливи крізь огородження $Q_1=4,259$ кВт

Теплоприпливи від вентиляції Q_2 . визначаємо по формулі:

$$Q_3 = M_{вз} \eta * (i_n - i_e) \quad (3.5)$$

$$Q_2 = 25 * 1.06 * 1300 * (75 - 53) / 3600 = 210.5 \text{ кВт}$$

де: M - витрата повітря вентиляції, кг/с.

Δh - різниця питомих ентальпій відповідним початковим і кінцевим температурам повітря кДж/кг

n - кількість відвідувачів.

Експлуатаційні теплоприпливи Q_4

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

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 \quad (3.6)$$

1. Теплоприплив від висвітлення q_1 (кВт) розраховуємо по формулі:

$$q_1 = AF * 10^{-3}, \text{ кВт} \quad (3.7)$$

Загальна площа сховища 1440 м²

$$q_1 = 1440 * 20 / 1000 = 28,8 \text{ кВт}$$

										Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ					

2. Теплоприпливи від людей які перебувають в сховище q_2 (кВт)

$$q_2 = 0,068 * n \quad (3.8)$$

$$q_2 = 0,068 * 1300 = 88.4 \text{ кВт}$$

де , 0,068 - тепловиділення однієї людини, кВт;

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

$$q_3 = N_{\Sigma, \text{кВт}} * 0.7 \quad (3.9)$$

де : N_{Σ} - сумарна потужність електроприладів, кВт

у попередніх розрахунках можна орієнтовно приймати $0,7 N_{\Sigma}$ кВт

$$q_3 = 0.7 * 30 = 2.1 \text{ кВт}$$

$$\sum Q_4 = 119.3 \text{ кВт}$$

3.3 Розрахунок вологоприпливів об'єкта завдання

Розраховуємо кількість вологопритоков

$$W = 19.4 * n = 19.4 * 1300 / 10^6 = 0.025 \text{ кг/с}$$

Будуємо й розраховуємо кількість теплоти й води затрачувані в кондиціонері при обробці повітря в кондиціонері.

3.4 Розрахунок сумарних тепло- і вологоприпливів

Сумарні теплоприпливи:

$$Q_{\text{загалом}} = Q_1 + Q_2 + Q_4$$

$$Q = 259 + 210,5 + 119,3 = 334 \text{ кВт}$$

Сумарні вологоприпливи:

$$W = 19.4 * n = 19.4 * 1300 / 10^6 = 0.025 \text{ кг/с}$$

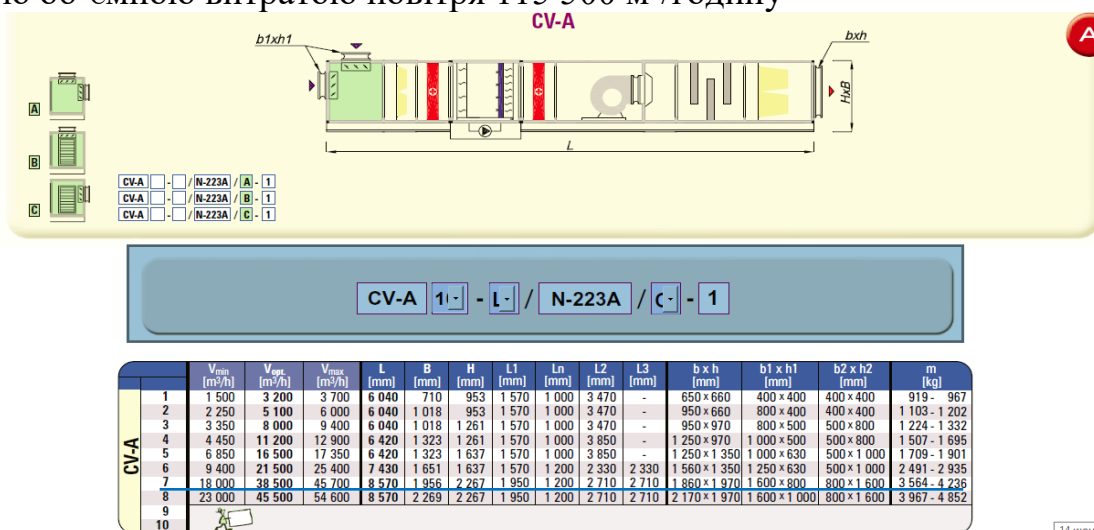
3.5 Побудова процесів кондиціонування повітря з однією рециркуляцією.

Системи кондиціонування повітря з однією рециркуляцією застосовують, як правило, подачу рециркуляційного повітря перед повітрянагрівачем першого підігріву .

					БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.6 Розрахунок і вибір обладнання припливної установки

За витратою припливного повітря $32,29 \text{ кг/с} = 101\ 081 \text{ м}^3/\text{годину}$ підбираємо три центральних кондиціонера марки VTS Klima CV-A-7-N-223A з сумарною об'ємною витратою повітря $115\ 500 \text{ м}^3/\text{годину}$



14 лютого 2023

Мал. 3.2



Мал. Центральний кондиціонер VTS Klima

Мал. 3.3

3.7 Розрахунок зрошувальної (політропічної осушувальної) камери

Знаходимо питому ентальпію, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, при температурі води початкової $t_{н.в.} = 6^\circ\text{C}$ по формулі:

$$h_{\text{нас}} = 9,42 + 1,97 \cdot t_{н.в.}$$

$$h_{\text{нас}} = 9,42 + 1,97 \cdot 6 = 21,24 \text{ кДж/кг}$$

где: $t_{н.в.}$ = температура води, яка подається в зрошувальну камеру, $^\circ\text{C}$

Обчислюємо параметр a , що характеризує конструктивні і гідродинамічні особливості камери за формулою:

$$a = \frac{h_n - h_k}{(h_n - h_{\text{нас}})(1 + 0,000716(h_n - h_{\text{нас}}) + 0,00351(54 - h_{\text{нас}}))} \quad (3.11)$$

$$a = \frac{59,99 - 36,5}{(59,99 - 21,24)(1 + 0,000716(59,99 - 21,24) + 0,00351(54 - 21,24))} = 0,66$$

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ

Арк.

$$Q_o = \frac{704 \cdot 1,12}{0,9} = 876 \text{ кВт}$$

Вибір температурних режимів роботи холодильної машини

Температура кипіння розраховується за формулою:

$$t_o = t_{\text{вых}} - 2^\circ\text{C} \quad (3.20)$$

$$t_o = 6 - 2 = 4^\circ\text{C}$$

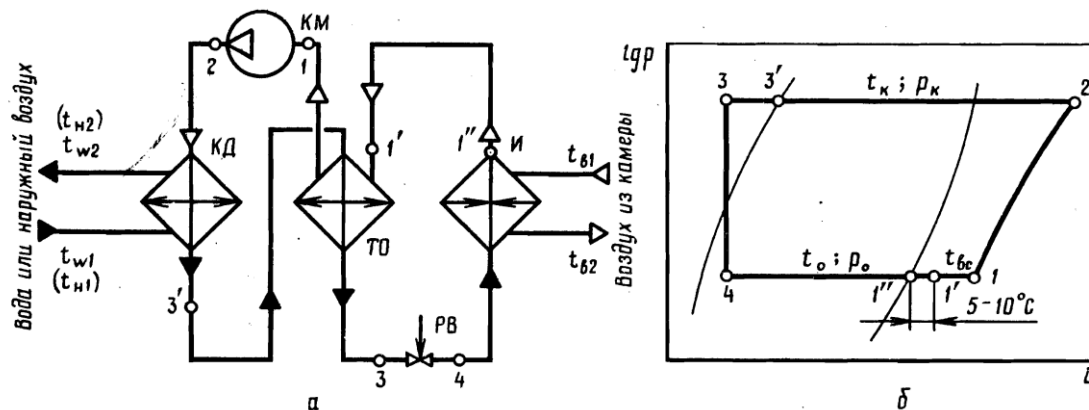
Температура конденсації розраховується за формулою:

$$t_k = t_{\text{наруж}} + 10^\circ\text{C} \quad (3.21)$$

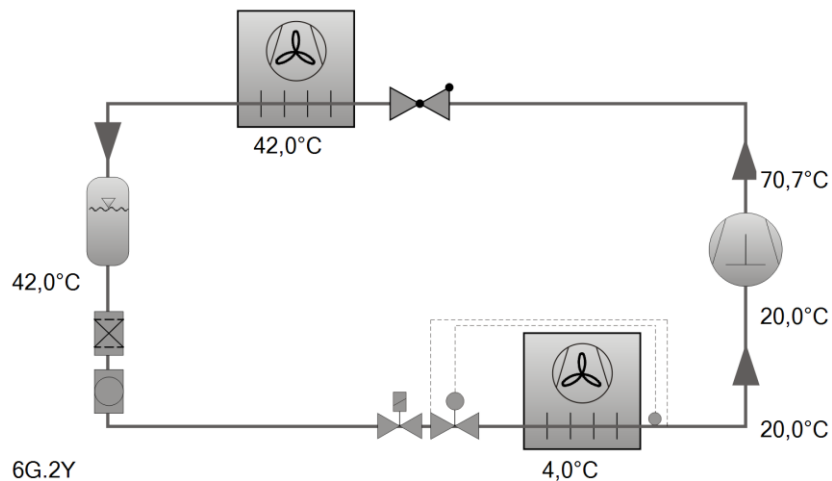
$$t_k = 32 + 10 = 42^\circ\text{C}$$

Побудова циклів холодильної машини і зняття параметрів вузлових точок зображення:

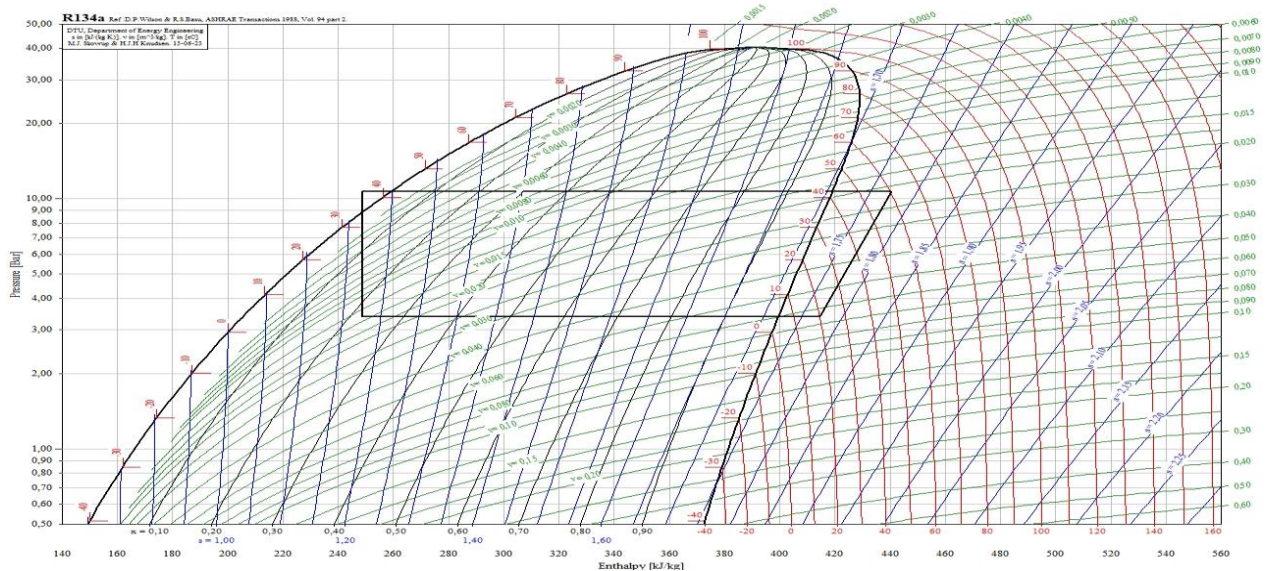
- 1) схема холодильної машини;
- 2) цикл холодильної машини в i -lg P діаграмі



Мал. 3.4



Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Мал. 3.5

Таблиця 3.2 Параметри вузлових крапок циклу хладонової холодильної машини

№ крапки	Температура °C	Тиск МПа	ентальпія кДж/ кг	Питомий об'єм м ³ /кг
1 ^{//}	5	0,3496	400	
1 [']	10	0,3496	405	
1	25	0,3496	419	0,06412
2	64	1,0072	444	
3/	42	1,0072	260	
3	33	1,0072	246	
4	5	0,3496	246	

Тепловий розрахунок і підбор компресора

Розрахунок одноступінчастого компресора.

Визначаємо холодопродуктивність (у кДж) 1 кг холодоагенту

$$q_o = i_{1//} - i_4 \quad (3.22)$$

Розраховуємо масову витрату пари - масову подачу компресора (у кг/с)

$$M_{mp} = \frac{Q_o}{q_o}, \text{ кг/с} \quad (3.23)$$

										Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ					

Визначаємо об'ємну подачу компресора (у м³/с)

$$Vq = M_{mp} \nu_1 \quad (3.24)$$

де: ν_1 - питомий обсяг усмоктуваної пари , м³/кг

Визначаємо необхідну теоретичну об'ємну продуктивність компресора (у м³/с)

$$V_{mp} = \frac{Vq}{\lambda} \quad (3.25)$$

де: λ - коефіцієнт подачі компресора, обумовлений залежно від відношення тисків P_k / P_o

$$\lambda = \lambda_i * \lambda_{\omega'} \quad (3.26)$$

$$\lambda_i = \frac{P_o - \Delta p_{ac}}{P_o} - c * \left(\frac{P_k + \Delta p_n}{P_o} - \frac{P_o - \Delta p_{ac}}{P_o} \right) \quad (3.27)$$

$$\lambda_{\omega'} = \frac{T_o}{T_k} \quad (3.28)$$

Підбираємо компресор марки Bitzer

Дійсна масова витрата х/а компресорі

$$\Sigma M_{км} = \frac{\lambda * \Sigma V_{км}}{\nu_1} \quad (3.29)$$

Сумарна холодопроизводительность

$$\Sigma Q_o = \Sigma M * q_o \quad (3.30)$$

Визначаємо дійсну (адіабатну) потужність компресора (у кВт)

$$N_T = \Sigma M_{mk} * (h_2 - h_1) \quad (3.31)$$

Визначаємо індикаторну потужність, витрачену на стиск пар, (у кВт)

$$N_i = \frac{N_T}{\eta_i} \quad (3.32)$$

де: η_i - індикаторний КПД,

Визначаємо ефективну потужність на валу компресора (до Вт)

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_{мех}} \quad (3.33)$$

де: η - механічний КПД компресора

					БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тип оборудования	ALFAGREENV	
Модель	2 x ACVS905 C - T	
Требуемая мощность	1076,00	kW
Запас	7,8	%
Рассчитанная нагрузка	1159,44	kW
Высота(над уровн. моря)	0	m
Электродвигатель	2v-3Ph	
Длина	6870	mm
Высота	2210	mm
Глубина	2230	mm
Стандартный вес	2125	kg
Тип расчета	Расчет / СТАНДАРТНЫЙ	
Переохладитель	Нет	
Линия	1	
NC	168	
Тепловые данные		
Хладагент	R134a	
Температура воздуха Вх/Вых	32,0 / 39,5	°C
Температура конденсации	42,0	°C
Разность температур	10,0	°C
Данные вентилятора (для 1 шт.)		
Расх. воздуха: Высокий	216002	m3/h
Кол-во вентиляторов	10	-
Диаметр вентилятора	910	mm
Скорость вращения	860	1/min
Общий шум (10,0 м)	63,0	dB(A)
Потребление энергии	16500	W
Напряжение	400 (D)	V
Ток	35,00	A
Данные теплообменника		
Материал трубы	Cu	
Материал ламели	Al	
Расстояние м-ду ламелями	2,1	mm
Поверхность	3219,6	m2
Внутр. объем	278	dm3
Патрубки (Вх - Вых)	2x90 - 2x76	
	Та же сторона	

Мал.3.8

Таблица 3.5 Технічна характеристика конденсатора

Марка	Габаритні розміри			Розрахунок ве теплове навантажен ня, кВт	Площа теплообмін ної	Внутрішній об'єм, дм ³	Потужність вентилятор а, кВт	Вага, кг
	Довжина, м	Висота, мм	Ширина, м					
ACVS905 C				1159	3219	278	16,5	2125

Тепловий розрахунок і підбір випарника

Площа теплообмінної поверхні випарника розраховується за формулою:

$$F = \frac{Q_{об}}{k \Delta t} = \frac{Q_{об}}{q_f} \quad (3.37)$$

де: $Q_{об}$ – сумарне навантаження на випарник, обумовлена розрахунком, кВт;

k – коефіцієнт теплопередачі приладу охолодження $\frac{Вт}{м^2К}$;

Δt – Різниця температур між кип'ящим / а іхладоносітелем, °C.

q_f – питомий тепловий потік, $\frac{Вт}{м^2}$.

									Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ				

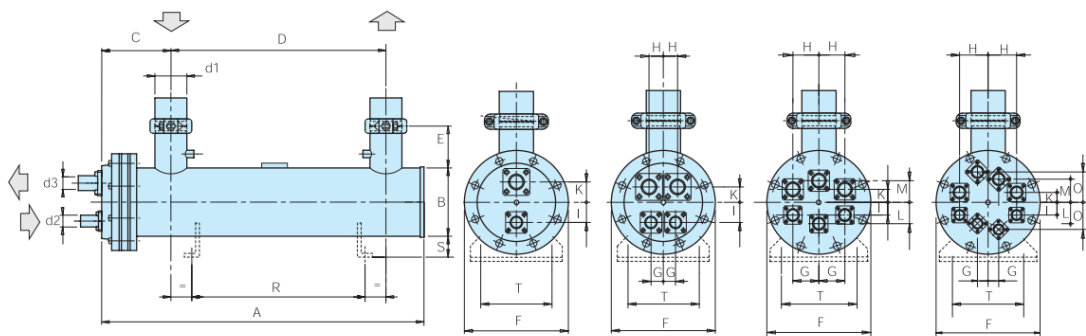
$$F = \frac{70400}{2500} = 282 \text{ м}^2$$

Підбираємо два випарника марки Dryplus-3 DXD345

300-345 кВт

Номинальные условия	Модель	DXS300 - DXD300 DXT300 - DXQ300	DXS345 - DXD345 DXT345 - DXQ345
Хладагент: R407c T _{исп} рассола = 12°C T _{исп} рассола = 7°C T _к = 45,26 °C T _{исп} = 2,75 °C ΔT _{паровод} = 3K; ΔT _{перегр} = 5K Смазочное масло ISO68	Q _H [кВт]	300	345
	W _H [м³/ч]	51,4	59,1
	W _M [м³/ч]	65	68
	Δρ _H [бар]	0,48	0,42

Мал. 3.9



Мал. 3.10

Модель			DXS 300	DXD 300	DXT 300	DXQ 300	DXS 345	DXD 345	DXT 345	DXQ 345
Размеры	A	мм	2654	2654	2648	2648	2654	2654	2648	2648
	B	мм	273	273	273	273	273	273	273	273
	C	мм	234	234	228	228	234	234	228	228
	D	мм	2280	2280	2280	2280	2280	2280	2280	2280
	E	мм	150	150	150	150	150	150	150	150
	F	мм	370	370	370	370	370	370	370	370
	G	мм	—	52	80	25	—	52	80	25
	H	мм	—	56	80	90	—	56	80	90
	K	мм	60	45	45	43	60	45	45	43
	I	мм	60	52	45	50	60	52	45	50
	L	мм	—	—	60	60	—	—	60	60
	M	мм	—	—	70	50	—	—	70	50
	O	мм	—	—	—	90	—	—	—	90
Опоры	R	мм	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
	S	мм	100	100	100	100	100	100	100	100
	T	мм	300	300	300	300	300	300	300	300
Соединения	d1	—	J5	J5	J5	J5	J5	J5	J5	J5
	d2	—	FA-35	FA-35	WA-35	WA-22	FA-35	FA-35	WA-35	WA-22
	d3	—	FC-80	FB-54	WA-54	WA-42	FC-80	FB-54	WA-54	WA-42

Мал. 3.11

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-------	------	----------	--------	------

БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ

Арк.

	C	мм	234	234	228	228	234	234	228	228
	D	мм	2280	2280	2280	2280	2280	2280	2280	2280
	E	мм	150	150	150	150	150	150	150	150
	F	мм	370	370	370	370	370	370	370	370
	G	мм	–	52	80	25	–	52	80	25
	H	мм	–	56	80	90	–	56	80	90
	K	мм	60	45	45	43	60	45	45	43
	I	мм	60	52	45	50	60	52	45	50
	L	мм	–	–	60	60	–	–	60	60
	M	мм	–	–	70	50	–	–	70	50
	O	мм	–	–	–	90	–	–	–	90
Опоры	R	мм	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
	S	мм	100	100	100	100	100	100	100	100
	T	мм	300	300	300	300	300	300	300	300
Соединения	d1	—	J5	J5	J5	J5	J5	J5	J5	J5
	d2	—	FA-35	FA-35	WA-35	WA-22	FA-35	FA-35	WA-35	WA-22
	d3	—	FC-80	FB-54	WA-54	WA-42	FC-80	FB-54	WA-54	WA-42
Объемы – Вес	V _R	дм ³	34,9	34,9	34,9	34,9	38,9	38,9	38,9	38,9
	V _{H₂O}	дм ³	93,3	93,3	93,3	93,3	87,5	87,5	87,5	87,5
	P	кг	270	270	270	270	280	280	280	280
Категория PFD*			"	"	"	"	"	"	"	"

Мал. 3.12

Таблиця 3.6-

Характеристики випарювача

Марка	Кожухотрубний випарювач Dryplus-3	DXD345
Теплове навантаження, кВт		345
Габаритні розміри, мм		
Діаметр кожуха, мм		273
Довжина кожуха, мм		2648
Діаметр всмоктувального штуцера, мм		80
Діаметр рідинного штуцера, мм		35
Ємність холодильного агенту, дм.куб		38,9
маса, кг		280

					БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок і підбір допоміжного обладнання

Лінійний ресивер

$$V_{\text{пр}} = \frac{0.6 * V_{\text{исп}}}{0.5} * 1.2 = 1.44 * V_{\text{исп}} \quad (3.38)$$

де $V_{\text{вип.}}$ - місткість випарювальної системи кожухотрубний випарювач Dryplus-3 DXD345= 0,039 м³

1,44 - коефіцієнт, що враховує норму заповнення лінійного ресивера при нижній подачі х / а для режиму $t_0 = +4$ °С

$\Sigma V_{\text{в/о}}$	$V_{\text{пр}}$
0,039	0,06

Підбираємо два лінійних ресивери місткістю 60 дм³

Регенеративний теплообмінник

Теплообмінники підбираються по площі теплообмінної поверхні змійовика

Теплове навантаження на теплообмінник, кВт

(3.39)

$$Q_{\text{т.о.}} = m \cdot (h_3 - h_{3'}) = m \cdot (h_{1'} - h_1)$$

(3.40)

$$Q_{\text{РТО}_{t_0=-10}} = 5,198 * (260 - 246) = 0.518 * (419 - 405) = 72,8 \text{ кВт}$$

$$F_{\text{пто.}} = \frac{72,8 \times 10^3}{290 \cdot 20} = 12,5 \text{ м}^2$$

Підбираємо регенеративний теплообмінник площею теплообмінної поверхні $F=12,5 \text{ м}^2$

					БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.9 Розрахунок обладнання вентиляційної системи

Припливно-витяжна система повітророзподілення в більшості випадків досить громіздка. Методика їхнього розрахунку зводиться до визначення перетинів повітровід і втрат напору, як по окремих ділянках, так і в галузях.

Ціль аеродинамічного розрахунку системи повітророзподілення:

- 1) Вибір діаметрів для круглих повітроводів і розмірів перетину для прямокутних повітроводів ;
- 2) Визначення втрат тиску в системах, включаючи усмоктувальний і нагнітальний повітроводи.

При розрахунку систем повітророзподілення виконуємо наступні умови:

- діаметри повітроводу (розміри перетинів) повинні бути стандартними;
- втрати напору в будь-якій галузі повинні бути нижче розташовуваного;
- швидкість повітря у повітроводах повинна бути в рекомендуючих межах;
- швидкість повітря в магістральних ділянках у напрямку руху повітря повинна зменшуватися;
- діаметр будь-якої збірної ділянки повинен бути більше або дорівнює діаметру підходящих до нього відгалужень.

По кожній системі задаємося наступними вихідними даними:

- максимальна швидкість повітря, що допускає на окремих ділянках;
- конфігурація мережі й форма перетинів повітроводу;
- матеріал повітроводу;
- витрата повітря й довжини ділянок;
- характеристик повітроводу (кінцевий, магістральний);
- задані коефіцієнти місцевих опорів на ділянках без обліку коефіцієнта місцевих опорів трійників і хрестовин.

Вичерчуємо в аксонометрії аксонометричну схему магістрального повітроводу й розбиваємо його на ділянки.

Розрахунок мережі повітроводів для системи П1

де П1 - лінія приточної магістралі в навчальному корпусі,

Корисний об'єм повітря для систем визначається по формулі:

$$L=G \cdot 3600 / \rho , \quad (3.41)$$

					БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де, ρ - щільність повітря, кг/м^3

Для системи корисна об'ємна витрата повітря буде рівна:

$$L_1 = 32,29 \cdot 3600 / 1,4 = 83031 \text{ м}^3/\text{год, зима}$$

$$L_1 = 32,29 \cdot 3600 / 1,18 = 98328 \text{ м}^3/\text{год,}$$

					БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Вхідні дані

Таблиця 5.1 - Вхідні дані

№	Показники	Найменування, кількість
1	Найменування об'єкту	Проект системи кондиціонування і вентиляції повітря протирадіаційного бомбосховища ВСП «ОТФК ОНТУ» на 1300 посадкових місць.
2	Система охолодження	безпосередня
3	Холодоагент	R-134a
4	Марка масла	BSE L170
5	Наявність градирні	–
6	Кількість робочих годин на 1 робітника за рік	440
7	Ступінь автоматизації	повна
8	Кількість змін праці	–
9	Витрати масла на 1 компресор, кг	19
10	Витрати фреон на поповнення системи на 1 кВт холодопродуктивності, кг	0,8
11	Ціна 1 кВт. електроенергії, грн.(виробнича)	4,30
12	Ціна 1 кг холодоагенту, грн.	650,0
13	Ціна 1 кг масла, грн.	1355,0

					БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13	Витрати на монтаж і транспорт	–	–	–	325013,6
14	Загальна вартість	–	–	–	2708446

Загальна вартість капіталовкладень K_v в грн. на будівлю та обладнання компресорного цеху розраховується за формулою:

$$K_v = C_{\text{бд}} + C_{\text{заг}}^{\text{об}}, \quad (5.2)$$

де $C_{\text{заг}}^{\text{об}}$ – загальна вартість обладнання, грн.

$$K_v = 0 + 2708446 = 2708446 \text{ грн.}$$

					БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3 Розрахунок цехових витрат

5.3.1 Розрахунок кількості виготовленого холоду (виробнича потужність)

Виготовлення холоду в стандартних умовах $Q_{ст}$ в тис кДж, розраховується за формулою:

$$Q_{ст} = \sum(Q_0 \cdot K_п \cdot 19440),$$

(5.3)

де Q_0 – сумарна розрахункова часова холодопродуктивність, кВт;

$K_з$ – середньозважений коефіцієнт переводу праці компресора з робочих умов у стандартні при різних температурах кипіння холодоагенту.

$$Q_{ст} = 298 \cdot 3 \cdot 0,5 \cdot 19440 = 8689680 \text{ тис. кДж}$$

5.3.2 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Витрати на допоміжні матеріали містять в собі витрати на поповнення системи фреоном та змащуючим мастилом.

Розрахунки проводяться у таблиці 5.4

Таблиця 5.4 – Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Статі витрат	Умовні значення та розрахунок	Сума, грн.
1.Сумарна холодопродуктивність, кВт	$\sum Q_0$	894
2.Середня питома норма расходу фреону, кг/1кВт	q_a	0,8
3.Середній коефіцієнт втрат фреону при ремонтах	K_p	1,05
4. Ціна 1 кг фреону, грн.	$Z_{x.a.}$	650,0
5.Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати	$K_{x.a.}$	1,15
6.Витрати на поповнення системи фреоном, грн.	$C_{x.a.} = \sum Q_0 \cdot q_a \cdot K_p \cdot Z_{x.a.} \cdot K_{x.a.}$	561342,6
7.Кількість зарядженого мастила у середньому на 1 компресор, кг	m	19
8.Кількість компресорів, шт	n	3
9.Коефіцієнт втрат мастила при ремонтах	K_b	1,2

					Арк.
БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ					
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

10.Кількість разів змін масла за рік	R	–
--------------------------------------	---	---

Продовження таблиці 5.4

11.Середня ціна 1 кг мастила, грн;	Z_M	1355,0
12.Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати, грн	K_M	1,14
13. Витрати на поповнення мастила, грн.	$C_{M=п*п*Кв*R *Z_M.*K_M}$	105657,4
14.Разом:	$C_p = C_{x.a} + C_M$	667000
15.Інші витрати (5%)	$C_i = C_p * 5 / 100$	33350
16.Усього:	$C_{д.м} = C_p + C_i$	700350

5.3.3 Розрахунок витрат на силову електроенергію

Річне споживання електроенергії (у грн) розраховується у таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок споживання силової електроенергії

№	Споживачі електроенергії	Тип, марка обладнання	Ном.п отужність, кВт	Коеф. використання обладнання	Кількість устаткування	Фонд робочого часу, годин	Загальна потреба електроенергії, кВт.год	Витрати на силову електроенергію в грн
1	Компресор	CSH-8683-125 Y	60,4	0,85	3	5400	831708	3576344,4
2	Конденсатор	ALFA LAVAL марки ACDS 905 C	165	0,7	2	3000	693000	2979900
3	Вентилятор приточний		12	0,7	1	3000	25200	108360
4	Вентилятор витяжний		30	0,7	1	3000	63000	270900
	Всього	–	267,4	–	7	–	–	6935504

Витрати на силову електроенергію в грн, розраховується по формуле:

$$(5.4)$$

де C_e – ціна 1кВт електроенергії, грн.

										Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ					

5.3.4 Розрахунок чисельності виробничого персоналу компресорного цеху

З урахуванням повної автоматизації обладнання приймаємо 1 працівника 6 розряду для обслуговування холодильної установки з річним фондом робочого часу - 440 годин.

5.3.5 Розрахунок річного фонду заробітної платні виробничого персоналу компресорного цеху

Погодинна тарифна ставка кожного розряду розраховується від тарифної ставки першого розряду.

Тарифна ставка першого розряду розраховується за формулою:

$$T_{cl} = \frac{ЗП}{Г},$$

(5.5)

де: ЗП – мінімальна заробітна плата, встановлена державою, грн.;

Г – кількість годин роботи у місяць.

$$T_{cl} = \frac{6700}{164} = 40,85 \text{ грн.}$$

Мінімальна зарплата у погодинному вимірі з 01.01.2023 дорівнює 6700 грн.

6700 грн – мінімальна місячна заробітна плата, грн.

164 годин – середньомісячна кількість робочих годин ($1987/12 = 164$)

Норма тривалості робочого часу в годинах при 40-годинному робочому тижні – 1987 год.

Тарифна ставка другого та послідуєчих розрядів розраховується за формулою:

$$T_{c6} = T_{cl} \cdot TK_6,$$

(5.6)

де ТК – тарифний коефіцієнт відповідно для кожного тарифу.

Розрахунок тарифної ставки 6 розряду:

$$T_{c(6p)} = 40,85 \cdot 1,8 = 73,53 \text{ грн.}$$

Тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу розраховується за

					БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

формулою:

$$T_{\phi} = T_c \cdot E_{\phi} \cdot K,$$

(5.7)

де T_c – середня годинна тарифна ставка, грн.;

E_{ϕ} – ефективний фонд робочого часу, годин;

K – кількість працівників компресорного цеху.

Основний фонд заробітної плати розраховуються за формулою:

$$O_{\phi} = T_{\phi} + \sum D$$

(5.8) де T_{ϕ} – тарифний фонд зарплати, грн.;

D – сума доплат за умови праці та нічний час, грн. (25% від тарифного фонду заробітної плати):

$$\sum D = T_{\phi} \cdot \frac{25}{100}$$

(5.9)

Додатковий фонд заробітної плати розраховується за формулою:

$$D = \frac{T_{\phi} \cdot d}{100}$$

(5.10)

де d – відсоток додаткового фонду (10%);

Річний фонд розраховується за формулою:

$$P_{\phi} = O_{\phi} + D_{\phi}$$

(5.11)

Відчислення від річного фонду заробітної плати виконується за формулою:

$$B_c = \frac{P_{\phi} \cdot p}{100}$$

(5.12)

де p – відсоток відрахувань від річного фонду (ЄСВ=22%).

Розрахунки заносяться у таблицю 5.6.

Таблиця 5.6 – Розрахунок фонду оплати праці

					БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Назва показника	Формула	Розрахунок
T_c – середня годинна тарифна ставка, грн	T_c	73,53
E_ϕ – ефективний фонд робочого часу, годин.	E_ϕ	440
K – кількість працівників компресорного цеху	K	1
T_ϕ - тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу	$T_\phi = T_c \cdot E_\phi \cdot K$, грн	32353,2

Продовження таблиці 5.6

D - сума доплат за умови праці та нічний час, грн. (25% від тарифного фонду заробітної плати).	$\sum D = T_\phi \cdot 25/100$, грн	8088,3
O_ϕ - основний фонд заробітної плати	$O_\phi = T_\phi + \sum D$	40441,5
D_ϕ - додатковий фонд заробітної плати	$D_\phi = (T_\phi \cdot d)/100$, грн	3235,3
P_ϕ - річний фонд	$P_\phi = O_\phi + D_\phi$, грн.	43677
B_c - відрахування від річного фонду заробітної плати	$B_c = (P_\phi \cdot p)/100$, грн	9609

					БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.5. Основні техніко-економічні показники проекту

Показники проекту заносяться в таблицю.

Таблиця 5.8 - Основні техніко-економічні показники проекту

№	Показники	Кількість
1	Найменування об'єкту	Проект системи кондиціонування і вентиляції повітря протирадіаційного бомбосховища ВСП «ОТФК ОНТУ» на 1300 посадкових місць.
2	Система охолодження	безпосередня
3	Холодильний агент	R-134a
4	Марка масла	BSE L170
5	Ступінь автоматизації	повна
6	Сума капіталовкладень, грн	2708446
7	Холодопродуктивність компресорів, кВт	894
8	Кількість компресорів, шт.	3
9	Річний виробіток холоду, тис. кДж.	8689680
10	Цехова собівартість, грн.	7968720
11	Собівартість одиниці холоду, грн..	0,92
12	Чисельність виробничого персоналу, осіб.	1

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5

Економічні розрахунки підтверджують економічну ефективність системи вентиляції і кондиціонування повітря для протирадіаційного бомбосховища ВСП «ОТФК ОНТУ» на 1300 посадкових місць з низьким рівнем собівартості за одиницю холоду (0,92 грн. за 1000 кДж) у порівнянні з середньогалузевим рівнем, що вказує на високий рівень конкурентоспроможності на ринку холоду.

					БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Собівартість одиниці холоду є результатом науково-обґрунтованого проектування з підбором високопродуктивного та високотехнологічного обладнання з економічними характеристиками.

Отже, проєкт системи вентиляції і кондиціонування повітря для протирадіаційного бомбосховища ВСП «ОТФК ОНТУ» на 1300 посадкових місць можна вважати доцільним та економічно вигідним.

					БКВ 04.021.003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Система вентиляції відповідає за мікроклімат в укриттях. При неправильному проектуванні в захисній споруді може підвищуватися вологість та знижуватись температура, у такому разі важливо подбати про наявність осушувача.



Повітрозабір та викидання повітря здійснюються повітропроводами, які розміщені на фасадах будівлі

Вентилювання та фільтрація у бомбосховищах є головним фактором виживання у напружених умовах воєнного стану. Саме тому облаштуванням захисних споруд цивільної оборони мають займатися лише професійні інженери. А матеріали та обладнання, що застосовується повинні бути високоякісними і відповідати стандартам.

					БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. ПЕРЕЛІК 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, (І.Г. Чумак, В.П. Чепурненко, С.Ю. Ларьяновський та інш.), підручник для вищих навчальних закладів, в двох томах, Київ, "Либідь", 1995.
3. Холодильні установки. Проектування: Учебный посібникк / Чумак І.Г., Чепурненко В.П., Лагутін А.Ю. та ін. – Одеса: Друк, 2008. - том 1 – 3.
4. І.Г. Чумак, В.П. Чепурненко, С.Ю. Ларьяновський та інші. "Холодильні установки" Одеса, "Рефпринтінфо" 2003. 531с;
5. Липа А.И. Кондиционирование воздуха. Основы теории. Современные технологи обработки воздуха. Изд. Второе, перераб., доп., Одесса: ОГАХ, издательство ВМВ, 2010.- 607 с., ил.
6. Липа А.І., Жихарева Н.В., Піщанська Н.О. Кондиціювання повітря. Посібник до виконання лабораторних робіт, 2013.
7. Явнель Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха.-3-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1989.
8. Канторович В.И., Подлипенцева З.В. Основы автоматизации холодильных установок.- 3-е изд, перераб. и доп.- М.: ВО "Агропромиздат", 1987
9. Справочник. Теплообменные аппараты, приборы автоматизации и испытания холодильных машин / Под ред. А.В. Быкова.- М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984.
10. Богданов С.Н., Иванов О. П., Куприянова А.В. Холодильная техника. Свойства веществ. Справочник. Изд. 2-е, доп. и переработ. "Машиностроение",1976.
11. Самойлов А.И., Игнатъев В.Г. Охрана труда при обслуживании холодильных установок.- 2-е изд. -М.: Агропромиздат, 1989.
12. Канторович В.И. Гиль И. М. Устройство, монтаж и ремонт холодильных установок. – 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1985.
13. Справочник из серии "Холодильная техника" под редакцией А.В. Быкова Применение холода в пищевой промышленности, 1979
14. Панин Б.Г. Основы теплотехники, отопление, вентиляция, сушка и охлаждение: Учебник. - М.: Легкая индустрия, 1980. – 384 с., ил.
- 15 Стефанов Е.В. «Вентиляция и кондиционирование воздуха» 2005 АВОК СЕВЕРО ЗАПАД

					БКВ 04. 021. 003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

16. Журнали "Холодильная техника", "Холод", 2021 – 2023 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

					БКВ 04.021.003 ДП ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

