

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

Спеціальність № 142

«Енергетичне машинобудування»

ОП: «Монтаж та обслуговування

систем кондиціонування і

вентиляції повітря»

Група: КВ - 05

# **Дипломний проєкт**

**здобувача освіти денного відділення**

**КВ 05. 022. 000 ДП**

**Погодіна Костянтина**  
**Вікторовича**

**м. Одеса - 2022 р.**

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

Спеціальність 142  
«Енергетичне машинобудування»  
ОП: «Монтаж та обслуговування  
Систем кондиціонування і вентиляції  
повітря»  
Група 4 КВ - 05

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**  
**КВ 05. 022. 000 ДП**

До дипломного проєкту на тему:

Розробка системи вентиляції і кондиціонування повітря спортивного  
центру площею на 250 відвідувачів, м. Суми

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

Дипломник \_\_\_\_\_ (Погодін К.В.)

Керівник проєкту \_\_\_\_\_ (Рекеда Ю.Д.)

**Консультанти:**

з економічної частини \_\_\_\_\_ (Коробкіна 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 предметної комісії \_\_\_\_\_ (Беркань Ір.В.)

Завідуючий відділенням \_\_\_\_\_ (Бригадир Л.Г.)

Захист “ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2022 р. Протокол ЕК № \_\_\_\_\_

Оцінка ЕК \_\_\_\_\_

Секретар ЕК \_\_\_\_\_ Петушенко С.М.

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

Дата видачі завдання  
«30» грудня 2021 р.  
Дата закінчення проєкту  
«01» липня 2022 р.

Затверджую  
Заступник директора з НВР  
\_\_\_\_\_ Беркань Іг.В.  
“ 30 ” грудня 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**

**ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУВАННЯ**

Прізвище, ім'я та по батькові: **Погодіна Костянтина Вікторівича**  
Галузь знань № 14 «Електрична інженерія»  
Спеціальність № 142 «Енергетичне машинобудування»  
Освітня програма «Монтаж та обслуговування систем кондиціонування і вентиляції повітря»

Тема дипломного проєкту: Розробка системи вентиляції і кондиціонування повітря спортивного центру площею на 250 відвідувачів, м. Суми

Стверджена наказом по коледжу від « 30 » 12 2021 р. № 306 –А2- ОД

Вихідні дані для проєкту: температура літня 31 °С  
відносна вологість повітря літня 60 %

Зміст та послідовність виконання дипломного проєкту

**Вступ**

**1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА**

- 1.1. Вихідні дані. Характеристика комфортного стану повітря.
- 1.2. Технічна характеристика і техніко-економічне обґрунтування об'єкта завдання.

**2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА**

- 2.1 Розрахункові дані.
- 2.2 Побудова в d, h – діаграмі тепло- вологісного процесу обробки повітря (прямоточної, з однією рециркуляцією, з двома рециркуляціями) для теплого періоду.
- 2.3 Розрахунок загальної витрати повітря, розрахунок витрати припливного повітря
- 2.4 Складання структурної схеми системи кондиціонування повітря
- 2.5 Вибір обладнання системи кондиціонування та вентиляції повітря
- 2.6 Розрахунок блоку холодозабезпечення системи кондиціонування об'єкта завдання.  
Визначення навантаження на компресор і випарник холодильної установки
- 2.7 Побудова циклу холодильної машини і зняття параметрів вузлових точок
- 2.8 Тепловий розрахунок і вибір основного і допоміжного обладнання холодильної установки

### 3. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Монтаж, ремонт, обслуговування системи кондиціонування і вентиляції повітря.

3.2 Автоматизація системи кондиціонування і вентиляції повітря.

### 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Вихідні дані

4.2 Розрахунок капітальних вкладень

4.3 Розрахунок цехових витрат

4.4 Розрахунок собівартості одиниці холоду

4.5 Основні техніко-економічні показники

### 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 6 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

#### Графічна частина:

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

Графічний Аркуш 2. Схема автоматизації системи кондиціонування

#### Графік виконання проєкту

Зміст	Термін виконання
1 Загальна частина	16 - 17.05.2022
2 Розрахунково-конструкторська частина	18 - 25.05.2022
3 Організаційна частина	26 – 27.05.2022
4 Аркуш 1	28 – 31.05.2022
5 Економічна частина	01 – 06.06.2022
6 Аркуш 2	07 – 09.06.2022
7 Охорона праці	11 - 12.06.2022
Попередній захист	15.06.2022
Захист дипломного проєкту	22 - 30.06.2022

Завдання розглянуто та затверджено на засіданні циклової комісії спецдисциплін холодильного циклу

Протокол № 5 від “ 14” грудня 2021 р.

Голова комісії \_\_\_\_\_ (Беркань Ір.В.)

Попередній захист проведено, зауваження враховано

Керівник проєкту \_\_\_\_\_ (Рекеда Ю.Д.)



# З М І С Т

Вступ

стр.

## 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

- 1.1. Вихідні дані. Характеристика комфортного стану повітря.
- 1.2. Технічна характеристика і техніко-економічне обґрунтування об'єкта завдання.

## 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

- 2.1 Розрахункові дані.
- 2.2 Побудова в d, h – діаграмі тепло-вологісного процесу обробки повітря (прямоточної, з однією рециркуляцією, з двома рециркуляціями) для теплого періоду.
- 2.3 Розрахунок загальної витрати повітря, розрахунок витрати припливного повітря
- 2.4 Складання структурної схеми системи кондиціонування повітря
- 2.5 Вибір обладнання системи кондиціонування та вентиляції повітря
- 2.6 Розрахунок блоку холодозабезпечення системи кондиціонування об'єкта завдання. Визначення навантаження на компресор і випарник холодильної установки
- 2.7 Побудова циклу холодильної машини і зняття параметрів вузлових точок
- 2.8 Тепловий розрахунок і вибір основного і допоміжного обладнання холодильної установки

**КВ 05. 022. 000 ДП ПЗ**

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		Поголін К.			Розробка системи вентиляції і кондиціонування повітря спортивного центру площею на 250 відвідувачів, м. Суми	Лит.	Лист	Листов
Пров.		Рекеда Ю.						
Н.контр. УТВ.		Волянська Беркань				ВСП «ОТФК ОНТУ», 2022		

### 3. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

3.1 Монтаж, ремонт, обслуговування системи кондиціонування і вентиляції повітря.

3.2 Автоматизація системи кондиціонування і вентиляції повітря.

### 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Вихідні дані .....

4.2 Розрахунок капітальних вкладень.....

4.3 Розрахунок цехових витрат.....

4.4 Розрахунок собівартості одиниці холоду.....

4.5 Основні техніко-економічні показники.....

### 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 6 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Погодін

**КВ 05.022.000 ДП ПЗ**

Лист

## В С Т У П

Фітнесом можна назвати тренування, яке складається з аеробних вправ і вправ із гирями, а також відповідної дієти. Сидячи за столом, ми не змінимо власного тіла, тому варто піти в найближчий фітнес-клуб або спортзал і почати змінюватися. З англійської можна перекласти його як «фізична підготовка», «хороша форма». Це стиль життя, в якому гармонійно поєднуються здорове харчування та фізична активність. Методи, розроблені професійними спортсменами, сьогодні використовуються у фітнес-клубах.

Заняття спортом на сьогоднішній день є актуальними для багатьох людей. Сьогодні для цього створені всі умови - є великий вибір як самих занять певного роду, так і місця їх проведення.

Вибираючи фітнес-центр, ми звертаємо увагу не тільки на його репутацію, але перш за все на комфортні умови, створені для відвідувачів. Під час фізичних тренувань нам важливо дихати чистим повітрям, насиченим киснем, а не видихається вуглекислим газом і випарами поту. Від цього залежить не тільки результативність тренувань, але в першу чергу самопочуття і здоров'я людей.

Мікроклімат це основа. Певний температурний режим і необхідну вологість в спортивних залах фітнес-центру, де одночасно займаються часом до кількох десятків людей, якісно підтримують сучасні системи вентиляції. Вони забезпечать стабільний приплив свіжого повітря і ефективно видалять з приміщень забруднене, насичений теплом і вологою повітря.

Потрібно сказати, що кондиціонери не впораються із завданням забезпечити спортивне приміщення чистим повітрям. Для цього краща централізована система вентиляції з рекуперацією тепла і хороша витяжна система.

Правила вибору вентиляції для фітнес-залу  
Залежно від того, якого роду заняття проходять в певному залі - існує різниця в необхідних показниках температури і кратності обміну повітряних мас. Крім того, при виборі вентиляції слід звернути увагу на:

- Площу приміщення;
- Кількість людей, які проходять заняття в один і той же час;
- Тип і різновид фізичних занять;

Попл. и дата	
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Попл. и дата	
Инд. № подл.	

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05.022.000 ДП ПЗ**

Лист

- Тип і різновид фізичних занять.

В основному для приміщень, в яких проводяться групові заняття спортом, рекомендується установка каналної системи вентиляції. Така вентиляція, яка використовує загальний обмін повітряних мас, є досить ефективною для приміщення, в якому проходять групові заняття, оскільки вона дозволяє найбільш швидко вивести забруднене повітря з приміщення, при цьому рівномірно розподіливши нові припливні повітряні маси.

Крім того, якщо в такій системі використовувати рекуператор - можна додатково заощадити на споживанні енергії.

Незалежно від того, який саме тип вентиляції буде підібраний для конкретного приміщення, виходячи із зазначених вище параметрів - самим основним і обов'язковою вимогою для фітнес-залу є підтримання температури повітря в приміщенні на необхідному рівні, який не впливатиме на самопочуття людей, які беруть участь в заняттях.

Якщо вдаватися до природної вентиляції фітнес-залу - можна використовувати її тільки у вільний від занять час, фактично навіть при закритті залу, оскільки природна вентиляція може провокувати появу протягів, які не є прийнятними під час занять. І починати заняття коштує при оптимальній температурі - в більш холодну пору використання природної вентиляції може привести до перепадів температури всередині приміщення.

У наступній таблиці вказані дані щодо правил та вимог щодо вентиляції приміщень, які використовуються для певного роду фізичних занять, а також суміжних з ними приміщень, які входять в структуру спортивного комплексу.

#### Правила вентиляції приміщень спортивного комплексу

Тип приміщення	Номинальний показник температури в приміщенні, °С	Кратність вентиляції повітря в приміщенні за 1 годину	
		На приток	На витяжку
Спортзал для занять, без розміщення глядацьких місць (за винятком залів для занять художньою гімнастикою)	15	Мінімум 80 м <sup>3</sup> /год поступаючого повітря з розрахунку на одну людину в залі	
Зал для занять художньою гімнастикою	18	Мінімум 80 м <sup>3</sup> /год поступаючого повітря з розрахунку на одну людину в залі	
Зал для занять хореографією	18	Мінімум 80 м <sup>3</sup> /год поступаючого повітря з розрахунку на одну людину в залі	

Підп. и дата	
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инд. № подл.	

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05.022.000 ДП ПЗ**

Лист

Зал для індивідуальних занять силовими тренуваннями	16	2	3
Зали для індивідуальних занять з акробатичним напрямком	16	2	3
Зал для розминки перед змаганням	16	2	3
Гардероб для зберігання верхнього одягу	16	–	2
Роздягальні (з урахуванням також роздягалень, розміщених при масажних приміщеннях)	25	За розрахунком, щодо балансу з урахуванням витяжки із душових кімнат	2 (з урахуванням організації витяжки через душові кімнати)
Душові кімнати	25	5	10
Санвузли	20	–	50 м <sup>3</sup> /год з розрахунку на 1 унітаз або пісуар
Кімнати для вмивання при санвузлах	16	–	3 (з урахуванням проведення витяжки через санвузли)
Кімнати для заощадження інвентарю (господарського і спортивного)	16	–	2
Масажні кімнати	22	4	5
Приміщення для сушіння спортивного одягу та спорядження	22	2	3
Баня з використанням сухого жару	110 (регулюється за допомогою автономного джерела енергії)	–	5 (за умови періодичної роботи в період відсутності відвідувачів)
Зал для проведення інструктажів, методичні	18	3	2
Приміщення для відпочинку відвідувачів залу	18	3	2
Приміщення для інструкторів та тренерів	18	3	2
Кімната розміщення адміністрації	18	3	2
Приміщення технічно-господарського відділу	18	3	2

Підп. и дата	
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инд. № подл.	

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05.022.000 ДП ПЗ**

Лист

Приміщення для охоронців та інших працівників робочого складу	18	2	3
Пожежний пост	18	–	2

В залах, де використовується система опалення повітряного типу, допускається використання рециркуляції повітряних потоків.

Крім того, щодо встановлених норм, в залах для проведення індивідуальної розминки, а також в основних залах для проведення занять, і в залах роботи з художньої гімнастики в нічний час доби, необхідно забезпечити зниження показника температури до 5 ° С. При цьому варто враховувати, що до настання часу початку роботи, температура знову повинна відновитися до необхідного показника.

Рекомендований постійний (незалежно від погодних умов і пори року) рівень відносної вологості повітря в залах для занять повинен знаходитися в межах від 30 до 60% (або мінімум 45% в приміщеннях з дерев'яною конструкцією, при максимальному показнику температури 35°С).

У кожному разі, також, при виборі, проектуванні та установці системи вентиляції для залів занять фітнесом і суміжних з ними приміщень, варто забезпечити захист важливих елементів від попадання вологи, а саму систему додатково оснастити пристроями ізоляції від шуму, для забезпечення комфорту перебування персоналу і відвідувачів при заняттях.

Найбільш оптимальний варіант для конкретного фітнес-залу, або комплексу, завжди підбирається фахівцями із застосуванням розрахунків за технічними та економічними показниками.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Погодін				КВ 05.022.000 ДП ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.			

# 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

## 1.1. Вихідні дані. Характеристика комфортного стану повітря.

Призначення - спортивний центр

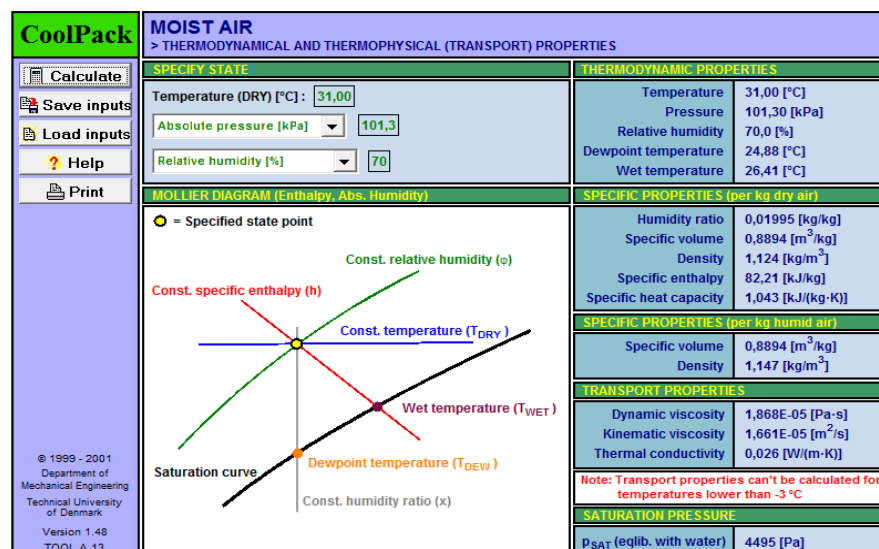
Кількість відвідувачів - 250

Вентиляція із системою кондиціонування й однією рециркуляцією.

Підготовка повітря в залі й допоміжних приміщеннях

Будівля спортивного центру двоповерхова, висота – 3,2 м.

Місто	Географічна широта, град.	Розрахункова температура, °C			Відносна волог., %	
		середньорічна	літня	зимова	літня	зимова
Суми	49,5	6,0	31	-24	70	86



Мал.1.1 Параметри зовнішнього повітря для умов міста Суми

Характеристики, що визначають комфортне повітря:

швидкість повітря

комфортний рівень 0,1 - 0,15 м/с

відчувається як протяг 0,35 м/с

не відчувається менше 0,08 м/с

температура повітря від 22,5 ÷ 25,5 °C

відносна вологість повітря від 40% до 60%

Поп. и дата	
Инь. № дубл.	
Взам. инв. №	
Поп. и дата	
Инь. № подл.	

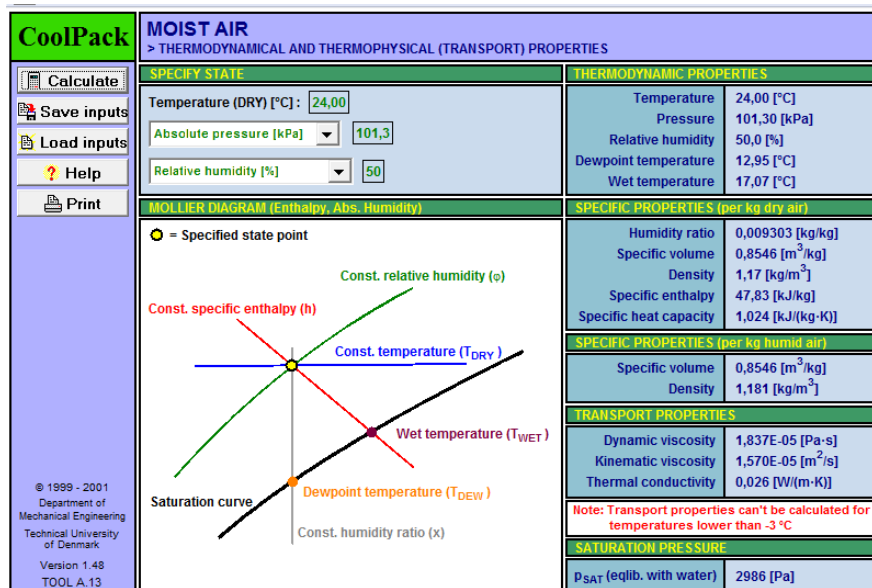
		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.022.000 ДП ПЗ

Лист

швидкість зміни температури повітря  
не повинна перевищувати 2,2 °C/годину,  
відносної вологості - 20 %/годину

$W_{л} = 0.0000775$  кг/с - вологовиділення від однієї людини;



Мал. 1.2 Параметри внутрішнього повітря

Під системами кондиціонування повітря (СКП) розуміють пристрій, призначений для створення й автоматичної підтримки в приміщеннях необхідних параметрів (кондицій) повітряного середовища (температури, вологості, тиску, чистоти складу й швидкості руху) не залежно від зовнішніх (пори року, погоди) і внутрішніх (тепло-, волого - та газовиток) факторів.

Основою систем кондиціонування повітря є секції, у яких здійснюються очищення й тепловологісна обробка повітря, що подається в обслуговують приміщення, що, відповідно до технологічних або санітарно-гігієнічних норм.

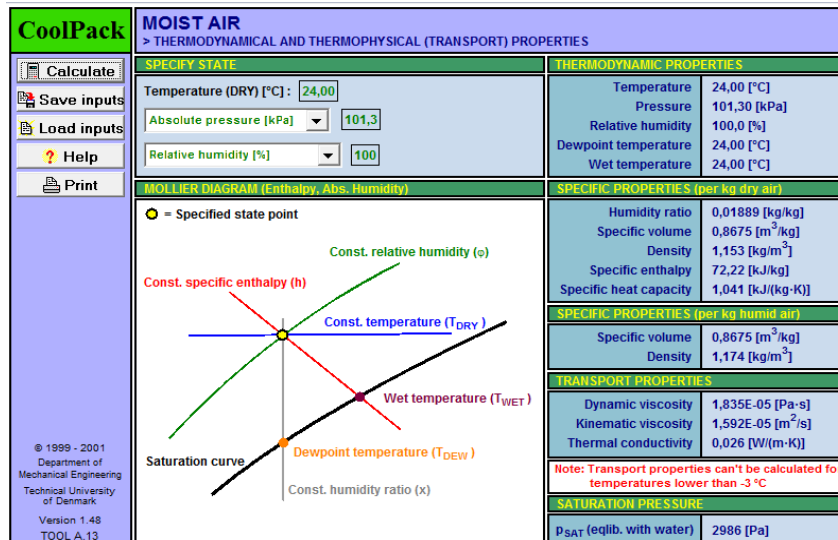
Для підтримки заданого температурного режиму в приміщеннях застосовується система кондиціонування з підігрівом повітря, охолодженням його з одночасним осушенням за допомогою охолодженої води, що готується в кожухотрубному випарнику хладонової холодильної установки одноступінчастого стиску.

Підп. и дата	
Инь. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инь. № подл.	

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05. 022. 000 ДП ПЗ

Лист



Мал. 1.3 Параметри приточного повітря

Схема подачі - безнасосна, з нижньою подачею R-134a у випарник.

До складу СКП входять пристрої, що здійснюють необхідну обробку повітря (фільтрацію, охолодження, підігрів, осушення, зволоження), транспортування його, роздачу в обслуговувані приміщення, джерела тепло- і холодопостачання, засоби автоматичного регулювання, контролю й керування, а також допоміжне устаткування.

Основне устаткування для обробки й переміщення повітря, як правило, компонується в одному агрегаті - кондиціонері. У різних СКП, крім того, застосовується допоміжне устаткування: місцеві підігрівники, ежекційні й вентиляторні кондиціонери-довідники, глушители аеродинамічного шуму.

Подача повітря в приміщення за одиницю часу для розведення в ньому шкідливих виділень до гранично припустимих концентрацій, називається повітрообміном. 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 загально обмінній вентиляції повинен вироблятися для трьох періодів року: теплого, холодного й перехідного. За розрахунковий повітрообмін приймається найбільша кількість повітря, отримана по трьох періодах. По розрахунковому повітрообміні вибирають вентиляційне устаткування (вентилятори, калорифери, фільтри). Продуктивність систем місцевої витяжної вентиляції визначається технологічними й санітарними вимогами й не залежить від пори року.

Попл. и дата	
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Попл. и дата	
Инд. № подл.	

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.022.000 ДП ПЗ

Лист

Якщо в приміщеннях виділяються пари й газу, які можуть утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші, то необхідно перевіряти розрахунок повітрообміну. Концентрація цих пар і газів у повітрі приміщень не повинна перевищувати 5% нижньої межі вибуху (НМВ) при параметрах зовнішнього повітря, прийнятих у розрахунок системи вентиляції.

## 1.2 Технічна характеристика і техніко-економічне обґрунтування об'єкта завдання

Об'єкт представляє собою одноповерхову будівлю сучасної споруди, яка складається з спортивної зали, фітнес-бару та адміністративно-господарських приміщень. Система кондиціонування даного об'єкту носить комфортний характер.

Системи кондиціонування повітря комфортного призначення розраховуються на підтримку параметрів повітря, оптимальних для самопочуття людей. Параметри визначаються умовами тепло- та волого обміну, які в свою чергу залежать від конституції людини, стану її здоров'я, характеру роботи, яку він виконує, нервового напруження, одягу, а також від температури, вологості та швидкості руху навколишнього повітря.

Основними елементами центрального кондиціонера є:

1. Камера підготовки зовнішнього повітря яка складається з:
  - а) повітрозабірних решіток;
  - б) камери обслуговування повітрозабору;
  - в) камери фільтрів, що встановлюються при особливих вимогах до очищення зовнішнього повітря від пилу;
  - г) камери обслуговування фільтрів;
  - д) секції калориферів першого підігріву, що встановлюються в залежності від кліматичних умов в кількості однієї, двох або трьох ступенів, розташованих послідовно по повітрю;
  - е) стулкових клапанів перед калориферами і в обхідних каналах літнього та зимового періодів;
  - ж) проміжної камери з утепленням клапаном для літнього обхідного каналу, яка встановлюється між першим ступенем калориферів і стулковими клапанами;
2. Перша камера змішання зовнішнього повітря з рециркуляційним повітрям, що поступає з рециркуляційного каналу.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

		Погодін			<b>КВ 05.022.000 ДП ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

3. Промивна камера з піддоном, що служить для зволоження повітря в зимовий період і для охолодження і осушення його в літній період; в промивній камері встановлюються вхідний і вихідний крапле вловлювачі і колектори з форсунками; в піддоні знаходиться фільтр для води.
4. Друга камера змішання повітря, обробленого в промивній камері, з повітрям, що рециркулюється поступає з обхідного каналу.
5. Стулчасті клапани, встановлені в рециркуляційному і в обхідному каналах.
6. Камера фільтрів, що служить для очищення припливного повітря від пилу.
7. Стулчасті клапани перед калориферами другого підігріву і в обхідному каналі над ними.
8. Одна або дві секції калориферів другого підігріву.
9. Колектор вентилятора.
10. Відцентровий вентилятор з електродвигуном, клиноремінною передачею і пусковим стулчастим клапаном.

Калорифери першого підігріву в кожній камері забезпечують підігрів зовнішнього повітря для зовнішніх розрахункових температур не нижче – 35 °С.

Залежно від необхідної різниці температур повітря після і до калориферів першого підігріву встановлюються три, дві або одна секція калориферів.

Повітрозбірники. При обробці системи кондиціонування повітря отвори, що встановлюються в отворі для входу зовнішнього повітря, повністю відкриваються. При перервах в роботі дверцята повинні бути щільно закриті за допомогою спеціальних затворів щоб уникнути заморожування калориферів в зимову пору року.

Доцільно пристрій світловий або звуковий сигналізації, що вказує на необхідність закриття дверцят при зупинці вентилятора.

Камера обслуговування повітрозабора і проміжна камера призначені для забезпечення доступу обслуговуючого персоналу до дверцят повітрозабору і до поворотним теплим клапанів, що встановлюються в каналі літнього періоду. Останній служить для пропуску збільшеної кількості зовнішнього повітря в літній і перехідний час року. При установці тільки одного ступеня калориферів першого підігріву проміжна камера не встановлюється. У цьому випадку канал літнього періоду закривається щитами з першої камери змішання. У камерах обслуговування повітрозабору встановлюються датчики, що реагують на зміну температури зовнішнього повітря.

Підп. и дата	
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инд. № подл.	

		Погодін			<b>КВ 05.022.000 ДП ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

При розробці типових кондиціонерів передбачалося використання для нагрівання зовнішнього повітря пластинчастих калориферів . В даний час слід застосовувати нові марки пластинчастих калориферів і, зокрема, при теплоносії гарячій воді - багатоходові пластинчасті калорифери.

У першій камері змішання відбувається змішання зовнішнього повітря з тим, що рециркулюється. На лицьовій стінці камери є двері, обхідні для доступу обслуговуючого персоналу всередину камери. До верхньої частини камери приєднується на фланцях канал рециркулюємого повітря.

Зволоження повітря взимку і охолодження влітку здійснюється в промивної камері.

У другій камері змішання повітря, оброблений в промивної камері, змішується з повітрям, що рециркулюється. У цій камері при регулюванні температури повітря, що виходить з промивної камери, за методом точки роси встановлюються температурні датчики. Другі камери змішання, крім свого основного призначення використовуються також для обслуговування фільтрів. До верхньої частини камер приєднується на фланцях обхідний канал для рециркулюємого повітря. На лицьових стінках є двері.

Для очищення повітря від пилу в кондиціонерах рекомендуються до застосування масляні або паперові касетні (осередкові) фільтри, що встановлюються в спеціальних камерах, що є однією із секцій кожного агрегату. Розташування осередків фільтрів вертикальне, а для масляних фільтрів - зигзагообразне в плані.

При очищенні тільки зовнішнього повітря камера фільтрів встановлюється: у разі застосування масляних фільтрів - між калориферами першого підігріву і першою камерою змішання, в разі застосування паперових фільтрів - між камерою обслуговування повітрязабору і камерою обслуговування фільтрів.

Камери масляних фільтрів можуть встановлюватися для очищення всього обсягу повітря, що подається кондиціонерами. У цьому випадку канал літнього періоду закривається утепленими щитами з першої камери змішання. У камерах обслуговування встановлюються датчики, що реагують на зміну температури зовнішнього повітря.

Габарити паперових фільтрів не дозволяють застосувати таку ж компоновку, тому камера фільтрів повинна встановлюватися окремо від кондиціонера.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05. 022. 000 ДП ПЗ**

Лист

Калорифери другого підігріву встановлюються після камери фільтрів і служать для нагріву повітря, що надходить з камери змішування. Залежно від необхідної температури припливного повітря можуть бути встановлені одна або дві ступені калориферів. Установка двох ступенів може застосовуватися в тому випадку, коли система в зимову пору року здійснює функції повітряного опалення та повинна повністю відшкодовувати теплові втрати приміщення, що обслуговується.

Для регулювання кількості і розподілу повітря на окремих стадіях його обробки встановлюються стулчасті клапани.

Здвоєний стулковий клапан калориферів першого підігріву, що встановлюється перед останньою по ходу повітря щаблем калориферів, має дві групи стулок: верхню групу - в обході калориферів і нижню - перед калорифером. Обидві групи стулок мають загальний привід, що дозволяє встановлювати їх у взаємно зворотних положеннях - одна група закривається, а інша відкривається.

Для підтримки постійним кількості зовнішнього повітря в разі зміни кількості повітря, що надходить в промивну камеру, за клапаном обхідного каналу зимового періоду повинен бути встановлений одно - або двостулковий додатковий клапан. Цей клапан повинен мати окремий, привід з виконуючим механізмом.

Стулковий клапан каналу літнього періоду призначений для регулювання збільшеної кількості зовнішнього повітря в літній і перехідний періоди. Цей клапан має самостійний привід і монтується в одній загальній рамі зі здвоєним стулчастим клапаном калориферів першого підігріву.

Здвоєний стулковий клапан калориферів другого підігріву встановлюється перед калориферами другого підігріву і за своїм устроєм подібний клапану калориферів першого підігріву.

Стулковий клапан обхідного каналу повітря, що ре циркулює ться має дві групи стулок, що встановлюються під кутом 90 °. Одна група стулок розташовується в відгалуженні канали, що служить для подачі повітря, що рециркулює в обхід промивної камери, інша - в відгалуженні канали для пропуску рециркулюємого повітря через промивну камеру. Кожна група приводиться в дію окремим виконавчим механізмом.

Стулковий клапан вентилятора встановлюється за вихлопним отвором вентилятора. Цей клапан призначений для закриття вихлопного отвору вентилятора в момент пуску. Крім того, клапан може бути використаний для

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05.022.000 ДП ПЗ**

Лист

регулювання загальної кількості що подається в приміщення повітря або вручну, або автоматично при наявності регулятора витрати або тиску. У разі застосування вентиляторів з напрямних апаратом необхідність в установці цього клапана відпадає.

Стулкові клапани калориферів і каналу реціркуліруемого повітря забезпечені регулювальними пристроями на приводі, що дозволяють встановлювати різний початковий кут відкриття стулків для зрівнювання опорі обходу і калориферів.

Промивна камера має два ряди форсунок з напрямком розпилення води назустріч руху повітря. Камера збирається з окремих елементів - бічних стінок, кришок, люка, піддону, колекторів тощо. На лицьовій стінці монтується вікно-люк з розмірами лазу в світлі 400 X 500 мм. До стельового листу камери кріпиться герметичний світильник з плафоном.

Піддон промивної камери зварюється з листового заліза і з'єднується фланцями з каркасом. Для запобігання виносу водяних крапель на вході повітря в камеру і на виході його з камери встановлюються крапле вловлювачі.

До піддону промивної камери приєднуються наступні трубопроводи:

- а) подають труби, що приєднуються до фланців двох горизонтальних колекторів, встановлених в піддоні;
- б) поворотна труба (до насоса);
- в) переливна труба (в бак);
- г) водопровідна труба з кульовим краном;
- д) спускна труба.

Дно піддона має ухил до спускний трубі. У піддоні, в місці приєднання поворотної труби, встановлюються сітчасті фільтри для води. До двох горизонтальних колекторів в піддоні приєднуються вертикальні колектори з форсунками.

Вибір фреону R-134a як холодильний агент обумовлений гарними термодинамічними властивостями, його високої об'ємної холодопродуктивності й відносною екологічною безпекою. R-134a ставиться до групи перехідних фреонів, використання яких не регламентовано.

Проектом передбачена хладонова холодильна машина одноступін частого стиску. До складу машини входять: компресорний агрегат з конденсатором повітряного охолодження, кожухотрубний випарник, ресивер,

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Погодін					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

**КВ 05.022.000 ДП ПЗ**

фільтр-осушувач, регенеративний теплообмінник, щити арматурний і керування, терморегулювальні вентиляції. Головне навантаження на холодильну установку складаються із суми теплоприпливів: через конструкції, що обгороджують, від людей і технологічного устаткування, теплоприпливів при експлуатації.

Економічні розрахунки підтверджують економічну ефективність системи кондиціонування повітря для фітнес-центру. Високі економічні показники ефективності є результатом науково-обґрунтованого проектування з підбором високопродуктивного та високотехнологічного обладнання з економічними характеристиками.

Отже, проект СКП для спортивного центру можна вважати доцільним та економічно вигідним.

Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инов. № дубл.	Подп. и дата

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05.022.000 ДП ПЗ**

Лист

## 2 РОЗРАХУНКОВО - КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 2.1 Розрахункові дані

#### Визначення теплоприпливів через огорожуючі конструкції

Стіни виготовлені з цегли ( $\delta_{кр} = 250\text{мм}$ ), вкритої цементною штукатуркою ( $\delta_{шт} = 45\text{ мм}$ ), пінополіуретан ( $\delta_{ут} = 150\text{ мм}$ ).

Коефіцієнти теплопровідності матеріалів:

штукатурка  $\lambda = 0,76\text{ Вт}/(\text{мК})$ ;

цегла  $\lambda = 0,58\text{ Вт}/(\text{мК})$ ;

пінополіуретан  $\lambda = 0,05\text{ Вт}/(\text{мК})$ .

Тоді для стіни зовнішньої коефіцієнт теплопередачі розраховуємо за формулою:

$$\kappa_{ст} = \left( \frac{1}{\alpha_{вн}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_n} \right)^{-1}, \text{Вт}/(\text{м}^2\text{К}) \quad (2.1)$$

$$\kappa_{ст} = \left( \frac{1}{8} + \frac{0.045}{0.76} + \frac{0.25}{0.58} + \frac{0.15}{0.05} + \frac{1}{23} \right)^{-1}, = 0,27\text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$$

де  $\alpha_{вн} = 8\text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$  – коефіцієнт тепловіддачі від внутрішньої поверхні стіни до повітря в приміщенні;

$\delta_i$  та  $\lambda_i$  - товщина та теплопровідність і-го шару огороження;

$\alpha_n = 23\text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$  – коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні стіни.

Перекрыття зроблено з наступних матеріалів:

залізобетонна плита:  $\delta = 160\text{ мм}$ ;  $\lambda = 2,04\text{ Вт}/(\text{мК})$ ;

пінополіуретан:  $\delta = 150\text{мм}$ ;  $\lambda = 0,05\text{ Вт}/(\text{мК})$ ;

цементно- пісчана стяжка:  $\delta = 20\text{ мм}$ ;  $\lambda = 0.93\text{ Вт}/(\text{мК})$ ;

руберойдовий килим:  $\delta = 10\text{мм}$ ;  $\lambda = 0,17\text{ Вт}/(\text{мК})$ .

Тоді, для перекрыття коефіцієнт теплопередачі буде дорівнювати:

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Погодін				<b>КВ 05. 022. 000 ДП ПЗ</b>		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.			

$$\kappa_{пер} = \left( \frac{1}{\alpha_{вн}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{н}} \right)^{-1}, \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К}) \quad (2.2)$$

$$\kappa_{пер} = \left( \frac{1}{8} + \frac{0.16}{2.04} + \frac{0.15}{0.05} + \frac{0.02}{0.93} + \frac{0.01}{0.17} + \frac{1}{23} \right)^{-1}, = 0,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К}).$$

Тоді для стін внутрішніх коефіцієнт теплопередачі розраховуємо за формулою:

$$\kappa_{ст} = \left( \frac{1}{\alpha_{вн}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{вн}} \right)^{-1}, \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К}) \quad (2.3)$$

$$\kappa_{ст} = \left( \frac{1}{8} + \frac{0.03}{0.76} + \frac{0.12}{0.7} + \frac{0.1}{0.05} + \frac{1}{8} \right)^{-1}, = 0,41 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$$

Таблиця 2.1 Характеристика огорожуючих конструкцій приміщення

№	Конструкція і матеріал	Щільність $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Товщина $\delta$ , м	Коефіцієнти			
				Питома теплопровідність $\lambda$ , Вт/(мК)	Теплозасвоєння, S, Вт/(м <sup>2</sup> К)	Термічний опір, R, (м <sup>2</sup> К/Вт)	Теплова інерція $\Sigma D$
1	Вікна-подвійне скління з твердим селективним покриттям в роздільних плетіннях				0.45		
2	Зовнішня стіна						
	Штукатурка цем. пісч.	1800	0.045	0.76	9.6	0.059	0.56
	цегла	1400	0.25	0.58	7,56	0.43	3,25
	Пінополіуретан	80	0.15	0.05	0.67	3	2.01
3	Перекрыття						
	з/б плита	2500	0.16	2.04	18	0.078	1.4
	Пінополіуретан	80	0.15	0.05	0,67	3	2.01
	цем.пісч. шар	1800	0.02	0.93	9.6	0.021	0.2
	рубер. Килим	600	0.01	0.17	3.53	0.058	0.2
4	Внутрішні перегородки						

Підп. и дата	
Инь. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инь. № подл.	

Погодін			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
			Дата

**КВ 05. 022. 000 ДП ПЗ**

Лист

Пінополіур.	80	0.1	0.05	0.67	2	1.34
цегла	1500	0.12	0.7	8.6	0.17	1.46
Штукатурка цем. пісч.	1800	0.03	0.76	9.6	0.04	0.38

$$Q_1 = k_d \cdot F \cdot (t_z - t_{вн}), \text{ кВт} \quad (2.4)$$

$$Q_{1c} = Q_{1c}^{\text{огородж}} + Q_{1c}^{\text{вікна}} \quad (2.5)$$

$$Q_{1c}^{\text{огородж}} = k_d \cdot F \cdot \Delta t_c \quad (2.6)$$

$$Q_{1c}^{\text{вікна}} = Q_{\text{вікна}} \cdot F \cdot \tau \quad (2.7)$$

Для західної цегляної стіни  $\Delta t_c = 13,2 \text{ С}$ , покриття –  $\Delta t_c = 17,7 \text{ С}$ ,

Будівля двоповерхова, розміри будівлі 40 х 25 м, висота поверхів -3,2 метри, площа вікон на південній і західній стіни складають 50 відсотків

Розрахунки зводимо до таблиці

Таблиця 2.2

Огороження	К д Вт/м <sup>2</sup> К	F м <sup>2</sup>	t н С	t в С	$\theta$ С	Q 1т кВт	t <sub>c</sub> С	Q 1с кВт	Q 1 кВт
СтЗовнішня Зх	0,27	80	31	24	7	0,151	13,2	0,285	0,436
СтЗовнішня Пд	0,27	128	31	24	7	0,242	9,1	0,314	0,556
покриття	0,3	1000	31	24	7	2,100	17,7	5,31	7,410
вікна									56,700
									64,110

Розрахунок теплоприпливів крізь п вікна

зона	Qвікн Вт/м <sup>2</sup>	F зони м <sup>2</sup>	$\tau$	Qвікна кВт
Західні	300	86	0,9	23,22
Південні	300	124	0,9	33,48

56,7

Підп. и дата	
Инь. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инь. № подл.	

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05. 022. 000 ДП ПЗ**

Лист

## Розрахунок теплових виділень від різних джерел

### Тепловиділення від людей

$$Q_{пов}^л = n_{люд} \cdot q_{пов} \text{ Вт ;} \quad (2.8)$$

$n_{люд} = 250$  чел.; – кількість людей одночасно перебувають у приміщенні;

Приймаємо роботу середньої важкості, тоді

$$Q_{пов} = 250 \cdot 108 = 27000 \text{ Вт} = 27 \text{ кВт}$$

### Тепловиділення від штучного освітлення

$$Q_{осв} = q_{осв} \cdot F_{пол} \cdot z, \text{ Вт} \quad (2.9)$$

$q_{осв}$  – тепловиділення від висвітлення на  $1\text{ м}^2$  площі підлоги;

$F_{пол}$  – площа підлоги;

$$Z = 1$$

$$Q_{осв} = 1,5 \times (1000 \times 2) \times 1 = 3000 \text{ Вт} = 3,0 \text{ кВт}$$

### Надходження теплоти від обладнання

Приймаємо по 10 велодоріжок на кожному поверсі потужністю 0,25 кВт, 2 солярію потужністю 3,0 кВт

$$Q_{обл} = N_{обл} \cdot n = 1000 \text{ Вт} \quad (2.10)$$

$$Q_{обл} = 20 \cdot 0,25 + 2 \cdot 3,0 = 11 \text{ кВт}$$

### Теплоприплив з повітрям, що вентилюється

$$Q_{вент} = V \cdot n \cdot \rho \cdot c \cdot (t_3 - t_{вн}) / 3600, \text{ кВт}$$

$$Q_{вент} = 40 \cdot 250 \cdot 1,29 \cdot 1,012 \cdot (31 - 24) / 3600 = 25,38 \text{ кВт}$$

Явний теплоприплив в приміщення:

$$Q_{явн} = 64110 + 27000 + 3000 + 11000 + 25380 = 130490 \text{ Вт} = 130,5 \text{ кВт}$$

## Розрахунок вологовиділень

### Вологовиділення від людей

$$W_l = n \cdot W_{люд}, \text{ кг/с} \quad (2.11)$$

де  $n$  - число людей у приміщенні;

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$W_{л} = 0,00000645$  кг/с - вологовиділення від однієї людини;

$$W_{л} = 250 \cdot 6,45 \cdot 10^{-6} = 0,0161 \text{ кг/с}$$

Вологовиділення від вологого прибирання:

$$W_{вол.пр.} = \sigma F_n (d_g'' - d_g) \cdot 0.1, \text{ кг/с} \quad (2.12)$$

де  $\sigma$  - коефіцієнт вологообміну, кг/(м<sup>2</sup>·с)

$$\sigma = \frac{\alpha}{c_p^в} = \frac{\alpha}{c_p^{с.в.} + c_p^п \cdot d_{ср}}, \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}$$

$$\sigma = \frac{8,7}{1,006 \cdot 10^3 + 1,86 \cdot 14,1} = 8,4 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{с}}$$

де  $c_p$  – ізобарна теплоємність, [кДж/кг·К];

$d_g, d_g''$  - вологовміст повітря при заданій відносній вологості і на лінії насичення

$$W_{вол.пр.} = 0,0084 \cdot 1000 \cdot (18,9 - 9,3) \cdot 10^{-3} \cdot 0,1 = 0,00806 \text{ кг/с}$$

Сумарні вологовиділення в приміщення:

$$W_{нов} = W_{л} + W_{вол.пр.}, \text{ кг/с} \quad (2.13)$$

$$W_{нов} = 0,082 + 0,0059 = 0,00982 \text{ кг/с}$$

$$W_{пов} = 0,0161 + 0,00806 = 0,0242 \text{ кг/с}$$

Визначаємо тепловологісну характеристику:

$$\varepsilon = \frac{Q_{нов}}{W_{нов}}, \text{ кДж/кг} \quad (2.14)$$

$$\varepsilon = \frac{Q_{пов}}{W_{пов}} = \frac{\Sigma Q_{явн}}{W_{пов}} + r$$

$$\varepsilon = 130,5/0,0242 + 2500 = 7893 \text{ кДж/кг}$$

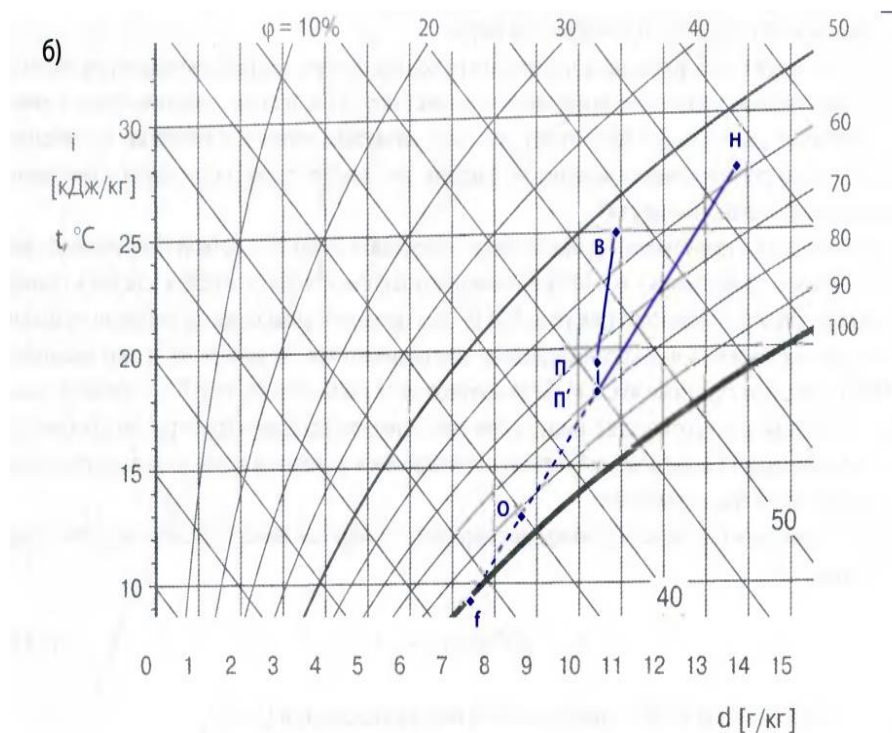
Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата
Инд. № подл.	Подп. и дата

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05. 022. 000 ДП ПЗ**

Лист

## 2.2 Побудова в $d, h$ – діаграмі тепло-вологісного процесу обробки повітря по прямо токовій схемі



Мал. 2.1 цикл прямої СКВ в  $hd$ -діаграмі волого повітря

ОН - Процес обробки повітря в зрошувальній камері ЦК

f- температура вологого повітря граничного шару

П/- точка змішування зовнішнього повітря і повітря зі зрошувальної камери

ПП/ - Процес переміщення волого повітря приточним вентилятором

П'В – Процес зміни стану повітря в приміщенні спортивного клубу

## 2.3 Розрахунок загальної витрати повітря, розрахунок витрати припливного повітря

Масова витрата повітря:

По балансу загальної теплоти:

Підп. и дата	
Индв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Индв. № подл.	

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.022.000 ДП ПЗ

Лист

$$G_1 = \frac{Q_{пов}}{h_g - h_n}, \text{ кг/с;} \quad (2.15)$$

де  $h_b = 47,83$  кДж/кг- ентальпія повітря приміщенні;

$h_n = 40$  кДж/кг- ентальпія припливного повітря;

$$G_1 = \frac{130,5}{47,83 - 40} = 16,7 \text{ кг/с}$$

По балансі явної теплоти:

$$G_2 = \frac{Q_{явн}}{c_p \Delta t_p}, \text{ кг/с} \quad (2.16)$$

Приймаємо  $\Delta t_p = 5^\circ\text{C}$ .

$$c_p = 1.006 + 1.86 \cdot d, \text{ кДж} \quad (2.17)$$

$$c_p = 1,006 + 1,86 \cdot 12 \cdot 10^{-3} = 1,0227 \text{ кДж}$$

$$G_2 = 85,4 / (1,0227 \cdot 5) = 16,7 \text{ кг/с}$$

По балансі вологи:

$$G_3 = \frac{W_{пов}}{d_g - d_n}, \text{ кг/с} \quad (2.18)$$

де  $d_b$  - вологовміст повітря в приміщенні, кг/кг<sub>св</sub>;

$d_n$  – вологовміст припливного повітря, кг/кг<sub>св</sub>;

$$G_3 = \frac{0.0161}{18.9 - 9.3} = 16,7 \text{ кг/с}$$

Приймаємо  $G_T = 16,7$  кг/с

Корисний об'єм повітря для систем визначається по формулі:

$$L = G \cdot 3600 / \rho, \quad (2.19)$$

де  $\rho = 1,2$  кг/ м<sup>3</sup> - щільність повітря.

Для системи корисна об'ємна витрата повітря буде рівна:

$$L_1 = 16,7 \cdot 3600 / 1,2 = 50100 \text{ м}^3/\text{ч}$$

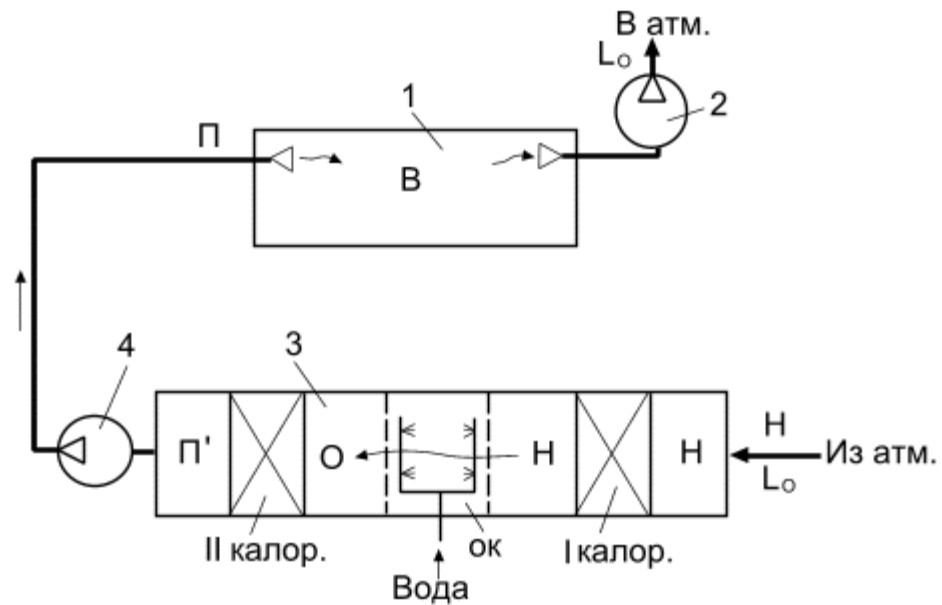
Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата
Инд. № подл.	Подп. и дата

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05. 022. 000 ДП ПЗ**

Лист

## 2.4 Схема прямоточної системи кондиціювання повітря



Мал. 2.2 а) схема, б) цикл

- 1 - приміщення з параметрами внутрішнього повітря
- 2 - витяжний вентилятор
- 3 - адиабатична камера зрошення
- 4 - приточний вентилятор

## 2.5 Вибір обладнання системи кондиціювання та вентиляції повітря

Мережа повітроводів в спортивній залі ділиться на три рівні та паралельні гілки.

З врахуванням втрат із-за нещільності в системі розподілення повітря устаткування підбираємо по наступних об'ємних витратах:

$$L_1^n = 1.05 \cdot L_1, \text{ м}^3 / \text{год} \quad (2.20)$$

Инь. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инь. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Для ділянки №1 повітроводу магістрального знаходимо витрату повітря

$$L_{\text{УЧАСТОК}\#1} = \frac{L_1''}{3} = 50100/3 = 10020 \text{ м}^3/\text{с}$$

(2.21)

Потім цю витрату ділимо на кількість повітророзподілювачів.

$$L = \frac{L}{8} = \frac{10020}{8} = 1252,5 \text{ м}^3/\text{с}$$

Задаємо швидкістю повітря  $v=5 \text{ м/с}$

Знаходимо діаметр повітроводу:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot 3600}} = (4 \cdot L / 3600 \cdot v)^{0,5} \quad (2.22)$$

$$d = \sqrt{\left(4 \frac{L}{(3600 \cdot 3,14 \cdot v)}\right)} = \sqrt{(4 \cdot 1252,5) / (3600 \cdot 3,14 \cdot 5)} = 0,298 \text{ м} = 298 \text{ мм}$$

Приймаємо повітропровід діаметром:  $d=0,300 \text{ м}$

Знайдемо площу перетину:

$$F = (\pi d^2) / 4 \quad (2.23)$$

$$F = (3,14 \cdot 0,3^2) / 4 = 0,07065 \text{ м}^2$$

Уточнимо швидкість у повітропроводі:

$$V_{\text{в. факт.}} = L / (F \cdot 3600) \quad (2.24)$$

$$V_{\text{в. факт.}} = 1252,5 / (0,07065 \cdot 3600) = 4,92 \text{ м/с.}$$

Число Рейнольдса визначаємо по формулі:

$$Re = \frac{v_{\text{в. факт.}} \cdot d_{\text{екв.}}}{\nu} = (4,92 \cdot 0,3) / 0,0000156 = 94702 \quad (2.25)$$

де  $d_{\text{екв}} = d$ ,

$\nu$  - кінематичний коефіцієнт в'язкості, приймаємо рівним

$$\nu = 15,6 \cdot 10^{-6} \left( \frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right).$$

Коефіцієнт опору для розвинуеного турбулентного руху визначається як:

$$\lambda = 0,3164 / Re^{0,25} = 0,3164 / 94702^{0,25} = 0,018 \quad (2.26)$$

Динамічний натиск розрахуємо по формулі:

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05. 022. 000 ДП ПЗ**

Лист

$$\Delta p_{\text{дин.}} = \frac{\rho \cdot v_{\text{в.факт.}}^2}{2} = (1,2 \cdot 5,3^2) / 2 = 16,85 \quad (2.27)$$

Величину параметра R визначимо:

$$R = \frac{\lambda}{d_{\text{екв.}}} \cdot \Delta p_{\text{дин.}} = (0,018 / 0,30) \cdot 16,85 = 1,011 \quad (2.28)$$

Втрати тиску по довжині воздуховодів визначаються:

$$\Delta p_l = R \cdot l = 1,01 \cdot 3 \cdot 1,2 = 3,6 \quad (2.29)$$

Втрати тиску на ділянках в місцях місцевих опорів визначаються:

$$\Delta p_{\xi} = \xi \cdot \Delta p_{\text{дин.}} + \Delta p_{\text{решітки}} = 13,2 \quad (2.30)$$

Коефіцієнти місцевих опорів:

- коліно  $\xi = 0,24$ ;
- конфузор  $\xi = 0,25$ .

Т.ч. втрати на ділянці підсумовуються, і визначається сумарне падіння тиску:

$$\Delta P_{\text{уч.}} = \sum \Delta p_l + \sum \Delta p_{\xi} = 3,6 + 13,2 = 16,8 \quad (2.31)$$

Використовуючи вказівки за розрахунком і практичним вживанням розподільників повітря компанії” Арктос.

З врахуванням початкових даних визначимо типорозмір і вид розподільника повітря для системи П1. Приймаємо розподільник повітря марки **1ДКФ 315**, розміром  $d=0,355$ , у якого площа живого січення дорівнює  $f=0,08 \text{ м}^2$ . При рівні звукової потужності:  $L_A \leq 25 \text{ дБ}$ , далекобійність струменя приточування  $L_{\text{струменя}} = 4,8-11,9 \text{ м}$  в залежності від необхідної швидкості в приміщенні  $v$ =від 0,5-0,2 відповідно.

Падіння повного тиску через який складає:  $\Delta p=17,79 \text{ Па}$ .

Діаметр, мм	1ДКФ	2ДКФ
250	1369	1369
315	1581	1581
355	1753	1753
400	1917	1917

Поп. и дата	
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Поп. и дата	
Инд. № подл.	

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

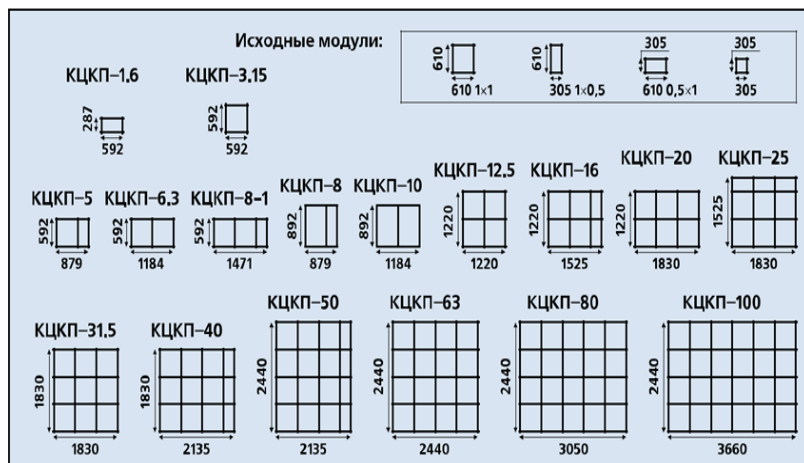
**КВ 05.022.000 ДП ПЗ**

Лист



Мал. 2.3

З каталогів фірми ВЕЗА вибираємо центральний кондиціонер марки  
**КЦКП – 50**



Мал. 2.4 Типорозміри кондиціонерів КЦКП

Таблиця 2.3

Технічні характеристики КЦКП

Кондиціонер	Коефіцієнт адиабатичної ефективності, EA	Расход воды, т/ч	Давление перед форсунками, кг/см <sup>2</sup>	Тип насоса	Мощность, кВт	Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	Напряжение, В	Частота тока, Гц
КЦКП-10	0,65	9,0	0,60	K50-32-125a	2,2	3000	380	50
КЦКП-10	0,85	13,1	1,35	K50-32-125a	2,2	3000	380	50
КЦКП-10	0,95	17,1	2,45	K65-50-160a	5,5	3000	380	50
КЦКП-12.5	0,65	9,0	0,60	K50-32-125a	2,2	3000	380	50
КЦКП-12.5	0,85	13,2	1,38	K50-32-125a	2,2	3000	380	50
КЦКП-12.5	0,95	17,3	2,52	K65-50-160a	5,5	3000	380	50
КЦКП-16	0,65	11,8	0,65	K50-32-125a	2,2	3000	380	50
КЦКП-16	0,85	17,1	1,50	K50-32-125	2,2	3000	380	50
КЦКП-16	0,95	22,5	2,74	K65-50-160	5,5	3000	380	50
КЦКП-20	0,65	15,9	0,67	K50-32-125a	2,2	3000	380	50
КЦКП-20	0,85	23,0	1,53	K65-50-160a	5,5	3000	380	50
КЦКП-20	0,95	30,3	2,80	K65-50-160	5,5	3000	380	50
КЦКП-25	0,65	19,6	0,72	K65-50-160a	5,5	3000	380	50
КЦКП-25	0,85	28,5	1,64	K65-50-160a	5,5	3000	380	50
КЦКП-25	0,95	37,4	2,98	K80-65-160	7,5	3000	380	50
КЦКП-31.5	0,65	29,4	0,72	K65-50-160a	5,5	3000	380	50
КЦКП-31.5	0,85	42,5	1,62	K80-65-160a	7,5	3000	380	50
КЦКП-31.5	0,95	55,7	2,94	K80-65-160	7,5	3000	380	50
КЦКП-45	0,65	40,0	0,72	K80-65-160a	7,5	3000	380	50
КЦКП-45	0,85	58,0	1,62	K80-65-160a	7,5	3000	380	50
КЦКП-45	0,95	76,0	2,95	K100-80-160	15	3000	380	50
КЦКП-50	0,65	48,5	0,70	K80-65-160	7,5	3000	380	50
КЦКП-50	0,85	70,2	1,59	K100-80-160a	15	3000	380	50
КЦКП-50	0,95	92,0	2,88	K100-65-160	15	3000	380	50

Мал.2.5

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

КВ 05. 022. 000 ДП ПЗ

Лист

## Добір поверхневого повітрянагрівачів 1-го підігріву

Вихідні данні для розрахунку повітрянагрівача :початкові та кінцеві параметри повітря  $t_{н} = - 18^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{к} = 12^{\circ}\text{C}$ , витрати повітря  $G_{в} = 50100 \text{ м}^3/\text{час}$ , початкова та кінцева температура теплоносія  $t_1 = 90^{\circ}\text{C}$ ,  $t_2 = 70^{\circ}\text{C}$ .

### Воздухонагреватель водяной биметаллический (медная труба)

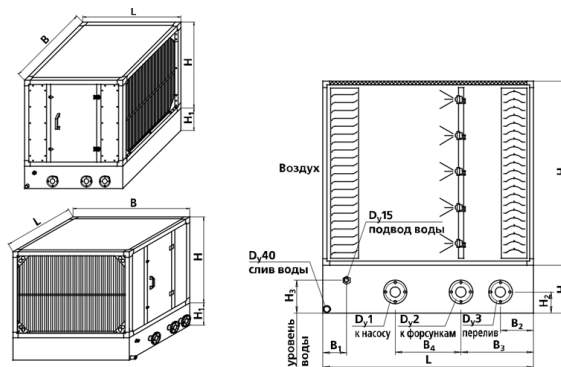
Кондиционер	Воздухонагреватель водяной	Размеры фронтального сечения, мм	
		Длина трубок	Высота трубной решетки
КПКЦ 1,6	DC-c-d-e-f-450-g-h	450	300
КПКЦ 3,15	DC-c-d-e-f-450-g-h	450	600
КПКЦ 5	DC-c-d-e-f-745-g-h	745	600
КПКЦ 6,3	DC-c-d-e-f-1050-g-h	1050	600
КПКЦ 8-1	DC-c-d-e-f-1330-g-h	1330	600
КПКЦ 8	DC-c-d-e-f-745-g-h	745	900
КПКЦ 10	DC-c-d-e-f-1050-g-h	1050	900
КПКЦ 12,5	DC-c-d-e-f-1050-g-h	1050	1200
КПКЦ 16	DC-c-d-e-f-1300-g-h	1300	1200
КПКЦ 20	DC-c-d-e-f-1600-g-h	1600	1200
КПКЦ 25	DC-c-d-e-f-1600-g-h	1600	1500
КПКЦ 31,5	DC-c-d-e-f-1600-g-h	1600	1800
КПКЦ 40	DC-c-d-e-f-1900-g-h	1900	1800
КПКЦ 50	DC-c-d-e-f-1850-g-h	1850	2x1150
КПКЦ 63	DC-c-d-e-f-2230-g-h	2230	2x1150
КПКЦ 80	DC-c-d-e-f-2750-g-h	2750	2x1150
КПКЦ 100	DC-c-d-e-f-1650-g-h	2x1630	2300

Мал. 2.6

Приймаємо поверхневі повітрянагрівачі марки DC-c-d-e-f-1850-g-h кондиціонера КЦКП-50.

## Підбір адиабатної камери зрошування

Витрата повітря через камеру зрошування  $G_{ок} = 50100 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Приймаємо до СКП камеру форсункового зрошення центрального кондиціонера КЦКП-50 з коефіцієнтом адиабатичної ефективності  $E_a = 0,65$ , тиском перед форсунками  $0,7 \text{ кг}/\text{см}^2$ , з насосом марки К-80-65-160, потужністю 7,5 кВт з частотою обертів  $3000 \text{ хв}^{-1}$ ,  $W = 380 \text{ В}$



Мал. 2.7

Ив. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Погодін				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.022.000 ДП ПЗ

Лист

Масову витрата води в ОК,  $\frac{\text{кг}}{\text{час}}$ , визначаємо за формулою:

$$G_B = L \times \rho \times \mu \quad (2.32)$$

де:  $L$  - витрата повітря,  $\frac{\text{м}^3}{\text{час}}$  ;

$\rho$  – щільність насиченого повітря,  $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$  ;

$$G_B = 50100 \times 1,18 \times 2,5 = 147795, \frac{\text{кг}}{\text{час}} = 41,05 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Кондиционер	Коефіцієнт адиабатической ефективності, EA	Расход воды, т/ч	Давление перед форсунками, кг/см <sup>2</sup>	Тип насоса	Мощность, кВт	Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	Напряжение, В	Частота тока, Гц
КЦКП-10	0,65	9,0	0,60	К50-32-125а	2,2	3000	380	50
КЦКП-10	0,85	13,1	1,35	К50-32-125а	2,2	3000	380	50
КЦКП-10	0,95	17,1	2,45	К65-50-160а	5,5	3000	380	50
КЦКП-12,5	0,65	9,0	0,60	К50-32-125а	2,2	3000	380	50
КЦКП-12,5	0,85	13,2	1,38	К50-32-125а	2,2	3000	380	50
КЦКП-12,5	0,95	17,3	2,52	К65-50-160а	5,5	3000	380	50
КЦКП-16	0,65	11,8	0,65	К50-32-125а	2,2	3000	380	50
КЦКП-16	0,85	17,1	1,50	К50-32-125	2,2	3000	380	50
КЦКП-16	0,95	22,5	2,74	К65-50-160	5,5	3000	380	50
КЦКП-20	0,65	15,9	0,67	К50-32-125а	2,2	3000	380	50
КЦКП-20	0,85	23,0	1,53	К65-50-160а	5,5	3000	380	50
КЦКП-20	0,95	30,3	2,80	К65-50-160	5,5	3000	380	50
КЦКП-25	0,65	19,6	0,72	К65-50-160а	5,5	3000	380	50
КЦКП-25	0,85	28,5	1,64	К65-50-160а	5,5	3000	380	50
КЦКП-25	0,95	37,4	2,98	К80-65-160	7,5	3000	380	50
КЦКП-31,5	0,65	29,4	0,72	К65-50-160а	5,5	3000	380	50
КЦКП-31,5	0,85	42,5	1,62	К80-65-160а	7,5	3000	380	50
КЦКП-31,5	0,95	55,7	2,94	К80-65-160	7,5	3000	380	50
КЦКП-40	0,65	40,0	0,72	К80-65-160а	7,5	3000	380	50
КЦКП-40	0,85	58,0	1,62	К80-65-160а	7,5	3000	380	50
КЦКП-40	0,95	76,0	2,95	К100-80-160	15,0	3000	380	50
КЦКП-50	0,65	48,5	0,70	К80-65-160	7,5	3000	380	50
КЦКП-50	0,85	70,2	1,59	К100-80-160а	15,0	3000	380	50
КЦКП-50	0,95	92,0	2,88	К100-65-160	15,0	3000	380	50

Мал. 2.8

Инь. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инь. № дубл.	Подп. и дата
Подп. и дата	

Погодін				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05. 022. 000 ДП ПЗ**

Лист

## 2.6 Розрахунок блоку холодозабезпечення систем кондиціювання об'єкта завдання. Визначення навантаження на компресор і випарник холодильної установки

**Розрахункова холодопродуктивність для підбора компресора**

$$Q_o = \frac{\Sigma Q_{км} * k}{b}, кВт \quad (2.33)$$

де:  $\Sigma Q_{км} = Q_{повне} = 130,5$  кВт

$k$  – коефіцієнт, що враховує втрати в трубопроводах

$b$  – коефіцієнт робочого часу

$$Q_o = \frac{1,12 \times 130,5}{0,9} = 162,4 кВт$$

Температура кипіння розраховується за формулою:

$$t_o = t_{к.зрош.} - 4^{\circ}C \quad (2.34)$$

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

Температура конденсації розраховується за формулою:

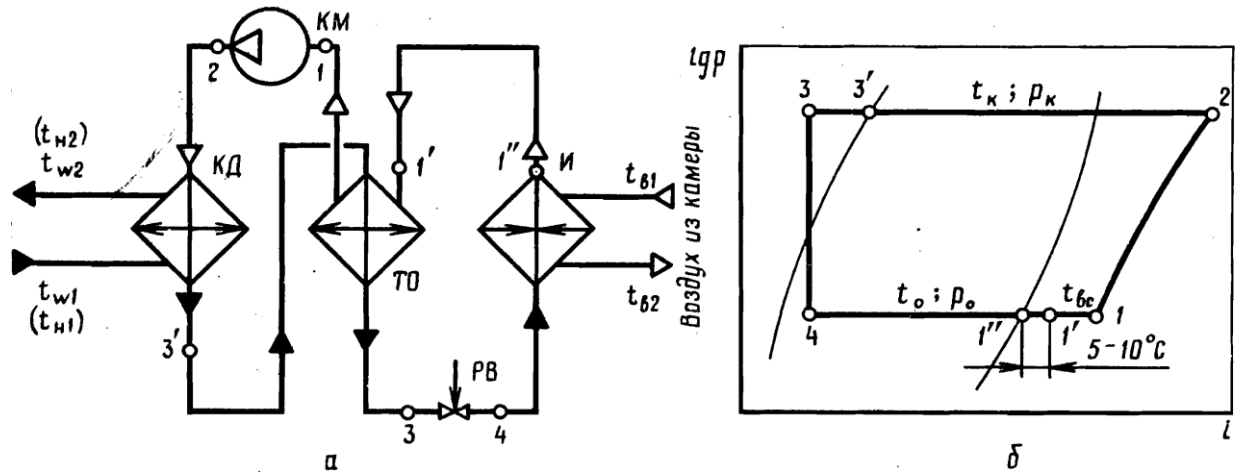
$$t_k = t_{наруж} + 9^{\circ}C \quad (2.35)$$

$$t_k = 33 + 9 = 42^{\circ}C$$

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

		Погодін			<b>КВ 05.022.000 ДП ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## 2.7 Побудова циклів холодильної машини і зняття параметрів вузлових точок



Мал. 2.9 Одноступінчатий цикл на температуру кипіння  $2^\circ\text{C}$

Таблиця 2.4

№	Параметри			
	$t, ^\circ\text{C}$	$P, \text{МПа}$	$h, \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	$V, \frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$
0	2	0,315	400	-
1`	10	0,315	405	-
1	27	0,315	421.5	0.0725
2	69.3	10.7	450	-
3`	42	10.7	260	-
3	26.8	10.7	243,5	-
4	2	0,315	243,5	-

Підп. и дата	
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инд. № подл.	

Погодін				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05. 022. 000 ДП ПЗ**

Лист

## 2.8 Тепловий розрахунок і підбір основного і допоміжного обладнання холодильної установки

### Розрахунок і підбір компресора

Питома масова холодопродуктивність  $q_0$ , кДж/кг;

$$q_0 = i_0 - i_4 \quad (2.36)$$

Масова витрата холодоагенту  $M$ , кг/с :

$$M = \frac{Q_0}{q_0} \quad (2.37)$$

Об'ємна витрата холодоагенту  $V_0$ , м<sup>3</sup>/с

$$V_0 = M \cdot v_1 \quad (2.38)$$

Теоретична, об'ємна подача компресора  $V_h$ , м<sup>3</sup>/с

$$V_h = \frac{V_0}{\lambda} \quad (2.39)$$

де  $\lambda$  - коефіцієнт подачі компресора;

$$\lambda = \lambda_i * \lambda_{\omega} \quad (2.40)$$

$$\lambda_i = \frac{p_0 - \Delta p_{oc}}{p_0} - c * \left( \frac{p_k + \Delta p_n}{p_0} - \frac{p_0 - \Delta p_{oc}}{p_0} \right) \quad (2.41)$$

$$\lambda_{\omega} = \frac{T_o}{T_k} \quad (2.42)$$

Теоретична потужність компресора  $N_m$ , кВт

$$N_m = M(i_2 - i_1) \quad (2.43)$$

Дійсна потужність компресора  $N_i$ , кВт

$$N_i = \frac{N_m}{\eta_i}, \text{кВт}; \quad (2.44)$$

де  $\eta_i$  – індикаторний коефіцієнт корисної дії (ККД).

Ефективна потужність на валу компресора  $N_e$ , кВт

$$N_e = \frac{N_i}{\eta_m} \text{кВт}; \quad (2.45)$$

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05.022.000 ДП ПЗ**

Лист

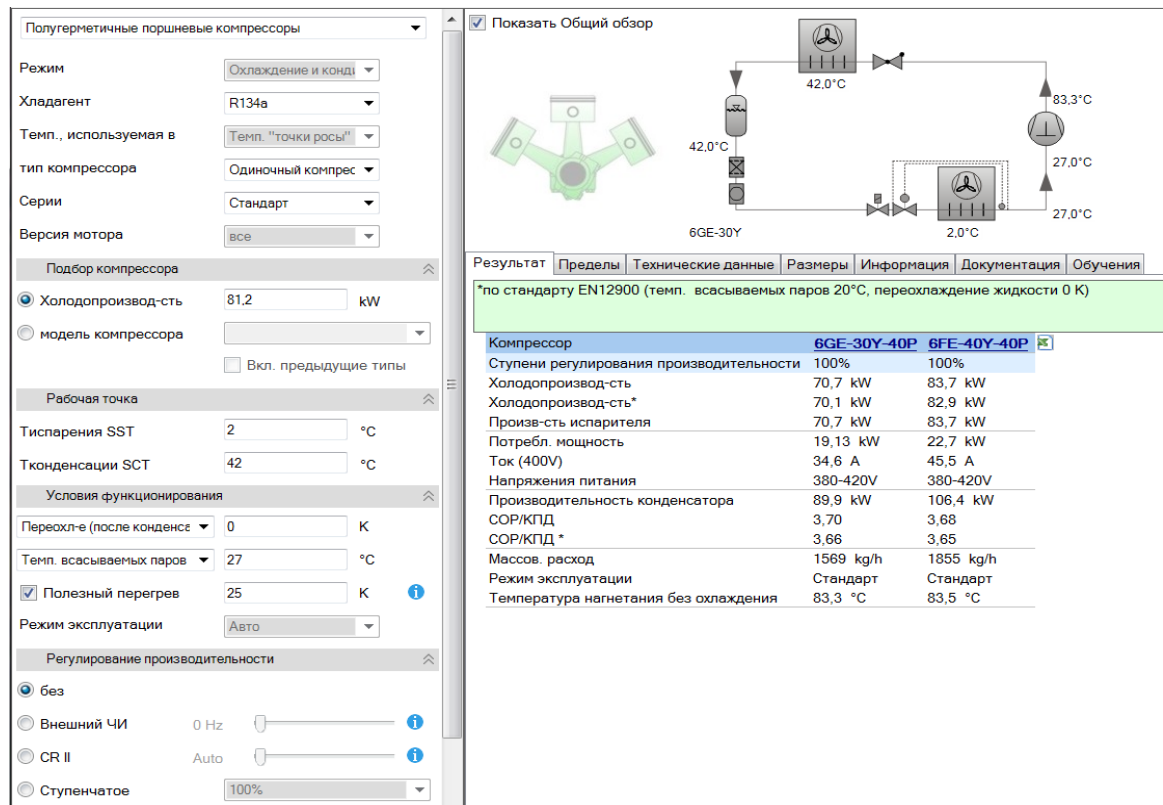
де  $\eta_m$  – механічний ККД, враховуючи витрати на тертя.

Електрична потужність електродвигуна  $N_{ел}$ , кВт

$$N_{ел} = \frac{N_i}{\eta_m} \text{ кВт}; \quad (2.46)$$

Тепловий потік у конденсатор  $Q_k$ , кВт

$$Q_k = Q_o + N_i \quad (2.47)$$



Мал. 2.10

Розрахунки зводимо до таблиці

Таблиця 2.5

режим	$q_o$	$Q_o$	$M_T$	$V_d$	$V_T$	$\lambda$	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
2	177	162,4	0,918	0,067	0,079	0,84	6FE-40	2	0,084	0,973	172,3	27,74	36,98	43,51	50,01	209,2

По  $V_T = 0,079 \text{ м}^3/\text{сек}$  підбираємо два одноступінчастих компресора марки 6FE-40Y фірми BITZER з  $\Sigma V_T = 0,084 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Подп. и дата	
Ив. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Ив. № подл.	

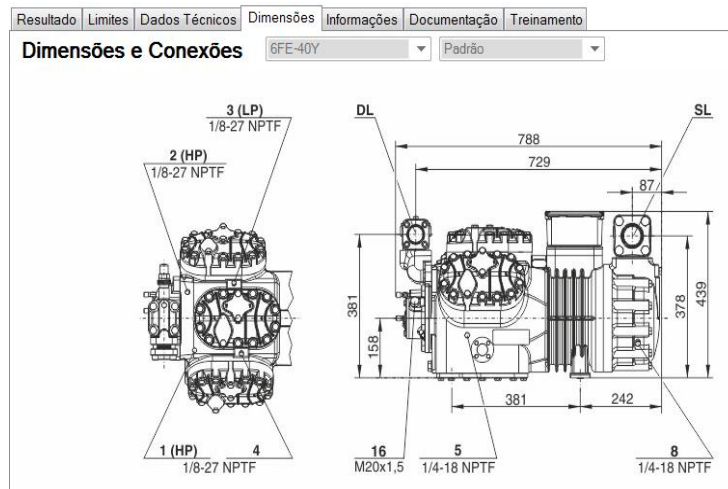
Погодін				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.022.000 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 2.6 Технічна характеристика хладонового компресора

Показники	6FE-40Y
Холодопродуктивність кВт	83,7
Об'ємна подача, м <sup>3</sup> /годину	151,6
Частота обертів, Об/хвил	1450
Масова витрата, кг/годину	329
Зарядка маслом, кг	3,0
Число циліндрів x діаметр x хід поршню	4 x 82 мм x 55
Потужність, кВт	4,94
Тип масла	BSE 55
Габаритні розміри, мм	
Довжина	788
Ширина	502
Висота	439
COP (ККД)	3,2
Вага, кг	239



Мал. 2.11 Розміри компресора

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Погодін				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05.022.000 ДП ПЗ**

Лист

## Розрахунок та вибір конденсатора

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

$$F = \frac{Q_k}{k \cdot \Delta t}; \quad (2.48)$$

де  $Q_k$  - сумарний тепловий потік у КД від усіх груп компресорів, кВт  
 $k$  – коефіцієнт теплопередачі конденсатора,  $Вт/m^2K$ ;  
 приймаємо  $k= 20 \text{ } Вт/m^2K$  — для повітряних конденсаторів,  
 $\Delta t$  різниця температур,  $^{\circ}C$

$$F = \frac{209,2 \cdot 10^3}{20 \cdot (42 - 33)} = 1162 m^2;$$

Приймаємо до установок один конденсатор **фірми ALFA LAVAL** марки **ACDL903B-T**

Конфигурация		Хладагент		Мотор			
<input checked="" type="radio"/> Стандартная <input type="radio"/> Нестандартная		R134a					
<b>Термические данные</b> Мощность: 209,00 kW Температура воздуха: 33,0 $^{\circ}C$ Темп. конденсации: 42,0 $^{\circ}C$ Разность температур: 9,0 $^{\circ}C$ Расх. воздуха: Высокий		Тип и серия устройства: ALFAGREEN D ACDL		Пережм. Материал Расстояние Циклическ. Кол-во			
<b>Тип вычисления</b> Расчет ACDL Кол. устр-в: Автовыбор		Уровень давл. звука: dB(A) Дистанция: 10,0 m Высота: 0 m		(Diagram of condenser unit)			
Результаты							
Кол. устр-в	Модель	Мощность kW	Запас %	dB(A)	Разл. dB(A)	Расх. воздуха м3/ч	
1	ACDL903B	219,61	+5,1	55,0	+0,0	98859	1,40
1	ACDL803C	226,06	+8,2	52,0	+0,0	93623	1,44
1	ACDL804A	215,92	+3,3	53,0	+0,0	137036	1,52
1	ACDL903C	237,13	+13,5	55,0	+0,0	94996	1,53
1	ACDL904A	235,74	+12,8	56,0	+0,0	137343	1,64

Мал. 2.12

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взаим. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Погодін			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп. Дата

**КВ 05.022.000 ДП ПЗ**

Лист

Таблиця 2.7

## Технічна характеристика конденсатора

Марка	Габаритні розміри			Розрахункове теплове навантаження, кВт	Площа теплообмінної поверхні, м <sup>2</sup>	Внутрішній об'єм, дм <sup>3</sup>	Потужність вентилятора, кВт	Вага, кг
	Довжина, мм	Висота, мм	Ширина, мм					
ACDL903B-T	7375	2290	805	30,4	84,3	117	6х 5400	1073
				219,6	1354,4			

Тип оборудования	ALFAGREEN/D	
Модель	1 x ACDL903B - T	
Требуемая мощность	209,00	kW
Запас	5,1	%
Расчетная нагрузка	219,61	kW
Высота(над урвн.моря)	0	m
Электродвигатель	2v-3Ph	
Длина	7375	mm
Высота	2290 (V) / 1645 (H)	mm
Глубина	805 (V) / 2255 (H)	mm
Стандартный вес	1073	kg

**Тип расчета** Расчет / СТАНДАРТНЫЙ

Переокладитель	Нет
Линия	1
NC	56

**Тепловые данные**

Хладагент	R134a	
Температура воздуха Вх/Вых	33,0 / 39,2	°C
Температура конденсации	42,0	°C
Разность температур	9,0	°C

**Данные вентилятора (для 1 шт.)**

Расх. воздуха: Высокий	98859	m3/h
Кол-во вентиляторов	6	-
Диаметр вентилятора	910	mm
Скорость вращения	640	1/min
Общий шум (10,0 м)	55,0	dB(A)
Потребление энергии	5400	W
Напряжение	400(D)	V
Ток	13,20	A

**Данные теплообменника**

Материал трубы	Cu	
Материал ламели	Al	
Расстояние м-ду ламелями	2,1	mm
Поверхность	1354,4	m2
Внутр. объем	117	dm3
Патрубки (Вх - Вых)	2x60 mm - 2x54 mm	
	Та же сторона	

Мал.2.13

Инд. № подл.	Подп. и дата	Инд. № дубл.	Подп. и дата
Взам. инв. №		Инд. № инв.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05.022.000 ДП ПЗ

Лист

## Розрахунок і підбір випарника

Площа теплообмінної поверхні випарника розраховується за формулою:

$$F = \frac{Q_{об}}{k \Delta t} = \frac{Q_{об}}{q_f} \quad (2.49)$$

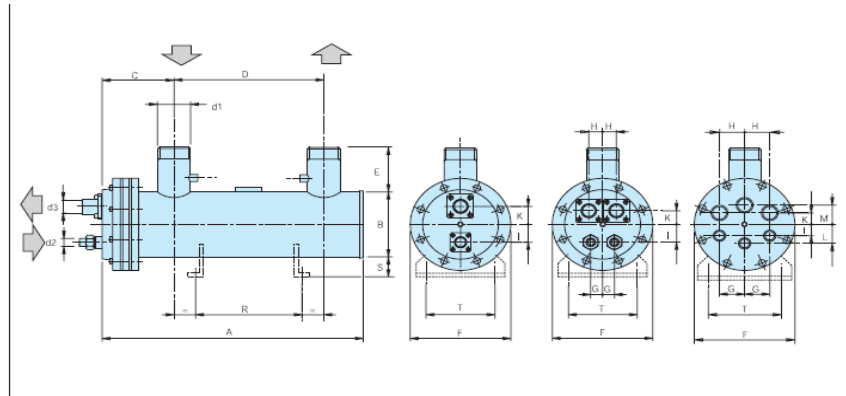
де:  $Q_{об}$  – сумарне навантаження на випарник, обумовлена розрахунком, кВт;

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

$\Delta t$  – Різниця температур між холодоносем і холодильним агентом, °С.

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

$$F = \frac{167.7 * 10^3}{1600} = 104.8 м^2$$



Модель		DKS 120	DKD 120	DKT 120	DKS 135	DKD 135	DKT 135	DKS 165	DKD 165	DKT 165	
Размеры	A	мм	1815	1815	1810	2115	2115	2110	2315	2315	2315
	B	мм	194	194	194	194	194	194	194	194	194
	C	мм	180	180	175	180	180	175	180	180	175
	D	мм	1530	1530	1530	1830	1830	1830	2030	2030	2030
	E	мм	130	130	130	130	130	130	130	130	130
	F	мм	270	270	270	270	270	270	270	270	270
	G	мм	–	35	50	–	35	50	–	35	50
	H	мм	–	47	60	–	47	60	–	47	60
	K	мм	45	28	30	45	28	30	45	28	30
	I	мм	45	35	30	45	35	30	45	35	30
	L	мм	–	–	40	–	–	40	–	–	40
	M	мм	–	–	43	–	–	43	–	–	43
	O	мм	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Опоры	R	мм	1200	1200	1200	1500	1500	1500	1700	1700	1700
	S	мм	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	T	мм	160	160	160	160	160	160	160	160	160
Соединения	d1	–	T3	T3	T3	T3	T3	T3	T3	T3	T3
	d2	–	FA-35	RB-22	WA-22	FA-35	RB-22	WA-22	FA-35	RB-22	WA-22
Оъемы – Вес	VH	дм³	13,8	13,8	13,8	16,2	16,2	16,2	17,8	17,8	17,8
	VH2O	дм³	30	30	30	35,2	35,2	35,2	38,8	38,8	38,8
P	кг	107	107	107	118	118	118	125	125	125	125
Категория PED*			II	I	I	II	II	I	II	II	I

Мал. 2.14

Интв. № подл.	Подп. и дата
Взаим. интв. №	Интв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

**КВ 05.022.000 ДП ПЗ**

Лист

Підбираємо один випарник Dryplus-3 DXT165

Таблиця 2.8

Холодопродуктивність, кВт	Номінальна витрата об'ємної розчину, м <sup>3</sup> /годину	Максимальна об'ємна витрата розчину, м <sup>3</sup> /годину	Різниця тиску, бар	розміри		
				Діаметр, мм	Довжина, мм	Висота, мм
165	28,3	30	0,5	194	2315	384

### Лінійний ресивер

(2.50)

$$V_{\text{пр}} = \frac{0.6 * V_{\text{исп}}}{0.5} * 1.2 = 1.44 * V_{\text{исп}}$$

де:  $V_{\text{вип}}$  - місткість випарної системи, м<sup>3</sup>

1,44 - коефіцієнт, що враховує норму заповнення лінійного ресивера при нижній подачі х/а для режиму  $t_0 = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$\Sigma V_{\text{вип}}$	$V_{\text{пр}}$
50	72,00

Підбираємо один лінійний ресивер місткістю по 75 дм<sup>3</sup>,

### Теплообмінники

Теплообмінники підбираються по площі теплообмінної поверхні змійовика

$$F_{\text{м.о.}} = \frac{Q_{\text{м.о.}}}{k \cdot \theta}$$

(2.51)

Теплове навантаження на теплообмінник, кВт

(2.52)

$$Q_{\text{р.т.о.}} = m \cdot (h_3 - h_3) = m \cdot (h_1 - h_1)$$

$$Q_{\text{т.о.}} = 0,973 * (421.5 - 405) = 12.6 \text{ кВт}$$

Підп. и дата	
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инд. № подл.	

Погодін					<b>КВ 05. 022. 000 ДП ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

$$F_{m.o.} = \frac{12.6 \times 10^3}{290 \cdot 15.9} = 2.73 \text{ м}^2$$

Підбираємо один регенеративний теплообмінник фірми Dousette industries марки SLHE 10 продуктивністю 7,36 кВт

Таблиця 2.9 Технічна характеристика теплообмінників

модель	Номінальна Продуктивність, кВт	Діаметр патрубків (дюйм)		Діаметр внутрішніх трубок	Кількість трубок	Об'єм рідини, (л)	Максимальний тиск, бар
		11/8	2 1/8				
SLHE 20	14,7	11/8	2 1/8	5/8	8	0,83	27,8

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

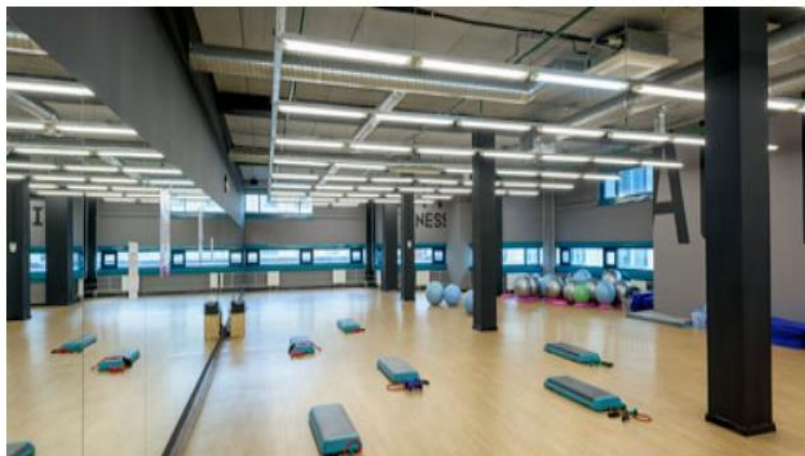
		Погодін			<b>КВ 05. 022. 000 ДП ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

### 3. ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Монтаж, ремонт, обслуговування системи кондиціонування і вентиляції повітря в спортивному центрі

Правильним підходом до проектування вентиляції спортивних центрів може бути поєднання природної витяжної вентиляції (з витяжкою із верхньої зони приміщення через періодично розташовані вентиляційні шахти та активної механічної припливної вентиляції з локальними доводчиками. Монтаж окремих децентралізованих вентиляційних систем часто мінімізує капітальні витрати на облаштування вентиляції і забезпечує оптимальний розподіл повітряних потоків всіма зонами супермаркету. В цьому випадку під стелею розміщуються групи припливних пристроїв, що забирають повітря з даху і виробляють його фільтрацію і нагрів/охолодження.

Економічним варіантом для великих спортивних центрів, розташованих у торгових центрах, є використання системи центрального кондиціонування з водяними або фреоновими секціями охолодження. Не менш поширені і вентиляційні системи з мультизональним кондиціонуванням (охолодженням за допомогою окремих касетних або каналних кондиціонерів (доводчиків)). Монтуються такі системи в зонах з підвищеним тепловиділенням.



Мал.3.1 Організація системи вентиляції в спортивному центрі

Вентиляція фітнес-центрів може організовуватися і за стандартною схемою. Так, при використанні моноблочних або набірних припливно-витяжних

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05.022.000 ДП ПЗ**

Лист

вентустановок з секціями нагрівача і охолоджувача в супермаркетах можна організувати рециркуляцію і рекуперацію повітря, що важливо за необхідності істотного зниження витрат електроенергії на підігрівання припливного повітря. Для фітнес- барів, розташованих на території фітнес-центрів, також потрібно витяжна система. У всіх випадках і приплив, і витяжка здійснюється у верхній зоні приміщень – в площині стелі. А для того щоб через вхідні двері фітнес-центру не втрачалось тепло або не надходив холод (в залежності від пори року), в зоні вхідного порталу необхідно встановлювати повітряні теплові завіси. Вентиляція торгових центрів: основні вимоги Вентиляційна система для ТРЦ повинна відповідати наступним вимогам:

- Якісна фільтрація повітря
- Забезпечення необхідного повітрообміну
- Забезпечення підігріву та кондиціонування повітря
- Рівномірний розподіл повітряного потоку
- Зручність обслуговування і автоматизація управління
- Прийнятний рівень шуму
- Висока надійність

Крім цього, вентиляція в фітнес-центрах вважаючи на істотну кубатуру приміщень, повинна споживати мінімум електроенергії.

### **Установка центральних кондиціонерів**

Центральні кондиціонери: це кліматичний комплекси, здатні охолоджувати, зволожувати повітря і забезпечувати вентиляцію приміщень площею від 500 кв. м. Установка центральних кондиціонерів проводиться всередині будівлі, в спеціальному підсобному (експлуатаційному приміщенні) або підвалі.

Центральний кондиціонер працює тільки в парі з холодильною машиною: на базі чиллер-центральний кондиціонер (це так звані «кондиціонери на воді»), для роботи яких потрібно не фреон, а вода (або рідина - етиленгліколь) або на базі компресорно-конденсаторний блок - центральний кондиціонер, які працюють на холодоагенті (фреон).

#### **Основні види робіт по установці промислових кондиціонерів:**

1. Монтаж зовнішнього блоку промислового кондиціонера;  
Залежно від виду системи кондиціонування, установка може проводитися ззовні або всередині будівлі.

Підп. и дата	
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инд. № подл.	

		Погодін			<b>КВ 05.022.000 ДП ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

VRV (VRF) системи: можлива альтернативна установка, як зовні, так і всередині будівлі.

Центральний кондиціонер також, призначений тільки для внутрішньої установки. Чиллер і ККБ призначені для зовнішньої установки, також як і дахові кондиціонери.

2. Монтаж внутрішніх блоків, що підключаються до промислового кондиціонеру.

Застосовується для систем, що працюють на фреоні (VRV, мультизональні системи, прецизійні кондиціонери), локалізовано створюють мікроклімат в приміщенні.

3. Монтаж фреонової траси;

4. Монтаж повітроводів;

Застосовується для систем з централізованим управлінням кліматом (центральне кондиціонування);

5. Монтаж трубопроводів;

Застосовується для гідронік-систем, що працюють на воді (етиленгліколь);

6. Монтаж дренажної системи;

Виконується монтаж пристрою дренажу, для виведення конденсату (на вулицю або в існуючу каналізацію будівлі);

7. Електромонтажні роботи;

Варто зазначити, що монтаж такого обладнання як промисловий кондиціонер потребує попереднього виїзду фахівця на об'єкт. Для правильного і грамотного підбору техніки даного типу, а також її установки, необхідно ознайомитися з умовами і характеристиками будівлі.

Вартість установки промислових кондиціонерів, визначаються виходячи з складності виконуваних робіт, після огляду об'єкта і проведення необхідних розрахунків за всіма видами робіт, необхідних при установці.

Робота центрального кондиціонера не автономна, вона забезпечується за рахунок зовнішнього джерела холоду або тепла, наприклад, чилера, системи опалення, компресорно-конденсаторного блоку, бойлера.

Кондиціонер призначений для кількох процесів одночасно: кондиціонування, вентиляція, очищення і зволоження повітря. Завдяки централізованій системі, повітря рівномірно розподіляється по всій площі приміщення.

### Складові блоки центрального кондиціонера:

Кондиціонери центрального типу виробляються у вигляді набору модулів, які відповідають за певну функцію:

Підп. и дата	
Интв. № дубл.	
Взам. интв. №	
Підп. и дата	
Интв. № подл.	

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05.022.000 ДП ПЗ**

Лист

## Секція нагріву

Нагрівання повітря здійснюється за допомогою водяного або електричного нагрівачів. При встановленні водяного нагрівача потрібно підведення гарячої води.

## Секція охолодження

Дана секція являє собою теплообмінник, водяного або фреонового типу. Відповідно, в якості холодоагенту використовується рідина або хладон. Для монтажу теплообмінника фреонового типу додатково потрібна установка компресорно-конденсаторного блоку.

## Вентиляційна секція

Дана секція використовується для здійснення процесу подачі повітря у приміщення. У зв'язку з тим, що вентилятори відцентрового типу мають високу продуктивність, у більшості випадків саме їх використовують у системі центрального кондиціонування. Вентилятор може бути встановлений на виході з кондиціонера.

## Звукоізолююча секція

Секція обладнана шумопоглинаючими вставками. Дані елементи виконані з шару мінеральної вати і скловолокна. Так, шум створений вентилятором швидко поглинається і не поширюється.

## Секція зволоження

Цей процес може здійснюватися за допомогою парового зволожувача. Щоб уникнути потрапляння в приміщення конденсату, рекомендовано встановлювати крапельловлювачі.

## Секція фільтрації

Завдяки фільтрам затримується понад 70% пилу і мікроаллергенів, що містяться в повітрі. У випадку забруднення всі фільтри легко можна замінити. За необхідності можливе встановлення подвійної системи фільтрації. Для автоматичного контролю стану фільтрів додатково встановлюється дифманометр, який дозволяє своєчасно визначити відсоток засміченості фільтрів і зробити заміну.

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата

		Погодін			КВ 05.022.000 ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## Теплові утилізатори

З метою економії енергії в кондиціонерах використовуються рекуператори, що дозволяють відновлювати тепло з повітря, що знаходиться в приміщенні. Можливе також встановлення теплоутилізаторів.

Існує кілька видів теплових утилізаторів:

- перехресні теплообмінники,
- обертові теплообмінники,
- системи з проміжним теплоносієм

### 3.2 Автоматизація системи кондиціонування і вентиляції повітря

Залежно від потреб замовника автоматизація систем кондиціонування може бути частковою, комплексною й повною. Часткова й комплексна автоматизація передбачає участь людини в керуванні системою, а повна автоматизація працює завдяки комп'ютерному керуванню всією кліматичною технікою.

У випадку використання часткової автоматизації в ручному режимі можна управляти режимами роботи кліматичного встаткування й здійснювати контроль виконання певних завдань. Параметри роботи надходять на центральний пульт або виводяться на екранах автономних контролерів.

Комплексна автоматизація використовується на більш масштабних об'єктах, уся інформація передається до центрального пульта, за яким оператор може стежити за всіма процесами й вносити зміни для оптимізації роботи системи.

Для того, щоб створити автоматизовану систему кондиціонування, створюється спеціальний проект, у якому враховуються всі параметри приміщень і характеристики наявного встаткування, а також розробляється процедура установки датчиків, контролерів і інших важливих деталей.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05.022.000 ДП ПЗ**

Лист

## 4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 4.1 Вихідні дані

Таблиця 4.1 Вихідні дані

№	Показники	Найменування, кількість
1.	Найменування об'єкту	Спортивний центр, 250 відвідувачів
2.	Система охолодження	хладонова
3.	Холодоагент	R134a
4.	Марка масла	BSE 55
5.	Наявність градирні	-
6.	Кількість робочих годин на 1 робітника за рік	440
7.	Ступінь автоматизації	Повна
8.	Кількість змін праці	1
9.	Витрати мастила на 1 компресор, кг	3
10.	Витрати фреону на поповнення системи на 1 кВт холодпродуктивності, кг	0.5
11.	Ціна 1 кВт. електроенергії, грн.(виробнича)	2.49
12.	Ціна 1 кг холодоагенту, грн.	475
13.	Ціна 1 кг мастила, грн.	280

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05. 022. 000 ДП ПЗ**

Лист

Таблиця 4.2 Технічна характеристика обладнання

№	Перелік обладнання	Марка	Кількість, шт.	холодопродуктивність, кВт	t <sub>0</sub> °C	Номінальна потужність електродвигуна, кВт	Ціна одиниці, грн.
1	розподільник повітря	1ДКФ 315	1				33000
2	центральний кондиціонер	КЦКП – 50	1				45000
3	насос	К-80-65-160	1			7.5	8000
4	Компресор	6FE-40Y	2	164.2	2	4.94	36000
5	Конденсатор	ACDL90 3B-T	1			6*5.4	22000
6	випарник	Dryplus-3 DXT165	1			0,24	9000
7	Ресивер	75 дм	1				1900
8	теплообмінник	SLHE 10	1				1600

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05. 022. 000 ДП ПЗ**

Лист

## 4.2 Розрахунок капітальних вкладень

Сумарна вартість обладнання по кожному найменуванню розраховується за формулою:

$$C_M = C_H \cdot K_H, \text{ грн}, \quad (4.1)$$

де  $C_H$  – ціна одиниці обладнання, грн.

$K_H$  – кількість даного найменування обладнання, шт.

$$C_M = 33000 \cdot 1 = 33000$$

Розрахунки заносимо в таблицю.

Таблиця 4.3 - Загальна вартість обладнання

№	Найменування обладнання	Тип, марка	Кількість, шт	Ціна за 1 обладнання, грн	Сумарна вартість, грн
1	розподільник повітря	1ДКФ 315	1	33000	33000
2	центральний кондиціонер	КЦКП – 50	1	45000	45000
3	насос	К-80-65-160	1	8000	8000
4	Компресор	6FE-40Y	2	36000	72000
5	Конденсатор	ACDL903B-T	1	22000	22000
6	випарник	Dryplus-3 DXT165	1	9000	9000
7	Ресивер	75 дм	1	1900	1900
8	теплообмінник	SLHE 10	1	1600	1600
9	Разом сумарна вартість основного обладнання				192500
10	Вартість іншого обладнання (10%)				19250
11	Разом розрахункова вартість				211750
12	Витрати на монтаж і транспорт (15%)				31762,5
13	Загальна вартість ( $C_{заг}^{об}$ )				243512,5

Поп. и дата	
Инь. № дубл.	
Взам. инв. №	
Поп. и дата	
Инь. № подл.	

Погодін			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
			Дата

**КВ 05.022.000 ДП ПЗ**

Лист

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

$$K_B = C_{\text{бд}} + C_{\text{заг}}^{\text{об}} \quad (4.2)$$

$$K_B = 0 + 243512,5 = 243512,5 \text{ грн}$$

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

### 4.3 Розрахунок цехових витрат

#### 4.3.1 Розрахунок кількості виготовленого холоду (виробнича потужність)

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

$$Q_{\text{ст}} = \sum (Q_0 \cdot K_n \cdot 19440), \quad (4.3.)$$

$$Q_{\text{ст4}} = 164,2 * 0,4 * 19440 = 1276819 \text{ тис. кДж}$$

де  $Q_0$  – сумарна розрахункова часова холодопродуктивність, кВт;

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

- (0,5 при температурі 5<sup>0</sup>С,
- 0.76 – при температурі -10,
- 1.2 – при температурі -15,
- 1.8 – при температурі -20,
- 4.9 - при температурі -40 )

#### 4.3.2 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Витрати на допоміжні матеріали містять в собі витрати на поповнення системи фреоном( або аміаком), змащуючим мастилом.

Розрахунки проводяться у таблиці 4.4

Ив. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Погодін					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

Таблиця 4.4-Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Статі витрат	Умовні значення та розрахунок	Сума, грн
Сумарна холодопродуктивність, кВт	$\Sigma Q_0$	164,20
Середня питома норма расходу фреону, кг/1кВт	$q_a$	0,50
Середній коефіцієнт втрат фреону при ремонтах	$K_p$	1,05
Ціна 1 кг фреону, грн	$Z_{x.a.}$	475,00
Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати	$K_{x.a.}$	1,15
<b>Витрати на поповнення системи фреоном, грн</b>	$C_{x.a.} = \Sigma Q_0 * q_a * K_p * Z_{x.a.} * K_{x.a.}$	<b>47089,48</b>
Кількість зарядженого мастила у середньому на 1 компресор, кг	$M$	3,00
Кількість компресорів, шт;	$N$	2,00
Коефіцієнт втрат мастила при ремонтах	$K_e$	1,20
Кількість разів змін масла за рік	$R$	2,00
Середня ціна 1 кг мастила, грн;	$Z_M.$	280,00
Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати, грн	$K_M.$	1,14
<b>Витрати на поповнення мастила, грн</b>	$C_{M=m * n * K_B * R * Z_M. * K_M.}$	<b>4596,48</b>
Разом:	$C_p = C_{x.a.} + C_M$	<b>51685,96</b>
Інші витрати (5%)	$C_i = C_p * 5/100$	<b>2584,30</b>
<b>Усього:</b>	$C_{д.м} = C_p + C_i$	<b>54270,26</b>

Підп. и дата	
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Підп. и дата	
Инд. № подл.	

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05. 022. 000 ДП ПЗ**

Лист

### 4.3.3 Розрахунок витрат на силову електроенергії

Річне споживання електроенергії (у грн) розраховується у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5-Розрахунок споживання силової електроенергії

№	Споживачі електроенергії	Тип, марка обладнання	Номінальна потужність, кВт	Коефіцієнт використання обладнання	Кількість устаткування	Фонд робочого часу, годин	Загальна потреба в електроенергії, кВт.годин	Витрати на силову електроенергію в грн,
	Вихідні дані табл. 4.2		Wh.	Кв.об..	Куст.	Чрік	$W_{заг} = Wh \cdot K_{в.о} \cdot \delta \cdot K_{уст.} \cdot \text{Чрік}$	$C_w = W_{заг} \cdot \text{Це}$
1	насос	К-80-65-160	7,50	0,85	1	5000	<b>31875</b>	79368,75
2	Компресор	6FE-40Y	4,94	0,85	2	5400	<b>45349,2</b>	112919,508
3	Конденсатор	ACD L903 B-T	32,40	0,6	1	5400	<b>32011,2</b>	79707,888
4	випарник	Dryplus-3 DXT 165	0,24	0,3	1	3000	<b>216</b>	<b>537,84</b>
5	Усього	X	X	X	4	X	<b>109451,4</b>	<b>272533,986</b>

Витрати на силову електроенергію в грн, розраховується по формуле:

$$C_w = W_{заг} \cdot \text{Це}, \text{ грн}$$

Це- ціна 1кВт електроенергії , грн(2.49 грн за 1кВт.годину)

### 4.3.4 Розрахунок чисельності виробничого персоналу компресорного цеху

Підп. и дата	
Ив. № дубл.	
Взам. ив. №	
Підп. и дата	
Ив. № подл.	

Погодін					<b>КВ 05. 022. 000 ДП ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

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

#### 4.3.5 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:

$$Tc1 = ЗП / Г, \text{ грн} \quad (4.5)$$

$$Tc1 = 6500 / 164.58 \text{ год} = 40,621 \text{ грн}$$

де:

Зп – мінімальна заробітна платня, встановлена державою, грн.

Г – кількість годин роботи у місяць.

Мінімальна зарплата у погодинному вимірі з 01.10.2022 по 31.14.2022 (Див. <https://www.golovbukh.ua/article/ru/9085-chasovye-tarifnye-stavki-v>) дорівнює 6500грн.

6500 грн – мінімальна місячна заробітна плата, грн

164.58 годин – середньомісячна кількість робочих годин (1987/12 =164.58)

(Норма тривалості робочого часу в годинах при 40-годинному робочому тижні – 1987 год) ( Див. <https://services.dtkk.ua/>)

Тарифна ставка другого та послідуєчих розрядів розраховується за формулою:

$$Tc6 = Tc1 * TK6, \text{ грн} \quad (4.6)$$

де: ТК – тарифний коефіцієнт відповідно для кожного тарифу

Розрахунок тарифної ставки 6 розряду:

$$Tc(6p) = Tc(1p) * TK, \text{ грн} \quad (4.7)$$

Где ТК – тарифний коефіцієнт до тарифної ставки 6 розряду

$$Tc(6p) = 40.62 * 1.80 = 71.21 \text{ грн.}$$

Тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу розраховується

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата

		Погодін			<b>КВ 05. 022. 000 ДП ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

за формулою

$$T_{\phi} = T_c \cdot E_{\phi} \cdot K, \text{ грн} \quad (4.8)$$

де:  $T_c$  – середня годинна тарифна ставка, грн

$E_{\phi}$  – ефективний фонд робочого часу, годин

$K$  – кількість працівників компресорного цеху.

Основний фонд заробітної плати розраховуються за формулою:

$$O_{\phi} = T_{\phi} + \sum D, \text{ грн} \quad (4.9)$$

де:  $T_{\phi}$  – тарифний фонд зарплати, грн;

$\sum D$  - сума доплат за умови праці та нічний час, грн.(25% від тарифного фонду заробітної плати).

$$\sum D = T_{\phi} \cdot 25 / 100, \text{ грн} \quad (4.10)$$

Додатковий фонд заробітної плати розраховується за формулою:

$$D_{\phi} = (T_{\phi} \cdot d) / 100, \text{ грн} \quad (4.11)$$

де:  $d$  – процент додаткового фонду(10%)

Річний фонд розраховується за формулою:

$$P_{\phi} = O_{\phi} + D_{\phi}, \text{ грн.} \quad (4.1)$$

Відчислення від річного фонду заробітної плати виконується за формулою:

$$B_c = (P_{\phi} \cdot p) / 100, \text{ грн} \quad (4.13)$$

де:  $p$  – відсоток відрахувань від річного фонду(ССВ=22%)

Розрахунки заносяться у таблицю 4.6.

Назва показника	Формула	Розрахунок
$T_c$ – середня годинна тарифна ставка, грн	$T_c$	71,21
$E_{\phi}$ – ефективний фонд робочого часу, годин;(365-108-13-18)*8=1808	$E_{\phi}$	440

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05.022.000 ДП ПЗ**

Лист

К – кількість працівників компресорного цеху	К	1
Тф - тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу	$T_{\phi} = T_c \cdot E_{\phi} \cdot K$ , грн	31369,418
Д - сума доплат за умови праці та нічний час, грн.(45% від тарифного фонду заробітної плати).	$= T_{\phi} \cdot 25 / 100$ , грн	7842,3545
Оф - основний фонд заробітної плати	$O_{\phi} = T_{\phi} + \sum D$	39211,773
Дф - додатковий фонд заробітної плати	$D_{\phi} = (T_{\phi} \cdot d) / 100$ , грн	3136,9418
Рф - річний фонд	$P_{\phi} = O_{\phi} + D_{\phi}$ , грн.	42348,714
Вс - відрахування від річного фонду заробітної плати	$B_c = (P_{\phi} \cdot p) / 100$ , грн	9316,7172

#### 4.4 Розрахунок собівартості одиниці (1000 кДж) холоду

Для розрахунку собівартості одиниці холоду необхідно розрахувати калькулювання цехової собівартості 1000 кДж холоду.

Собівартість одиниці холоду  $C_{ст.заг.1000кДж}$  в грн, розраховується за формулою:

$$C_{ст.заг.1000кДж} = \frac{C_{ст}}{Q_{ст}}, \text{ грн} \quad (4.14)$$

$$C_{ст.1000 кДж} = 408696 / 1276819 = 0,32 \text{ грн}$$

де  $C_{ст}$  – цехова собівартість, грн.

$Q_{ст}$  -річний виробіток холоду, тис. кДж.

Розділив витрати по кожній статті витрат на річну виробку холоду в стандартних умовах, отримаємо собівартість одиниці холоду по кожному виду

Ив. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05.022.000 ДП ПЗ**

Лист

витрат.

Усі розрахунки заносяться у таблицю.

Таблиця 4.7 - Розрахунок собівартості одиниці (1000 кДж) холоду

№	Статті витрат	Сума витрат, грн.	
		На річний виробіток холоду	На одиницю холоду, грн
1	Допоміжні матеріали(Сд.м.-таб.2.4)	54270,26	0,04127
2	Зарплата виробничих працівників	42348,714	0,0594
3	Відчислення від зарплати	9316,7172	0,00242
4	Електроенергія силова	272533,986	0,21094
5	Цехові витрати( ЗПвир.прац.*(0.2)	8469,7428	0,00220
6	Амортизація обладнання(5%)	12175,25	0,01696
7	Разом цехова собівартість (Сст)	408695,67	0,32426

#### 4.5. Основні техніко-економічні показники проекту

Показники проекту заносяться в таблицю.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники проекту

№	Показники	Кількість
1	Найменування об'єкту	Спортивний центр, 250 відвідувачів
2	Система охолодження	Хладонові
4	Холодильний агент	R134a
5	Марка масла	BSE 55
6	Номінальна продуктивність по повітрю ,м <sup>3</sup> /годину	80
7	Ступінь автоматизації	Повна
8	Сума капіталовкладень, грн	243512,5

Ив. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

КВ 05. 022. 000 ДП ПЗ

Лист

9	Холодопродуктивність компресорів , кВт	164,2
10	Кількість компресорів, шт	2
11	Річний виробіток холоду , тис. кДж.	1276819
12	Цехова собівартість, грн	408695,67
13	Собівартість одиниці холоду, грн..	0,32
14	Чисельність виробничого персоналу, осіб.	1

Економічні розрахунки підтверджують економічну ефективність системи холодозабезпечення спортивного центру на 250 відвідувачів низьким рівнем собівартості за одиницю холоду (0,32 грн за 1000 кДж) у порівнянні з середньогалузевим рівнем, що вказує на високий рівень конкурентоспроможності на ринку холоду.

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

Отже, проект холодозабезпечення спортивного центру на 250 відвідувачів можна вважати доцільним та економічно вигідним.

Поп. и дата	
Ичв. № дубл.	
Взам. ичв. №	
Поп. и дата	
Ичв. № подл.	

		Погодін			<b>КВ 05.022.000 ДП ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

## 5. Охорона праці

Законодавчими актами, що визначають основні положення про охорону праці, є загальні закони України, а також спеціальні законодавчі акти. До загальних законів належать Конституція України, закони України «Про охорону праці», «Про охорону здоров'я», «Про пожежну безпеку», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності», Кодекс Законів про працю України тощо.

Умови праці на виробництві значною мірою визначаються наявністю виробничих шкідливостей. Класифікація виробничих шкідливостей залежить від характеру їх походження.

Виробничі шкідливості поділяються на три групи:

- які пов'язані з трудовим процесом. Вони обумовлені нераціональною організацією праці ( надмірне напруження нервової системи, напруга органів зору, слуху тощо);
- які створюються за рахунок технічних недоліків виробничого устаткування ( промисловий пил, шум, вібрація, шкідливі хімічні речовини тощо);
- які пов'язані з зовнішніми обставинами праці і виробництва;
- які пов'язані з недоліками загально санітарних умов праці на робочому місці.
- професійні захворювання, посилення захворювання, яке вже має працівник, та зниження опірності його організму по відношенню до зовнішніх чинників, що зумовлюють підвищення загальної захворюваності, зниження працездатності та продуктивності праці.

Необхідно зазначити, що наслідком дії виробничих шкідливостей можуть бути:

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата

		Погодін			<b>КВ 05.022.000 ДП ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- професійні захворювання, посилення захворювання, яке вже має працівник, та зниження опірності його організму по відношенню до зовнішніх чинників, що зумовлюють підвищення загальної захворюваності, зниження працездатності та продуктивності праці.

Тому аналізуючи виробничі шкідливості, слід усвідомити де вони мають місце на виробництві, їх вплив на людину під час роботи та заходи щодо зниження їх негативного впливу.

Дипломним проектом розглядається питання розробки системи вентиляції і кондиціювання повітря спортивного центру.

Кондиціонування повітря — це створення і автоматична підтримка у приміщеннях незалежно від зовнішніх умов постійних або змінних за відповідною програмою температури» вологості, найбільш придатних для людини та нормального проходження технологічного процесу.

## 5.1 Режими праці вентиляційних систем

Ефективність роботи вентиляційних систем повинна регулярно перевірятися так, як і повітряне середовище приміщень на вміст у них пилу, газів тощо. Увімкнення загальнообмінних приточних та витяжних установок проводиться за 10 -15 хв. до початку роботи, при цьому спочатку вмикають витяжні, а потім приточні вентиляційні. Вентиляційні системи після закінчення їх монтажу повинні бути відрегульовані до проектних параметрів. Експлуатувати дозволяється вентиляційні системи, які повністю пройшли передпускові випробування.

Всі вентиляційні системи повинні мати інструкції з експлуатації, у яких висвітлюються питання вибухо- та пожежної безпеки. Планові огляди і перевірки вентсистем повинні проводитись за графіком, затвердженим керівником. Приміщення для вентиляційного обладнання повинні

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

		Погодін			<b>КВ 05. 022. 000 ДП ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

замикатися, а на їх дверях — вивішуватись таблички з написами, що забороняють вхід стороннім особам. Зберігання в цих приміщеннях матеріалів, інструментів тощо, а також використання їх не за призначенням забороняється.

Експлуатація електрообладнання вентиляційних систем, струмоведучих частин і заземлень повинна проводитись у відповідності з вимогами "Правил технічної експлуатації електроустановок користувачів і правил техніки безпеки при експлуатації користувачів". Вентиляційні системи, що не використовуються внаслідок змін у технологічних схемах та обладнанні, повинні демонтуватись

## 5.2 Вимоги до конструкції обладнання

Конструкція обладнання повинна забезпечувати безпечну роботу в разі дотримання вимог експлуатаційної документації, в яких повинно бути встановлено перелік неполадок, через які забороняється його подальша експлуатація.

Обертіві частини обладнання згідно з ГОСТ 12.2.062 повинні мати захисні огорожі, пофарбовані у сигнальний колір згідно з ГОСТ 12.4.026. Повинен бути позначений напрям обертання.

Рівні шуму, створювані обладнанням та вентиляційною системою на робочих місцях, не повинні перевищувати значень, встановлених ДСТУ 2867.

Рівні вібрації обладнання та вентиляційних систем під час роботи не повинні перевищувати значень, встановлених ГОСТ 12.1.012.

В конструкції обладнання застосування матеріалів, що містять азбест, не допускається.

## 5.3 Вимоги до електрообладнання

Улаштування та розташування електрообладнання, пускорегулювальної та захисної апаратури обладнання, повинно відповідати вимогам ДНАОП 0.00-1.32-01, ГОСТ 12.1.030. Під час експлуатації обладнання повинні виконуватися

Попл. и дата	
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Попл. и дата	
Инд. № подл.	

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05.022.000 ДП ПЗ**

Лист

вимоги ДНАОП 0.00-1.21-98.

Електрична схема обладнання повинна виключати можливість його самочинного вмикання і вимикання.

Під час випробування електродвигуна необхідно слідкувати за початком обертання ротора і подальшим процесом досягнення електродвигуном нормальної кількості обертів. У разі повільного обертання ротора, відсутності обертання, гудінні електродвигун повинен бути негайно вимкнений для виявлення причин неполадок.

У разі виявлення несправності пускового пристрою (рубильник, перемикач, магнітний пускач та інші) електродвигун не вмикати до усунення дефектів пускового пристрою.

Працюючий електродвигун необхідно негайно вимикати у випадках:

- у разі появи диму або вогню із електродвигуна або його пускорегулювальної апаратури;
- при нещасних випадках;
- у разі великої вібрації електродвигуна;
- у разі виявлення несправності вентилятора;
- у випадку надмірного нагрівання підшипників або корпусу електродвигуна.

Ремонт електрообладнання вентустановок повинен виконуватись у відповідності з "Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей".

#### 5.4 Вимоги до повітроводів

Опори конструкцій кріплення повітроводів вентиляційних систем повинні бути надійними, не передавати вібрації, відповідати проекту їх розмірів та прив'язок до будівельних конструкцій.

Повітроводи повинні бути закріплені так, щоб їх вага не передавалася на вентиляційне обладнання. Повітроводи повинні під'єднуватися до вентиляторів

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата

		Погодін			КВ 05. 022. 000 ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

через віброізолюючі м'які вставки із матеріалу, який забезпечує гнучкість, щільність і довговічність.

На повітроводах припливних систем, що обслуговують приміщення категорій А і всіх повітроводів повинні бути пофарбовані масляною фарбою. збалансовані відповідно до фактичних вимог, а їх контроль має забезпечуватися соціальними партнерами.

## 5.5 Характеристика холодоагенту

Як холодоагент в вентиляційній установці використовується фреон R134a.

Холодильні агенти повинні бути нешкідливими для організму людини, не повинні викликати корозії металу в машині і трубопроводах, не бути горючими і вибухонебезпечними, а також повинні мати сприятливі термодинамічні властивості: помірні тиски при температурах випаровування та конденсації, малі питомі об'єми парів і малу теплоємність рідини

Переваги фреонів - нешкідливість, висока молекулярна вага, сприятлива для застосування їх в турбокомпресорах, низькі температури затвердіння, невисокі температури і тиски в кінці стиснення пари, обумовлені низьким значенням показника адіабати.

Недоліки фреонів - порівняно мала вагова холодопродуктивність, значна в'язкість, низькі коефіцієнти тепловіддачі, здатність до розкладання при зіткненні з відкритим полум'ям і досить важке виявлення витоків.

Здебільшого фреони нешкідливі, не мають запаху, не горючі і безпечні щодо вибухів. До металів фреони нейтральні, вода в них не розчиняється. Фреони розчиняються в рідкому стані з маслами в будь-яких пропорціях і тому теплопередаючі поверхні апаратів холодильної машини не замаслюються.

Холодоагент R134a (тетрафторетан) – речовина без запаху і кольору. Рахується найбільш безпечним сполученням з точки зору екології, так як не

Ив. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Ив. № дубл.	Подп. и дата

		Погодін			<b>КВ 05.022.000 ДП ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

утримує броду та хлору. Бромомісткі та хлоромісткі фреони негативно діють на склад атмосфери, порушують озоновий шар. Друга позитивна властивість, що обумовлює широке використання цього холодоагенту – не токсичність.

Холодоагент R134a важко займається, але може розпадатися на токсичні продукти при контактi з відкритим вогнем. Система повинна бути повністю герметичною, тому що при з'єднанні з повітрям виникають горючі суміші. Змішувати фреон R134a з іншими холодоагентами не рекомендується.

## 5.6 Вимоги до обслуговуючого персоналу

На підприємствах повинні бути призначені особи, відповідальні за безпечну експлуатацію систем вентиляції, які пройшли навчання та перевірку знань у відповідності до Типового положення про навчання, інструктаж і перевірку знань робітників з питань охорони праці ( ДНАОП 0.00-4.12-99 ) і мати допуск до самостійної роботи.

Особа, яка відповідає за технічний стан та справність вентиляційних систем, зобов'язана забезпечити додержання вимог пожежної безпеки згідно з НАПБ А.01.001-95 під час їх експлуатації.

## 5.7 Пожежна безпека

Вентиляційні системи не повинні збільшувати вибухову і пожежну небезпеку, не повинні сприяти розповсюдженню вибуху, пожежі і продуктів згорання в інші приміщення і будівлі ( споруди ). На випадок виникнення пожежі необхідно передбачати в приміщеннях, які обладнані установками автоматичного пожежогасіння чи автоматичної пожежної сигналізації, автоматичного, а в інших приміщеннях - ручного вимикання вентиляційних систем, які обслуговують ці будівлі або приміщення, крім систем подачі

Ив. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Ив. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05. 022. 000 ДП ПЗ**

Лист

повітря в тамбур-шлюзи приміщень категорії А і Б згідно з планом ліквідації аварії.



Належний рівень організації пожежної безпеки — один із ключових елементів промислової безпеки підприємства. Щоб його досягнути, необхідно вжити низку заходів, зокрема забезпечити території підприємств, будинків, споруд, приміщень, технологічних установок первинними засобами пожежогасіння, які використовують на початку боротьби з пожежами, для їхньої локалізації та ліквідації. Це передбачено п. 3.6 глави 3 розділу V Правил пожежної безпеки в Україні, затвердженими наказом МВС від 30.12.2014 № 1417 (далі — Правила № 1417)

До первинних засобів пожежогасіння належать: вогнегасники; ящики з піском; бочки з водою; покривала з негорючого теплоізоляційного матеріалу; пожежні відра, совкові лопати, пожежний інструмент — кирки, сокири, багри, ломи тощо. Ці засоби використовують на початку боротьби з пожежами, щоб їх локалізувати та ліквідувати. Найефективнішим первинним засобом пожежогасіння є вогнегасник.

Первинні засоби пожежогасіння можна зберігати на пожежних щитах (стендах) червоного кольору, які встановлюють у виробничих, складських, допоміжних приміщеннях, будинках, спорудах, а також на території

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата
Инд. № подл.	Подп. и дата

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05.022.000 ДП ПЗ**

Лист

підприємств. Пожежні щити встановлюють на території об'єкта площею понад 200 м<sup>2</sup> з розрахунку один щит на 5000 м<sup>2</sup> захищеної площі. На пожежних щитах розміщують ті первинні засоби гасіння пожежі, які можна застосовувати в певному приміщенні, споруді, установці.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05. 022. 000 ДП ПЗ**

Лист

## 6 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: Учбовий 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. Явнель Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и систем кондиционирования воздуха.-3-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1989.
6. Н.Г. Кондрашова, Н.Г. Лашутина Холодильно-компрессорные машины и установки.
7. Канторович В.И., Подлипенцева З.В. Основы автоматизации холодильных установок.- 3-е изд, перераб. и доп.- М.: ВО "Агропромиздат", 1987
8. Справочник. Теплообменные аппараты, приборы автоматизации и испытания холодильных машин / Под ред. А.В. Быкова.- М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1984.
9. Богданов С.Н., Иванов О. П., Куприянова А.В. Холодильная техника. Свойства веществ. Справочник. Изд. 2-е, доп. и переработ. "Машиностроение",1976.
10. Самойлов А.И., Игнатьев В.Г. Охрана труда при обслуживании холодильных установок.- 2-е изд. -М.: Агропромиздат, 1989.
11. Канторович В.И. Гиль И. М. Устройство, монтаж и ремонт

Инь. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инь. № дубл.	Подп. и дата

		Погодін		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

**КВ 05.022.000 ДП ПЗ**

Лист



