

ЗМІСТ

Стр.

ВСТУП

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Призначення й технічна характеристика об'єкта завдання.

1.2 Вихідні дані.

1.3 Техніко-економічне обґрунтування проекту.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика комфортного стану повітря

2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму в приміщеннях

2.3 Опис роботи центрального кондиціонера

3 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розрахункові дані

3.2 Розрахунок теплоприпливів крізь огороження

3.3 Тепловий (калорический) розрахунок

3.4 Розрахунок системи кондиціонування з однією рециркуляцією

3.5 Розрахунок політропічної осушувальної камери

3.6 Визначення навантаження на компресор і випарник

3.7 Розрахунок температурних режимів роботи холодильної установки.

3.8 Побудова циклу холодильної машини, зняття параметрів вузлових точок

БКВ 03 004 000 ДП ПЗ

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Разраб.

Пров.

Н.контр.

Утв.

Лит.

Лист

Листов

3.9 Тепловий розрахунок і вибір компресора

3.10 Розрахунок і підбор конденсатора

3.11 Розрахунок і підбор випарника

3.12 Розрахунок і підбор допоміжного устаткування.

4 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1 Організація ремонту й монтажу холодильного устаткування.

4.3 Автоматизація холодильної установки

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Вихідні дані.

5.2 Розрахунок капітальних вкладень.

5.3 Розрахунок цехових витрат.

5.4 Розрахунок собівартості одиниці холоду.

5.5 Розрахунок економічної ефективності проекту.

5.6 Основні техніко- економічні показники проекту.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

7 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ДЖЕРЕЛ

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

ВСТУП

Кондиціонування повітря – це створення та автоматична підтримка (регулювання) у закритих приміщеннях усіх чи окремих параметрів (температури, вологості, чистоти, швидкості руху повітря) на певному рівні з метою забезпечення оптимальних метеорологічних умов, найбільш сприятливих для самопочуття людей або проходження технологічного процесу.

Кондиціонування повітря здійснюється комплексом технічних засобів, який називається системою кондиціонування повітря (СКП). До складу СКП входять технічні засоби забору повітря, підготовки, тобто надання необхідних властивостей (фільтри, теплообмінники зволожувачі чи осушувачі повітря), переміщення (вентилятори) та його розподілу, а також засоби холодо- та теплопостачання, автоматики, дистанційного керування та контролю. СКП великих громадських, адміністративних та виробничих будівель обслуговуються, як правило, комплексними автоматизованими системами керування.

Автоматизована система кондиціонування підтримує заданий стан повітря в приміщенні, незалежно від коливань параметрів навколишнього середовища (атмосферних умов). Основне обладнання системи кондиціонування для підготовки та переміщення повітря агрегується (компонується в єдиному корпусі) у пристрої, який називається кондиціонером. У багатьох випадках усі технічні засоби для кондиціонування повітря скомпоновані в одному блоці або двох блоках, і тоді поняття «СКП» та «кондиціонер» є однозначними.

Сучасні системи кондиціонування можуть бути класифіковані за:

- основним призначенням (об'єктом застосування) — комфортні та технологічні;
- принципом розташування кондиціонера по відношенню до приміщення, що обслуговується, — центральні та місцеві;
- наявністю власного (тобто такого, що входить до конструкції кондиціонера) джерела тепла та холоду – автономні та неавтономні;
- принципом дії — прямоточні, рециркуляційні та комбіновані;
- способом регулювання вихідних параметрів кондиційованого повітря з якісним (однотрубним) та кількісним (двотрубним) регулюванням;
- ступенем забезпечення метеорологічних умов у приміщенні, що обслуговується — I-го, II-го та III-го класу;
- кількістю приміщень, що обслуговуються (локальних зон) — однострункові та багатозональні;

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

- тиском, який розвивається вентиляторами кондиціонерів: низького, середнього та високого тиску.

Також існують різноманітні системи кондиціонування, що обслуговують спеціальні технологічні процеси, включаючи системи зі змінними в часі (за певною програмою) метеорологічними параметрами.

Комфортні СКП призначені для створення та автоматичної підтримки температури, відносної вологості, чистоти та швидкості руху повітря, які відповідають оптимальним санітарно-гігієнічним вимогам для житлових, громадських та адміністративно-побутових будівель чи приміщень.

Технологічні СКП призначені для забезпечення параметрів повітря, які максимальним чином відповідають вимогам виробництва. Технологічне кондиціонування в приміщеннях, де знаходяться люди, здійснюється з урахуванням санітарно-гігієнічних вимог до стану повітряного середовища.

Центральні СКП постачаються ззовні холодом (який доставляється холодною водою чи холодоагентом), теплом (яке доставляється гарячою водою, паром або електроенергією) та електричною енергією для приводу електродвигунів вентиляторів, насосів та ін. Центральні СКП розташовані за межами обслуговуваних приміщень та кондиціонують одне велике приміщення, декілька зон такого приміщення або багато окремих приміщень. Інколи декілька центральних кондиціонерів обслуговують одне приміщення великих розмірів (виробничий цех, театральний зал, закритий стадіон або каток). Центральні СКП облаштовуються центральними неавтономними кондиціонерами, які виготовляються за базовими (типовими) схемами компонування обладнання та їх модифікаціями.

Центральні СКП мають наступні переваги:

- ефективна підтримка заданої температури та відносної вологості повітря в приміщеннях;
- зосередження обладнання, яке потребує систематичного обслуговування та ремонту, як правило, в одному місці (підсобному приміщенні, технічному поверсі і т.д.);
- можливості забезпечення ефективного шумо- та вібропоглинання.

З допомогою центральних СКП, за умови належної акустичної обробки повітропроводів, облаштування глушників шуму та поглиначів вібрації, можливо досягнути найнижчих рівнів шуму в спецприміщеннях. Незважаючи на низку переваг центральних СКП, слід зазначити, що великі габарити та проведення складних будівельно-монтажних робіт зі встановлення кондиціонерів, прокладання

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ	Лист

повітропроводів та трубопроводів, часто призводять до неможливості застосування таких систем в існуючих реконструйованих будівлях.

Місцеві СКП розробляються на основі автономних та неавтономних кондиціонерів, які встановлюються безпосередньо в обслуговуваних приміщеннях. Перевагою місцевих СКП є простота встановлення та монтажу.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Призначення й технічна характеристика об'єкта завдання

Проектована система кондиціонування повітря являє собою технічний комплекс при виставковому центрі на 1600 відвідувачів. Будинок виконаний за каркасною схемою зі стандартних залізобетонних конструкцій. Приміщення розташоване в корпусі прямокутної форми, має блок підсобних приміщень. У блоці підсобних приміщень розміщене машинне відділення.

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.

Схема подачі холодильного агента - 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 обслуговують приміщення, що, джерела тепло- і холодопостачання, засобу 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.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ	Лист

1.2 Вихідні дані

Виставковий центр є одноповерховою будівлею зі сторонами 40 на 40 метрів. Висота до стелі 4,5м.

Чотири відділи виставковою площею по 300 м²

Два відділи виставковою площею по 100 м²

Два відділи виставковою площею по 50 м²

Приміщення санітарного призначення та машинне приміщення 100 м²

34 працівника

200 відвідувачів

Вентиляція із системою кондиціонування й однією рециркуляцією.

Місце розташування. Місто Київ

Для міста Києва:

розрахункова літня температура 31 ° С

розрахункова зимова температура -21 ° С

відносна літня вологість повітря 66 %

відносна вологість повітря взимку 86 %

середньорічна температура 7,2 ° С

географічна широта 50,5 °

Підготовка повітря в виставкових залах та технічних приміщеннях.

1.3 Техніко-економічне обґрунтування проекту

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 загальобмінній 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 встаткування (вентилятори, калорифери, фільтри).

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ	Лист

Продуктивність систем місцевої витяжної вентиляції визначається технологічними й санітарними вимогами й не залежить від пори року.

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

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

Проектом передбачена фреонова холодильна машина одноступінчастого стиску. До складу машини входять: компресорний агрегат з конденсатором повітряного охолодження, кожухотрубний випарник, ресивер, фільтр-осушувач, регенеративний теплообмінник, щити арматурний і керування, терморегулювальні гвентилі. 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 проекту.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ	Лист

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика комфортного стану повітря

Сьогодні приділяється усе більше уваги до внутрішнього стану приміщень. При плануванні нового приміщення або реконструкції старого хочеться бути впевненими в тім, що все в новому приміщенні буде радісним і приємним, функціональним і зручним.

Повітря, як зовнішнє, так і внутрішнє, завжди містить певну кількість води. Її відсоток залежить від цілого ряду факторів. У середині приміщення вологість створюється рослинами, що перебувають у ньому, за рахунок утворення пари при готуванні їжі, при роботі посудомийних і пральних машин. Якась кількість води виділяється в повітря з матеріалів конструкції будинку й меблів. Звичайний подих людей і тварин також привносить свою лепту в підвищення вологості повітря.

Надлишкова вологість повітря проявляється, насамперед, на вікнах. При надлишковій тривалій вологості повітря волога конденсується на вікнах у вигляді крапельок води, які стікають униз на підвіконня й на підлогу. Проблема підвищеної вологості приміщення згодом стає усе гостріше, тому що стіни й внутрішні ізоляція поглинають водяну пару, що накопичуються в повітрі, особливо на кухні. Шкідливий вплив підвищеної вологості може проявляється навіть у вигляді чорних плям цвілі. Однак, якщо вологість у приміщенні занадто низька, то повітря стає сухим, що також позначається на здоров'я — ніс людини або постійно «закладають», або в ньому створюється відчуття сверблячки. Іншим серйозним наслідком періодичного підвищення вологості приміщень є поступове руйнування будинків. Такий вплив вологості часто стає помітним не відразу, але воно, проте, є. Каркас стіни, особливо поблизу вікон і дах — дві області в конструкції будинків, найбільше сильно піддані негативному впливу надлишкової вологості повітря в приміщеннях.

У будь-якому будинку приміщення наповнені міриадами забруднююче повітря мікрочастинок. Менш відомим забруднювачем повітря є газ формальдегід, що виділяється в повітря із синтетичних килимів, пінополіуританової ізоляції, матеріалів обробки приміщення, з меблів, штор і т.д.. Він внесений у список вірогідно канцерогенних речовин, має хронічну токсичність, негативно впливає на спадкоємну генетичну й

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

хромосомну мутацію, дихальні шляхи, очі, шкірний покрив, репродуктивні органи.

Ртуть із розбитих раніше ламп денного світла й інших приладів нікуди не зникає із приміщень, а накопичуються під підлогою. Окис азоту є одним з газів, що утворюються при роботі газових нагрівальних приладів, камінів, а також печей, що працюють на дровах або куті. Та й інші що використовують відкритий вогонь нагрівачі, у тому числі водяні нагрівачі й білизняні сушарки, також є джерелами окису азоту.

Нагрівальні прилади, що використовують відкритий вогонь, особливо газові плити, виділяють при роботі одноокис вуглецю, що також впливає на очі й дихальні шляхи людини. У повітрі приміщення завжди втримуються у зваженому стані різні тверді частки й мікроорганізми, які заносяться в будинок людиною, тваринами, а також проникають у нього з вентиляційних шахт, що втримуються в поганому стані, і повітроводів. Ці елементи також невидимі неозброєним оком, а деякі з них є мікробами, які при збільшенні вологості повітря починають швидко розмножуватися. У погано провітрюваних приміщеннях ці мікроорганізми можуть викликати неприємний захід, почуття дискомфорту, легкого нездужання у вигляді приступів чихання, а те й приводить до появи різних бактеріальних інфекцій.

Останні із забруднювачів повітря побутових приміщень виявлені у виділеннях різного роду хімічних речовин, що використовуються в косметиці й шампунях, різних речовинах, що чистять, пестицидах й інших хімічних і біологічних агентах. Часте користування цими продуктами в погано провітрюваних приміщеннях викликає алергійні реакції, подразнення й різні розлади дихальних шляхів. Дослідники встановили, що перебувають в водопровідній воді в мінімальні (безпечних) концентраціях токсичні речовини в процесі прання або мийки вивільняються з води. Особливо небезпечним агрегатом є посудомийна машина, тому що під час високотемпературної мийки створюються ідеальні умови для різноманітних хімічних реакцій, продукти яких попадають в атмосферу житла.

Дійсний перелік забруднювачів повітря житлових приміщень наведений не для того, щоб викликати зайве занепокоєння. Однак у результаті відсутності циркуляції повітря, поганого провітрювання приміщень і недостатнього припливу свіжого повітря створюються умови, при яких ці шкідливі речовини можуть діяти на людину інтенсивно й масовано, являючи безпосередню загрозу його здоров'ю. Експерти ВОЗ прийшли до висновку, що «якість повітря, характерне для внутрішнього середовища різних будівель і споруджень, виявляється більше важливим для

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

здоров'я людини і його благополуччя, чим якість повітря поза приміщенням».

Високоєфективні системи вентиляції, забезпечують житлові приміщення повітрям дуже високої якості.

Прагнення до кращого в одній області часто створює проблеми в іншій. Те ж саме відбувається при проектуванні ізоляції споруджуваних будинків. Майже зроблений ступінь ізоляції й щільна конструкція житла гарні для того, щоб не пропускати в нього холодне повітря з вулиці, і тим самим, зберігати тепло його мешканцям. Однак, разом з теплом щільно закритий будинок не випускає назовні й затхле повітря, зайву вологу й різні його забруднювачі. У результаті, «атмосфера» такого будинку стає шкідливою як для живучих у ньому людей, так і для нього самого.

Для усунення проблем, пов'язаних з небезпекою для здоров'я людей, вологе, зіпсоване повітря повинен виводитися назовні й замінитися свіжим. Знову вступник повітря повинен проникати в усі приміщення так, щоб забезпечувалося його повне й ефективно провітрювання.

2.2 Обґрунтування вибору температурного режиму в Приміщеннях

Повітря - це те природне середовище, через яку приділяється більша частина теплоти від людського організму.

Усереднені характеристики, що визначають комфортний стан 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 °С
відносна вологість повітря від	40% до 60%

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

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

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

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

2.3 Опис роботи центрального кондиціонера

Основними елементами центрального кондиціонера є:

1. Камера підготовки зовнішнього повітря яка складається з:
 - а) повітрозабірних решіток;
 - б) камери обслуговування воздухозабора;
 - 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.
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 краплевловлювачі 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.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

- 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.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Розрахункові дані

Розрахункова середньорічна температура 7,2 °C.

Температура по мокрому термометрі 25,73°C.

Температури й відносні вологості зовнішнього повітря в районі установки кондиціонера, відповідно:

літня $t = 31^{\circ}\text{C}$,

$\varphi = 66\%$

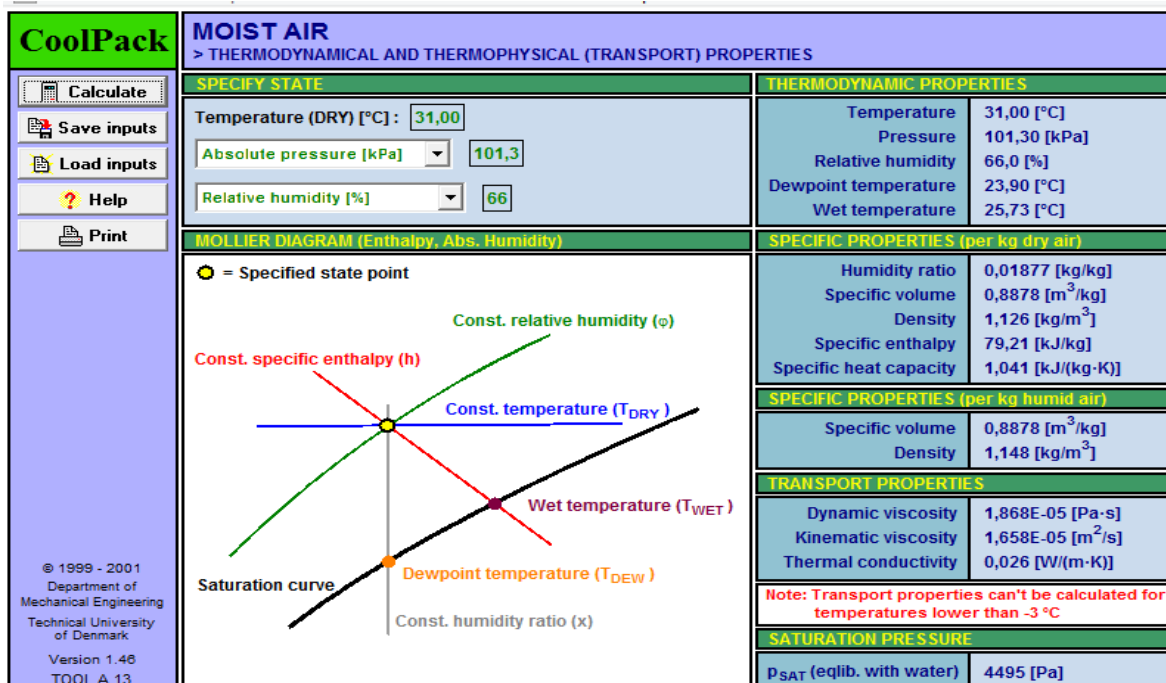
зимова $t = -21^{\circ}\text{C}$,

$\varphi = 86\%$

широта $50,5^{\circ}$

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

Розрахунок теплоприпливів через внутрішні огороження, що виходять у коридори, вестибюлі, тамбури не робимо.



Мал. 3.1

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

3.2 Розрахунок теплоприпливів крізь огороження.

Дійсне значення коефіцієнта теплопередачі визначаємо по формулі:

$$K^o = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B}\right) + \frac{\delta_{уз}^o}{\lambda_{уз}}} \quad (3.1)$$

Товщина теплоізоляційного шару огороження камер охолодження визначається за формулою:

$$\delta_{уз}^{mp} = \lambda_{уз} * \left[\frac{1}{K_{mp}} - \left(\frac{1}{\alpha_n} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_B} \right) \right] \quad (3.2)$$

λ_3 - коефіцієнти теплопровідності ізоляційного шару й будівельних матеріалів, складових

конструкцію огороження, Вт/м К,

$K_{тр}$ - оптимальний коефіцієнт теплопередачі огороження, прийнятий залежно від характеру огороження й температур по обох сторони від нього, Вт/м²К

α_n - коефіцієнт тепловіддачі із зовнішньої або більше теплої сторони огороження, Вт/м²К

α_B - коефіцієнт тепловіддачі із внутрішньої або більше холодної сторони огороження, Вт/м²К

δ_i - товщина окремих шарів конструкції огороження, м

λ_i - коефіцієнт теплопровідності будівельних шарів конструкції, Вт/м К.

3.3 Тепловий (калоричний) розрахунок

Теплоприпливи через конструкції, що обгороджують, Q_1 :

$$Q_1 = Q_{1T} + Q_{1C} \quad (3.3)$$

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

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

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

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

Q_{1C} - теплоприпливи від сонячної радіації.

$$Q_{1T} = k_d F \theta * 10^{-3} = k_d F * (t_n - t_v) * 10^{-3}, \text{кВт} \quad (3.4)$$

де: $K_{oд}$ - дійсний коефіцієнт теплопередачі огороження обумовлений при

розрахунку товщини ізоляційного шару $\text{Вт/м}^2 \text{К}$

F - площа поверхонь огороження, м^2

t_n - розрахункова температура повітря із зовнішньої сторони огороження, $^{\circ}\text{C}$

t_v - розрахункова температура повітря усередині охолоджуваного

охолоджуваного приміщення, $^{\circ}\text{C}$

Δt - розрахункова різниця температур (температурний напір), $^{\circ}\text{C}$

Таблиця 3.1

Площа загальна 1600 м^2

Висота стелі $4,5 \text{ м}$

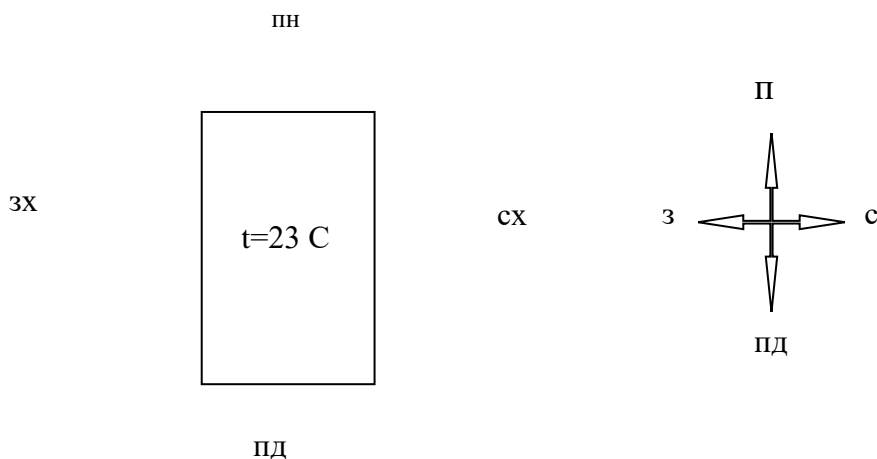
Огороження	K_d $\text{Вт/м}^2\text{К}$	F м^2	t_n $^{\circ}\text{C}$	t_v $^{\circ}\text{C}$	θ $^{\circ}\text{C}$	Q_{1T} кВт	t_c $^{\circ}\text{C}$	Q_{1C} кВт	Q_1 кВт
СВПн	1,2	180	32	23	9	1,944	3	0,648	2,592
СВСх	1,2	180	32	23	9	1,944	6	1,296	3,240
СЗПд	1,2	180	32	23	9	1,944	5	1,08	3,024
СВЗх	1,2	180	32	23	9	1,944	6	1,296	3,240
покриття	1,4	1600	45	23	22	49,280	6	13,44	62,720
підлога	0	1600	23	23	0	0,000	0	0	0,000
									74,816

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист



Теплоприплив від сонячної радіації крізь скло.

$$Q = F * q_c \tag{3.5}$$

де: F - площа поверхні огороження, що опромінює сонцем, m^2
 q_c - теплоприплив, що характеризує дію сонячної радіації в літню пору, залежно від географічного напрямку $кВт/м^2$

Північна стіна $20 * 0,052 = 1,04$ кВт

Південна стіна $10 * 0,170 = 1,7$ кВт

Східна, західна стіни $10 * 0,200 * 2 = 4$ кВт

$$\sum Q_{1c} = 1,04 + 1,7 + 4 = 6,74 \text{ кВт}$$

$$\sum Q_1 = 74,8 + 6,74 = 81,54 \text{ кВт}$$

Теплоприливи від вентиляції Q_2

визначаємо по формулі:

$$Q_{2np} = \frac{\Delta h M}{3600}, \text{ кВт} \tag{3.6}$$

$$Q_2 = 234 * 10 * 1,15 * (78 - 44) / 3600 = 25,41 \text{ кВт}$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

де: M - витрата повітря вентиляції $\text{м}^3/\text{год.}$,
 V -норма витрати повітря на одну людину 10 м^3
 $\rho_{32}^{0\text{C}} = 1,15 \text{ кг/м}^3$
 Δh - різниця питомих ентальпій відповідним початковим і кінцевим температурам повітря кДж/кг.

Експлуатаційні теплоприпливи Q_4

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

$$Q_4 = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 \quad (3.7)$$

Теплоприплив від висвітлення q_1 (кВт) розраховуємо по формулі:

$$q_1 = AF * 10^{-3}, \text{кВт} \quad (3.8)$$

де : A - теплота, виділювана джерелами висвітлення в одиницю часу на 1 м^2 площі підлоги, Вт/м $A = 4,7 \text{ Вт/м.}$;

F - площа приміщення, м^2

$$q_1 = 4,7 * 1600 = 7,52 \text{ кВт}$$

Тепло припливи від перебування відвідувачів q_2 (кВт)

$$q_2 = 0,104 * n \quad (3.9)$$

$$q_2 = 0,104 * 34 = 3,54 \text{ кВт}$$

$$q_2 = 0,074 * 200 = 14,8 \text{ кВт}$$

де : $0,074$ та $0,104$ - тепловиділення однієї людини для різної активності, кВт;

n - число відвідувачів - 200 чоловік.

n - число працівників обслуги - 34 чоловік.

Теплоприплив від працюючих електроприладів q_3

(кВт) при розташуванні електроприладів в охолоджуваному приміщенні визначаємо по формулі:

$$q_3 = N_{\Sigma}, \text{кВт} * 0.1 \quad (3.10)$$

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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ	Лист

у попередніх розрахунках можна орієнтовно приймати $0,1 N_3$ кВт

$$q_3 = 0,1 * 10 = 1 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{общ}} = 81,54 + 25,41 + 7,52 + 18,34 + 1 = 133,81 \text{ кВт}$$

Розраховуємо загальну кількість вологовитоків W

$$W = 22,2 * 234 / 10^6 = 0,0052 \text{ кг/с}$$

$$W_{\text{общ}} = 0,75 * 8 / 10^3 = 0,0059 \text{ кг/с}$$

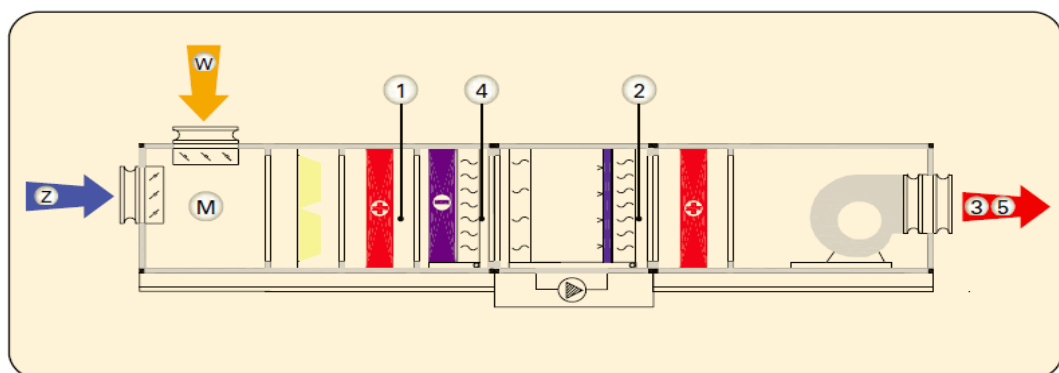
$$W_{\text{общ}} = 0,0052 + 0,0059 = 0,011 \text{ кг/с}$$

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

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

3.4 Розрахунок системи кондиціонування повітря з однією рециркуляцією

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



Мал.3.2

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

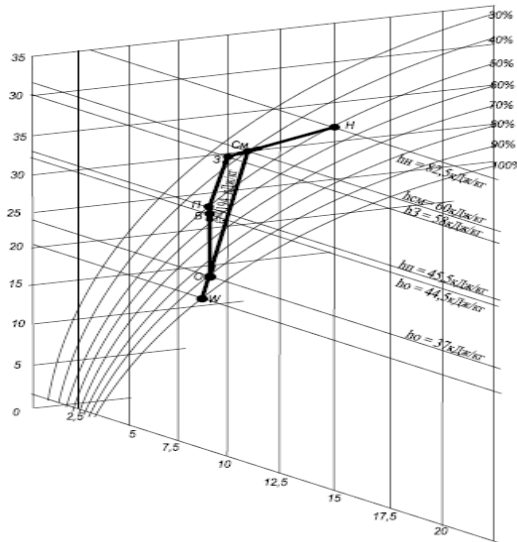
Лист

Система кондиюнування повітря із застосуванням першої рециркуляції: 1 - рециркуляційний вентилятор; 2 - повітрянагрівач 1-го підігріву; 3 -насос; 4 - камера зрошення; 5 - повітрянагрівач 2-го підігріву; 6 - вентиляційний агрегат кондиціонера

У теплий період року з метою економії холоду зовнішнє повітря змішується з більше холодним внутрішнім повітрям. Суміш очищається у фільтрі, прохолоджується й осушується в камері зрошення, а потім, при необхідності, нагрівається в повітрянагрівачі другого підігріву.

Оброблене повітря подається в обслуговує, що, з параметрами приточного повітря. У приміщенні приточний повітря асимілює тепло- і вологоприпливи, його параметри зрівнюються з параметрами внутрішнього повітря. Частина повітря, що видаляє із приміщення, повертається на рециркуляцію, іншу кількість віддаляється назовні. У холодний період з метою економії теплоти суміш теплого повітря приміщення й холодного зовнішнього очищається у фільтрі- і перегрівається в повітрянагрівачі першого підігріву, обробляється в камері зрошення, підігрівається в повітрянагрівачі другого підігріву до необхідних параметрів припливного повітря й надходить у приміщення.

Кількість зовнішнього повітря де G_H кг/ч, $G_{конт}$ — витрата повітря, що проходить через камеру зрошення, кг/ч



Мал.3.3

Побудуємо на h,d -діаграмі процес кондиюнування повітря в теплий період року при схемі його обробки з однією рециркуляцією для приміщення суспільного будинку. Визначимо витрати припливного G ,

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

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

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

кг/ч, і рециркуляційного повітря G_p , кг/ч, витрати теплоти Q , Вт, і холоду Q Вт, а також кількість води, що сконденсувалася, M , кг/ч, при наступних умовах.

Побудова на H, d -діаграмі зміни стану повітря в кондиціонері з першою рециркуляцією для теплого періоду року вихідних даних:
 $t_n = 32^\circ\text{C}$; $h_n = 79,1$ кДж/кг; $t_p = 23^\circ\text{C}$; $h_p = 44$ кДж/кг; $Q_n = 133,81$ кВт;

$M_{gHI} = 0,011$ кг/с; $t_b = 8^\circ\text{C}$.

Побудова:

1. На H, d -діаграму наносимо крапки H , B , що відповідають параметрам зовнішнього й внутрішнього повітря .

2. Обчислюємо кутовий коефіцієнт лучачи процесу

$$\varepsilon = 133810/0,011 = 12164 \text{ кДж/кг.}$$

3. На d, h -діаграмі через крапку Π проводимо промінь процесу до перетинання з температурою повітря вихода з приміщення, на ходимо крапку Z , що відповідає параметрам рециркуляційного повітря:

$$\varphi = 35\%; h = 54,5 \text{ кДж/кг; } d_n = 8,5 \text{ г/кг. } t_{\text{вих}} = 30^\circ\text{C}$$

4. Через крапку Π проводимо лінію $d_n = \text{const}$ до перетинання із кривій $\varphi = 90\%$, знаходимо крапку O , що відповідає параметрам повітря, що виходить із камери зрошення: $t_o = 13,2^\circ\text{C}$; $\varphi_{\text{про}} = 90\%$; $h_o = 35$ кДж/кг $d_o = 8$ г/кг. Від крапки Π униз по $d = \text{const}$ відкладаємо відрізок, рівний 1°C , що відповідає нагріванню повітря у вентиляторі й воздуховодах, одержуємо крапку Π' , що відповідає параметрам повітря після повітрянагрівача другого підігріву: $t = 22^\circ\text{C}$; $\varphi = 51\%$; $h_{\Pi'} = 44$ кДж/кг.

5. Визначаємо, витрата повітря по формулі (IV. 51):

$$G_{\text{конд}} = 133,810 / (54,5 - 44) = 12,74 \text{ кг/с} = 45877,7 \text{ кг/ч} = \mathbf{39894 \text{ м}^3/\text{ч}}$$

6. На $H-d$ -діаграмі знаходимо крапку H , що відповідає параметрам, зовнішнього повітря при $t_n = 32^\circ\text{C}$; $h_n = 74,8$ кДж/кг, $d_n = 16,8$ г/кг,

7. Розрахуємо теплове навантаження повітрянагрівача другого підігріву

$$Q_2 = 12,74 * (43 - 35) = 101,92 \text{ к Вт.}$$

8. Визначаємо кількість зовнішнього повітря при

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ	Лист

$$G_H = 10 \cdot 234 \cdot 1,15 = 0,74 \text{ кг/с} = 2691 \text{ кг/ч} = 2340 \text{ м}^3/\text{ч}$$

9. Знаходимо кількість рециркуляційного повітря

$$G_p = 12,74 - 0,74 = 12 \text{ кг/с} = 43200 \text{ кг/ч} = 37565 \text{ м}^3/\text{ч}$$

10. Розрахуємо питому ентальпію суміші рециркуляційного й зовнішнього повітря

$$h_c = (12 \cdot 54,5 + 0,74 \cdot 79,1) / 12,74 = 55,68 \text{ кДж/кг.}$$

Визначаємо інші параметри по d,h-діаграмі: $t_c = 30^\circ\text{C}$; $\phi_c = 39\%$; $d_c = 10,5 \text{ г/кг.}$

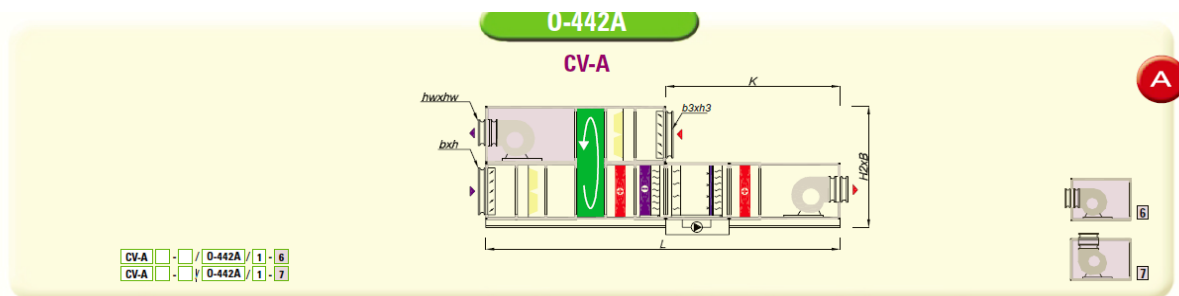
11. Обчислюємо потребу в холоді камери зрошення

$$Q_x = 12,74 \cdot (55,68 - 35) = 263,5 \text{ кВт.}$$

12. Кількість води, що конденсується в камері зрошення,

$$M_o = 12,74 \cdot (10 - 8,0) \cdot 10^{-3} = 0,025 \text{ кг/с.}$$

Приймаємо кондиціонер фірми CLIMA CV-A7 $G_{\text{конд}} = 18000/45700 \text{ м}^3/\text{год}$



CV-A - - / O-442A / 1 - 6
CV-A - - / O-442A / 1 - 7

CV-A 7 - - F - / O-442A / 1 - 7 -

CV-A	V _{min} [m³/h]	V _{opt} [m³/h]	V _{max} [m³/h]	L [mm]	B [mm]	H2 [mm]	L1 [mm]	L2 [mm]	L3 [mm]	Ln [mm]	L4 [mm]	K [mm]	Bo [mm]	b x h [mm]	b3 x h3 [mm]	hw [mm]	m [kg]
1	1 500	3 200	3 700	4 900	710	1 656	2 330	-	-	1 000	1 570	2 570	1 420	650 x 660	650 x 605	322	1 143 - 1 229
2	2 250	5 100	6 000	4 900	1 018	1 656	2 330	-	-	1 000	1 570	2 570	1 420	950 x 660	950 x 605	361	1 393 - 1 574
3	3 350	8 000	9 400	4 900	1 018	2 272	2 330	-	-	1 000	1 570	2 570	1 920	950 x 970	950 x 915	453	1 726 - 1 937
4	4 450	11 200	12 900	5 660	1 323	2 272	2 710	-	-	1 000	1 950	2 950	1 920	1 250 x 970	1 250 x 915	507	2 230 - 2 585
5	6 850	16 500	17 350	5 660	1 323	3 024	2 710	-	-	1 000	1 950	2 950	2 370	1 250 x 1 350	1 250 x 1 295	638	2 709 - 3 066
6	9 400	21 500	25 400	7 200	1 651	3 074	1 950	530	1 190	1 200	2 330	3 530	2 900	1 560 x 1 350	1 560 x 1 350	715	4 146 - 4 986
7	18 000	38 500	45 700	7 960	1 956	4 334	2 330	530	1 190	1 200	2 710	3 910	3 700	1 860 x 1 970	1 860 x 1 970	898	6 077 - 7 313
8	23 000	45 500	54 600	7 960	2 269	4 334	2 330	530	1 190	1 200	2 710	3 910	3 700	2 170 x 1 970	2 170 x 1 970	1 007	6 846 - 8 500

Мал.3.4

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

3.5 Розрахунок политропічної осушувальної камери

Знаходимо питому ентальпію повітря якщо температура води $t_B^H=10,5^{\circ}\text{C}$, по формуле:

$$h_{\text{нас}}=1,26+2,85t_{\text{н.в.}} \quad (3.11)$$

$$h_{\text{нас}}=1,26+2,85 \cdot 10,5=31,18 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

где: $t_{\text{н.в.}}$ = температура воды, подаваемой в оросительной камере, $^{\circ}\text{C}$
Обчислюємо параметр a , що характеризує конструктивні і гідродинамічної особливості камери за формулою:

$$a = \frac{h_n - h_k}{(h_n - h_{\text{нас}})(1 + 0,000716(h_n - h_{\text{нас}}) + 0,00351(54 - h_{\text{нас}}))} \quad (3.12)$$

$$a = \frac{55,68 - 35}{(55,68 - 31,18)(1 + 0,000716(55,68 - 31,18) + 0,00351(54 - 31,18))} = 0,75$$

Коэффициент зрошення, $\frac{\text{кг}}{\text{кг}}$, определяем по формуле:

$$M=0,294 \exp(2,99a) \quad (3.13)$$

$$M=0,294 \exp(2,99 \cdot 0,75) = 2,76 \frac{\text{кг}}{\text{кг}}$$

Коэффициент эффективности зрошувальної камери обчислюємо по формулі:

$$E_{\text{пол}} = 1 - \exp(-1,19M^2) \quad (3.14)$$

$$E_{\text{пол}} = 1 - \exp(-1,19 \cdot 2,4^2) = 0,9984$$

Массовый виток воды в ОК, $\frac{\text{кг}}{\text{час}}$, определяем по формулі:

$$G_B = L \times \rho \times \mu \quad (3.15)$$

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

ρ – густина насиченого повітря, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

$$G_B = 12,74 \times 2,76 = 35,2 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Температуру нагрітої води, $^{\circ}\text{C}$, знаходимо по формулі:

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

$$t_{к.в} = t_{н.в} \frac{h_H - h_K}{4,19\mu} \quad (3.16)$$

$$t_{к.в.} = 10,5 + (55,68 - 35) / 4,19 / 2,76 = 12,28 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Розрахуємо кількість води яка йде на випарювач

$$G_{\text{ХОЛ}} = G_{\text{ВОД}} * (t_{кв} - t_{нв}) / (t_{кв} - t_{\text{ХОЛ}})$$

$$G_{\text{ХОЛ}} = 35,2 * (1,78 / 4,5) = 13,92 \text{ кг/с}$$

Расход холода (теплове навантаження на компресор), кВт, знаходимо по формулі:

$$Q_{\text{ХОЛ}} = 13,92 * 4,19 * (10,5 - 6) = 245 \text{ кВт}$$

3.6 Визначення навантаження на компресор і випарник

$$Q_0 = \frac{k \times Q_x}{b} \quad (3.17)$$

где: k – коэффициент, учитывающий потери в трубопроводах
b – коэффициент рабочего времени

$$Q_0 = \frac{1,12 \times 245}{0,95} = 288,8 \text{ кВт}$$

3.7 Визначення температурних режимів роботи холодильної машини

Температура кипіння розраховуємо по формуле:

$$t_0 = t_{\text{ВЫХ}} - 2^\circ\text{C} \quad (3.18)$$

$$t_0 = 6 - 2 = 4^\circ\text{C}$$

Температура конденсації розраховується по формуле:

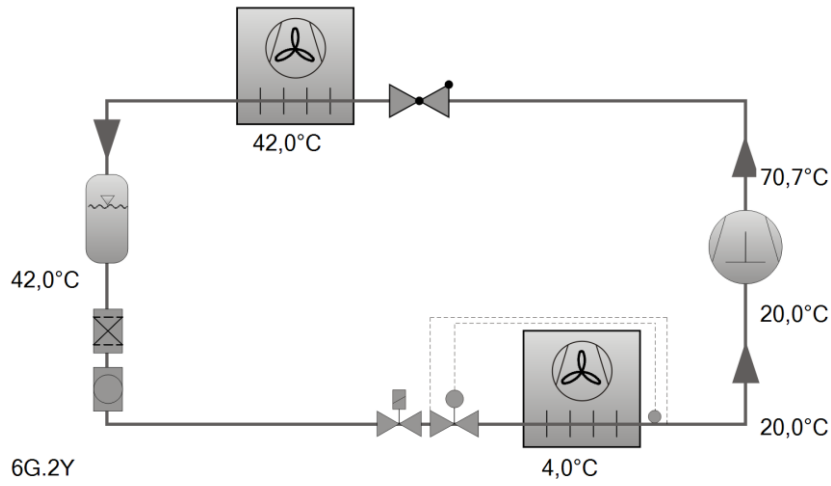
$$t_k = t_{\text{НАРУЖ}} + 11^\circ\text{C} \quad (3.19)$$

$$t_k = 31 + 11 = 42^\circ\text{C}$$

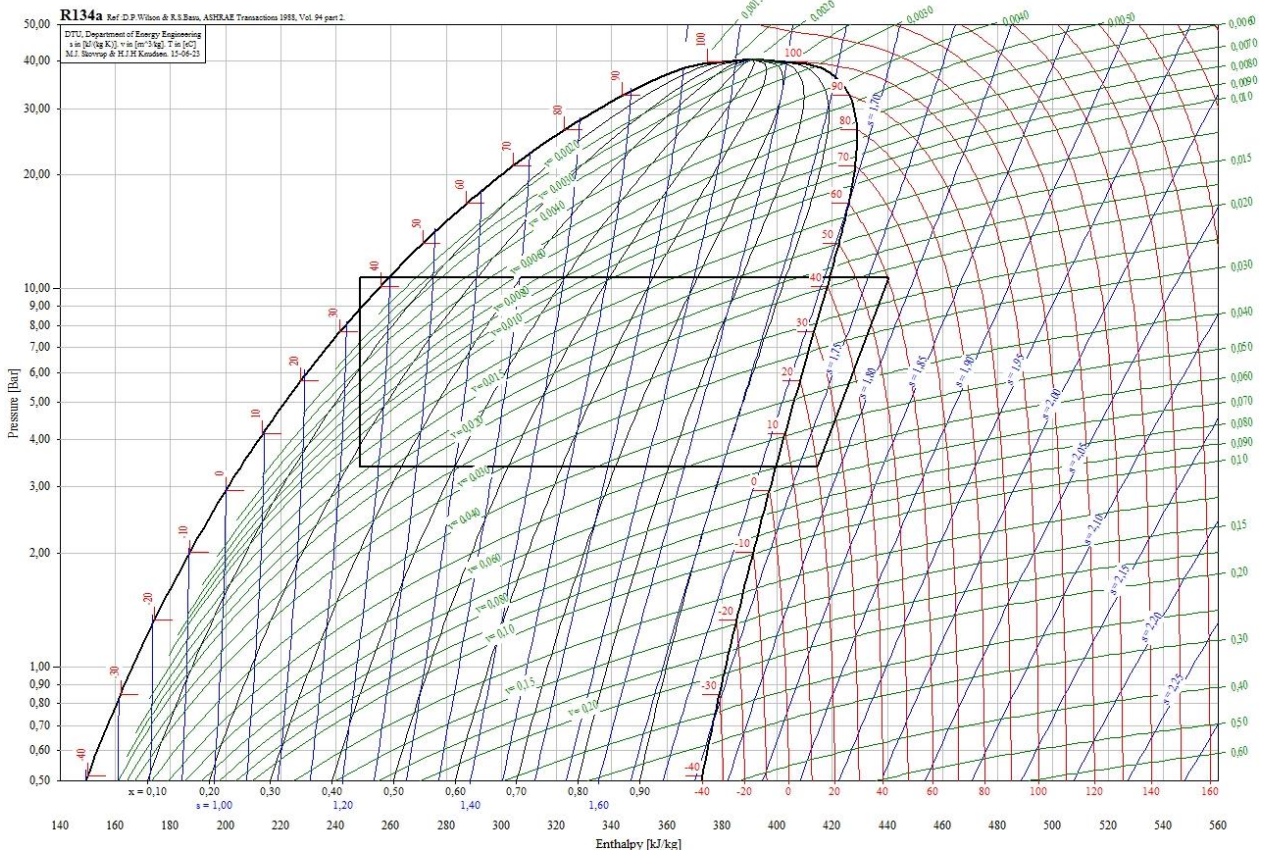
3.8 Побудова циклу холодильної машини и зняття параметрів вузлових точок

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ	Лист



Мал.3.5



Мал.3.6

Одноступінчатий цикл на температуру кипіння 4°C

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 3.2

Номер	Параметри			
	t, °C	P, МПа	h, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$	V, $\frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$
0	4	0,34	400	-
1`	10	0,34	405	0,066
1	20	0,34	415	-
2	60	1,2	440	-
3`	42	1,2	260	-
3	32	1,2	250	-
4	4	0,34	250	-

3.9 Тепловий розрахунок и вибір компресора

Удельная масова холодопродуктивність холодильного агенту, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, розраховується по формуле:

$$q_o = h_o - h_4 \quad (3.20)$$

$$q_o = 400 - 250 = 150 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Масові витрати пару, $\frac{\text{кг}}{\text{с}}$, розраховується по формулі:

$$M_d = \frac{Q_o}{q_o} \quad (3.21)$$

$$M_d = \frac{288,8}{150} = 1,92 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

где: Q_o —нагрузка на компресор, кВт.

Дійсна об'ємна подача, $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$, розраховується по форм

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

$$V_d = m_d \times V_1 \quad (3.22)$$

$$V_d = 1,92 \times 0,066 = 0,127 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

де: V_1 – питомий обсяг всмоктуваної пари, $\frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$.

Коефіцієнт подачі компресора розраховується по формулі:

$$\lambda = \lambda_c \times \lambda_{\omega 1} \quad (3.23)$$

$$\lambda = 0,927 \times 0,812 = 0,753$$

Коефіцієнт впливу мертвого пространства на роботу компресора розраховується по формулі:

$$\lambda_c = 1 - c \left[\left(\frac{P_{np}}{P_o} \right)^{1/m} - 1 \right] \quad (3.24)$$

$$\lambda_c = 1 - 0,03 \left[\left(\frac{1,2}{0,34} \right)^{1/1} - 1 \right] = 0,927$$

Коефіцієнт схованого расходу компресора розраховується по формулі:

$$\lambda_{\omega} = \frac{T_o + \theta}{\alpha T_k + \beta \theta} \quad (3.25)$$

где: $\theta = T_1 - T_o = 293 - 277 = 16 \text{ K}^{\circ}$; $\alpha = 1,12$; $\beta = 0,5$

$$\lambda_{\omega} = \frac{277 + 16}{1,12 * 315 + 0,5 * 16} = 0,812$$

Теоретична об'ємна подача, $\frac{\text{м}^3}{\text{с}}$, розраховується по формулі:

$$V_T = \frac{V_d}{\lambda} \quad (3.26)$$

$$V_T = \frac{0,127}{0,753} = 0,169 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

Підбираю компресор Bitzer 66F-80,2Y с сумарною теоретичною

подачею $0,168 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$:

Питома об'ємна холодовидача в робочих умовах, $\frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$, розраховується по формулі:

$$q_v = \frac{q_o}{v_1} \quad (3.27)$$

$$q_v = \frac{150}{0,066} = 2273 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$$

Адиабатна потужність, кВт, розраховується по формулі:

$$N_a = m_d \times (h_2 - h_1) \quad (3.28)$$

$$N_a = 1,92 \times (440 - 415) = 48 \text{ кВт}$$

Индикаторный КПД розраховується по формулі:

$$\eta_i = \lambda_\omega + b \times t_o, \quad b = 0,001 \quad (3.29)$$

$$\eta_i = 0,812 + 0,0025 \times 4 = 0,816$$

Индикаторная потужність ,кВт, розраховується по формулі:

$$N_i = \frac{N_a}{\eta_i} \quad (3.30)$$

$$N_i = \frac{48}{0,816} = 58,8 \text{ кВт}$$

Потужність тертя, кВт, розраховується по формулі:

$$N_{тр} = V_{т} \times P_{тр}, \quad P_{тр} = 40 \text{ Н} \quad (3.31)$$

$$N_{тр} = 0,099 \times 40 = 3,96 \text{ кВт}$$

Ефективна потужність, кВт, розраховується по формулі:

$$N_e = N_i + N_{тр} \quad (3.32)$$

$$N_e = 58,8 + 3,96 = 62,78 \text{ кВт}$$

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

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

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

Потужність на валу двигуна ,кВт,розраховується по формулі:

$$N_{дв}=(1,1\div 1,12)\times \frac{N_e}{\eta_n} \quad (3.33)$$

$$N_{дв}=1,1\times \frac{62,78}{0,96}=65,4 \text{ кВт}$$

Ефективна удельна холодопроизводительность, или холодильный коэффициент розраховується по формулі:

$$\varepsilon_e = \frac{Q_o}{N_e} \quad (3.34)$$

$$\varepsilon_e = \frac{288,8}{62,78} = 4,6$$

Тепловий потік в конденсаторі ,кВт,розраховується по формулі:

$$Q_k=m_d \times (h_2-h_3) \quad (3.35)$$

$$Q_k=1,92 \times (440-260)=345,6 \text{ кВт}$$

Технічні характеристики одноступеневого компресора Bitzer 66F-80,2Y

Таблиця 3.3

Показник	Компресор Bitzer 66F-80,2Y
Холодопродуктивність, кВт	175
Потребляемая потужність, кВт	45,5
Кол-во масла OptisionBSE 55, дм ³	9,5
Теоретическая объемная холодопродуктивність КМ V _{км} м ³ /с	0,084
Условный диаметр трубопроводов, мм на входе х/а на выходе	NW42*2 NW74

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

Technical Data: 66F-80.2Y

Displacement (1450 RPM 50Hz)	303.2 m³/h
Displacement (1750 RPM 60Hz)	365.9 m³/h
No. of cylinder x bore x stroke	6+6 x 82 mm x 55 mm
Motor voltage (more on request)	380. 420V PW-3-50Hz
Max. running current	2x78.0 A
Winding ratio	50/50
Starting current (Rotor locked)	2x180.0 A Y / 2x323.0 A YY
Weight	519 kg
Max. pressure (LPI/HPI)	19 / 28 bar
Connection suction line	76 mm - 3 1/8"
Connection discharge line	2x42 mm - 1 5/8"
Connection cooling water	R 3/4"
Oil type R134a/R407C/R404A/R507A	tc<55°C: BSE32 / tc>55°C: BSE55 (Option)
Oil type R22 (R12/R502)	B5.2 (Standard)

Мал.3.7

Technical Data: 66F-80.2Y

Oil type R22 (R12/R502)	B5.2 (Standard)
Oil charge	9.50 dm³
Crankcase heater	2 x 140 W (Option)
Oil pressure monitoring	MP54 (Option)
Oil service valve	Option
Discharge gas temp. protection	Option
Motor protection	INT69VS (Standard), INT389 (Option)
Enclosure class	IP54 (Standard), IP66 (Option)
Start unloading	Option
Capacity control	100-83-66-33-17% (Option)
Additional fan	Option
Water-cooled cylinder heads	Option
CIC System	Option
Vibration dampers	Standard

Мал.3.8

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

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

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

3.10 Тепловой розрахунок и підбір конденсатора

Площа поверхні конденсатора, яка передає тепло, розраховується по

формулі:
$$F = \frac{Q_k}{k \times \theta_m} \quad (3.36)$$

$$F = \frac{345,6}{8,88 \times 0,3} = 130 \text{ м}^2$$

где: Q_k —сумарний тепловой поток в КД от всех групп компрессорів,кВт;

k —коэффициент теплопередачи конденсатора, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$;

θ_m —средняя логарифмична різниця температур між х/а и охолоджуючою середою, ° С.Средня логарифмічна різниця температур розраховується по

формулі:
$$\theta_m = \frac{t_{п2} - t_{п1}}{2,3 \lg \frac{t_k - t_{п1}}{t_k - t_{п2}}} \quad (3.37)$$

$$\theta_m = \frac{35 - 31}{2,3 \lg \frac{42 - 31}{42 - 35}} = 8,88^\circ \text{C}$$

где: Q_k —сумарний тепловий поток в КД от компрессора, кВт;

$C_{п}$ —удельная теплоемність повітря

$\rho_{п}$ — густота повітря, $\rho_{п} = 1,06 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

$t_{п2} - t_{п1}$ - подогрев повітря в КД, °С.

Заказчик		Описание	
Дата	04.07.2022		
Тип оборудования	ALFAGREEN		
Модель	2 x AC S903C - 6P		
Energy Efficiency Class	D		
Требуемая мощность	345,00	kW	
Запас	4,6	%	
Рассчитанная нагрузка	360,93	kW	
Высота(над уровн.моря)	0	m	
Электродвигатель	2v-3Ph		
Длина	5720	mm	
Высота	1490 (V) / 1465 (H)	mm	
Глубина	795 (V) / 1550 (H)	mm	
Стандартный вес	651	kg	
Тип расчета	Расчет / СТАНДАРТНЫЙ		

Мал.3.9

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

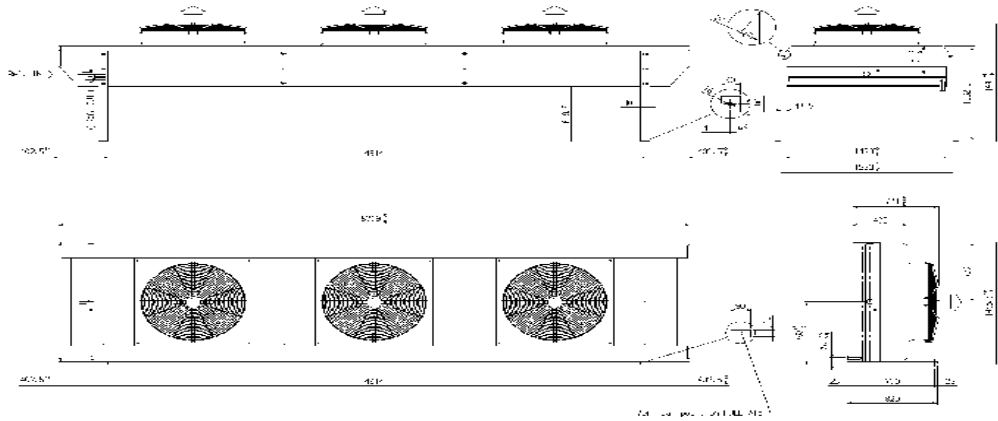
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

Хладагент	R134a	
Температура воздуха Вх/Вых	31,0 / 39,8	°C
Температура конденсации	42,0	°C
Разность температур	11,0	°C
Данные вентилятора (для 1 шт.)		
Расх воздуха: Высокий	63694	m ³ /h
Кол-во вентиляторов	3	-
Диаметр вентилятора	910	mm
Скорость вращения	860	1/min
Ур. шума мощн /давл. (10,0 м)	90 / 58	dB(A)
Энергопотребление раб/ном	4500 / 4950	W
Напряжение	400(D)	V
Ток (*)	10,50	A
Данные теплообменника		
Материал трубы	Cu	
Материал ламели	Al	
Расстояние м-ду ламелями	2,1	mm
Поверхность	903,3	m ²
Внутр.объем	80	m ³
Патрубки (Вх - Вых)	60 mm - 48 mm	dm ³

Мал.3.10



ГОСТ	ГОСТ	ГОСТ	ГОСТ	ГОСТ	ГОСТ	ГОСТ	ГОСТ
104	104	104	104	104	104	104	104
104	104	104	104	104	104	104	104
104	104	104	104	104	104	104	104

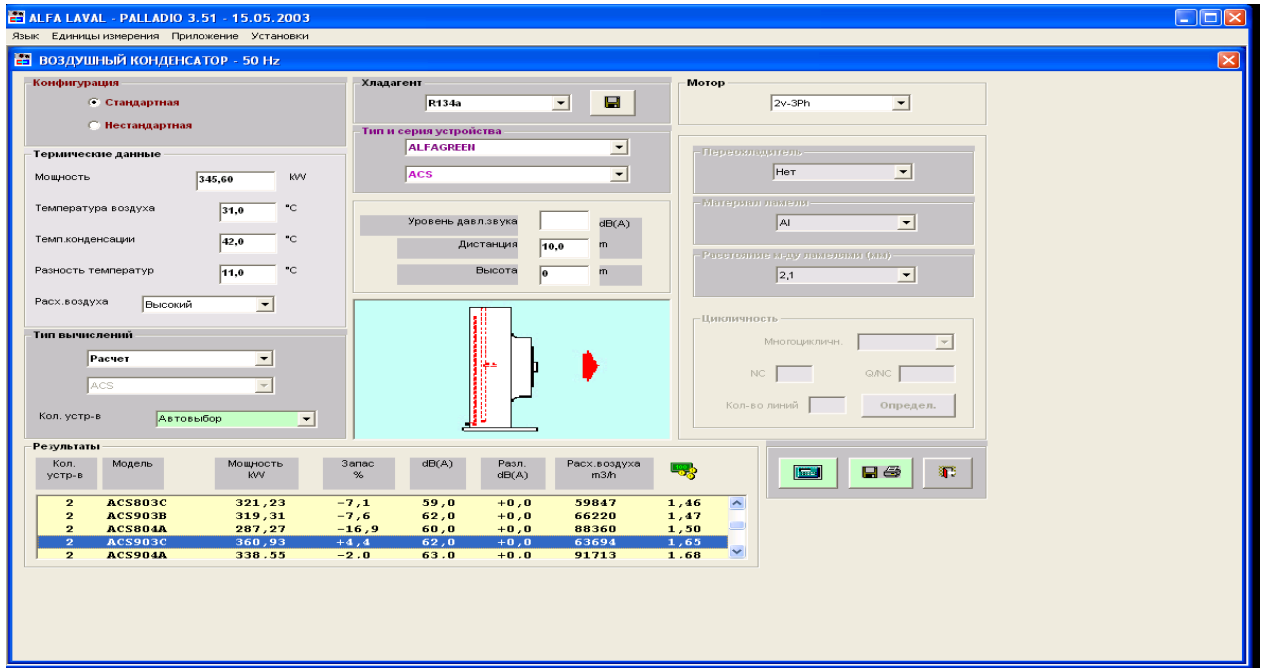
Мал.3.11

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист



Мал.3.12

3.11 Тепловий розрахунок и підбір випарника

Площа теплопередаючої поверхні випарника розраховуємо по формулі:

$$F = \frac{Q_{об}}{k \Delta t} = \frac{Q_{об}}{q_f} \quad (3.38)$$

где: $Q_{об}$ —сумарна нагрузка на випарник, определенная расчетом, кВт;

k – коефіцієнт теплопередачи прибора охлаждения $\frac{Вт}{м^2К}$;

Δt –Різниця температур між киплячим х/а и хладоносієм, °С.

q_f —удельный тепловой поток, $\frac{Вт}{м^2}$.

$$F = \frac{288,8}{6000} = 48,1 м^2$$

Підбираємо випарювач ALFA LAVAL DRYPLUS DXS47

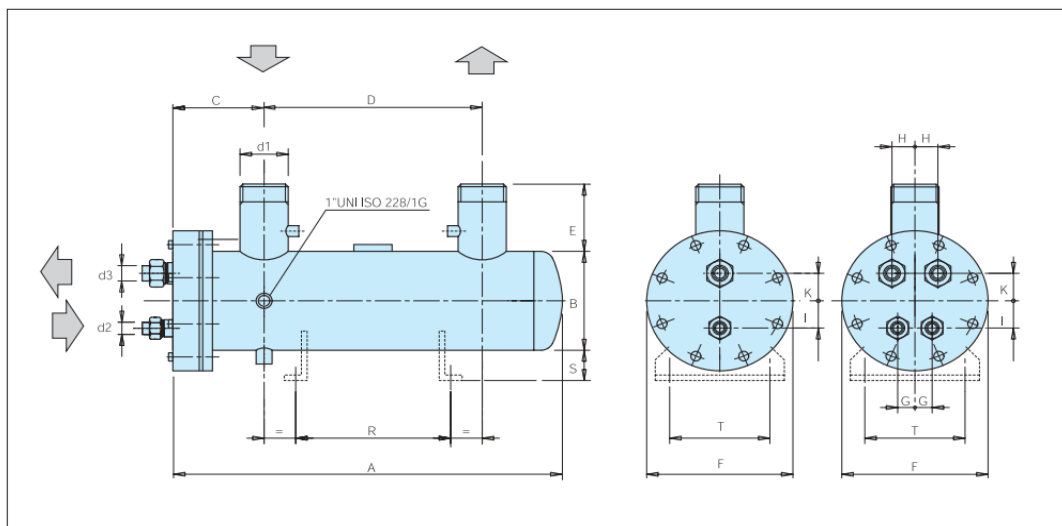
Полп. и дата	
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Полп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ	Лист

18-47 кВт

Номинальные условия	Модель	DXS18	DXS28	DXS35 DXD35	DXS47 DXD47
Хладагент: R407c Т _{вык} рассола = 12°C Т _{вык} рассола = 7°C (8 °C для DXS 18/28) Т _к = 45,26 °C Т _{исп} = 2,75 °C ΔТ _{переход} = 3K; ΔТ _{перегр} = 5K Смазочное масло ISO68	Q _H [кВт]	18,6	28,2	35,1	47
	W _H [м³/ч]	4	6	6	8
	W _M [м³/ч]	6,3	8	10	11,4
	Δр _H [бар]	0,16	0,29	0,27	0,41

Мал.3.13



Мал.3.14

Инд. № подл.	Подп. и дата			
Взам. инв. №	Инд. № дубл.			
Подп. и дата	Подп. и дата			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

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

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

Модель			DXS 18	DXS 28	DXS 35	DXD 35	DXS 47	DXD 47
Размеры	A	мм	887	1037	1257	1257	1407	1407
	B	мм	140	140	140	140	140	140
	C	мм	97	97	107	107	107	107
	D	мм	690	840	1040	1040	1190	1190
	E	мм	130	130	130	130	130	130
	F	мм	195	195	195	195	195	195
	G	мм	-	-	-	30	-	30
	H	мм	-	-	-	35	-	35
	K	мм	30	30	30	30	30	30
	I	мм	32	32	32	30	32	30
	L	мм	-	-	-	-	-	-
	M	мм	-	-	-	-	-	-
	O	мм	-	-	-	-	-	-
	Опоры	R	мм	550	650	800	800	950
S		мм	60	60	60	60	60	60
T		мм	160	160	160	160	160	160
Соединения	d1	-	T11	T11	T2	T2	T2	T2
	d2	-	RB-22	RB-22	RB-22	RA-16	RB-22	RA-16
	d3	-	RC-35	RC-35	RC-35	RC-28	RC-35	RC-28
Объемы – Вес	Vn	дм ³	3,5	4,2	5	5	5,7	5,7
	VH ₂ O	дм ³	6,7	7,9	9,5	9,5	11	11
	P	кг	33	37	42	42	45	45
Категория PED*			I	I	I	I	I	I

Мал.3.15

Витрата охолоджуючої води, що надходить на КД

$$V_B = \frac{Q_0}{C_B \cdot \rho_B \cdot (t_{B2} - t_{B1})} \quad (3.39)$$

$$V_B = \frac{288,8}{4,19 \cdot 1000 \cdot 6} = 0,011 \text{ м/с}$$

где Qk - сумарний тепловий потік у КД від усіх груп компресорів, кВт

Cв - питома теплоємність води, Cв = 4,19 кДж/кг К

ρв - густина води, ρв = 1000 кг/м³

tв2 - tв1 - підігрів води в КД, °С

Підбираємо 2 насоси консольні К 45/30 З з витратою води 18 л/с.

Електрична потужність одного насоса 7,5 кВт

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

3.12 Розрахунок і вибір допоміжного устаткування

Лінійний ресивер

(3.40)

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

де: $V_{исп}$ - місткість випарної системи, м²

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

$\Sigma V_{в/о}$	$V_{пр}$
0,08	0,12

Підбираємо лінійний ресивер місткістю 120 дм³,

Теплообмінники

Теплообмінники підбираються по площі теплообмінної поверхні змійовика

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

(3.41)

Теплове навантаження на теплообмінник, кВт

$$Q_{PTO} = m \cdot (h_3 - h_3') = m \cdot (h_1 - h_1')$$

(3.42)

$$Q_{PTO, t_0 = -10} = 0,192 * (443 - 433) = 0,192 * (615 - 605) = 1,92 \text{ кВт}$$

$$F_{т.о.} = 1,92 * 10^3 / 250 * 21 = 0,365 \text{ м}^2$$

Підбираємо теплообмінник марки РТ-60

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

Таблиця 3.4 Технічна характеристика теплообмінників

	РТ-60
Площа зовнішньої поверхні, м ²	0,63
Діаметр патрубків, мм	
Рідини	10*1
Пари	28*1,5
Довжина труби, м	8

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

4 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

4.1 Організація ремонту й монтажу холодильного встаткування.

Монтаж холодильного встаткування - це комплекс робіт з його налагодження, пуску й експлуатації.

Розрізняють три різних способи проведення механічних робіт: державний, підрядний і змішаний.

До початку монтажних робіт проводять організаційно-технічну підготовку, у яку входить: одержання від замовника проектно-технічної документації, розробка й твердження проекту організації монтажних робіт, одержання від замовника встаткування відповідно до проекту.

Проектно-технічна документація складається із креслень генерального плану з підземними й наземними комунікаціями, транспортними шляхами, креслень холодильної установки, холодильних камер, трубопроводів і т.д.

Холодильні машини продуктивністю до 20 кВт поставляються заводами-виготовлювачами у вигляді компресорно-конденсаторного агрегату й випарно-регулюючого агрегатів із щитами керування й сигналізації в повністю зібраному виді. Внутрішні порожнини машин й апаратів після промивання й осушки випробовують на герметичність і заповнюють сухим інертним газом. Поставляють агрегати із закритими запірними вентилями й запломбованими штуцерами. Після прибуття встаткування на місце монтажу агрегати встановлюють на фундаменти, виверяють за рівнем, закріплюють болтами. Навішують і закріплюють охолодні прилади, встановлюють і закріплюють допоміжні апарати, підганяють по місцю й монтують рідинні, газові, допоміжні трубопроводи. Потім встановлюють щити керування й сигналізації,

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

монтують електропривод до компресора, підключають до щитів прилади автоматики. По закінченні монтажу систему випробовують на щільність надлишковим тиском, вакуумуванням і хладоном. Після випробувань систему заправляють маслом і хладоном. Перед пуском установки проводиться настроювання приладів автоматики на розрахунковий режим. Якщо результати випробувань позитивні, становлять акт про передачу холодильної установки в експлуатацію.

Ремонт устаткування - це відновлення його працездатності, втраченої в процесі експлуатації.

Ремонт будь-якого встаткування полягає в розбиранні, очищенні, дефектації вузлів і деталей.

Система планово-попереджувальних ремонтів передбачає зупинку машини на ремонт через певне число годин експлуатації. Ця система містить у собі: періодичне виконання технічних оглядів і перевірок частин холодильної установки в строки, установлені правилами технічної експлуатації холодильних машин; виконання профілактичних і ремонтних робіт до наступного планового ремонту.

Для холодильних компресорів і механізмів прийняті поточний, середній і капітальний ремонти.

Поточний ремонт передбачає мінімальний обсяг робіт і пов'язаний із заміною або відновленням швидкозношуваних деталей. Проводиться звичайно один раз в 1,5 -2 роки. До категорії поточного ремонту відносять профілактичний ремонт, що включає технічний відхід, перебирання механізмів, устаткування, заміну зношених частин запасними.

Середній ремонт полягає у відновленні його експлуатаційних характеристик шляхом ремонту або заміни зношених деталей з обов'язковою перевіркою технічного стану інших складових частин й усуненням виявлених несправностей.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ	Лист

Капітальний ремонт передбачає повне відновлення його надійності шляхом розбирання, дефектації, заміни або ремонту всіх складових частин, комплексної перевірки, регулювання й випробування об'єкта. Його виконують один раз в 5-6 років.

Середній і капітальний ремонти об'єкта можна виконати тільки із залученням спеціалізованих організацій.

4.2 Автоматизація холодильної установки.

У схемі автоматизації передбачається взаємодія різних приладів автоматичного регулювання, захисту, пускових пристроїв і сигналізації.

Схема автоматизації забезпечує незалежність взаємодії приладів, максимально можливу простоту, зручність налагодження приладів, їхнього обслуговування, заміни й ремонту.

Регулювання заповнення камерних приладів охолодження здійснюється підтримкою заданого перегріву плавною зміною подачі рідини за допомогою ТРВ.

Установлені в камерах реле температури періодично відкривають і закривають соленоїдні вентиля на лінії подачі рідкого холодоагенту, що перебувають перед ТРВ. Після ТРВ встановлюють спеціальний розподільник рідини РЖ.

Температура в камері схову регулюється пуском і зупинкою компресора від реле температури випарника РТ, що управляє котушкою магнітного пускача П.

Для захисту компресора від перегріву в кожусі його встановлюють реле температури РТК, що при 85-95 °С розмикає свої контакти й зупиняє компресор.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ	Лист

Для захисту мережі від короткого замикання й електродвигуна від токовищ перевантаження в силовому ланцюзі встановлений автомат АВ. Він же служить кнопковим рубильником.

При 12-кратному перевантаженні відключення відбувається майже миттєво. При тривалому перевантаженні спрацьовує тепловий захист автомата. Для повторного включення автомата типу АП50 потрібно через 10-15 хвилин після спрацьовування нажати на кнопку.

Для відтавання випарника в реле температури РТ типу РТХО є кнопка. При натисканні кнопки відключається соленоїд, що живить рідким холодильним агентом повітроохолоджувачі камери в якій виробляється відтайка. Поки температура випарника не підвищиться на 4-6 °С, тобто відбудеться відтавання інею. Тільки тоді соленоїд відкривається. Кожна камера комплектується індивідуальним РТХО.

У проєкті підібрані машини з водяним охолодженням конденсатора, регулювання тиску в конденсаторі відбувається автоматично.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

паління».

Виробничі приміщення повинні запасні виходи. Двері повинні мати освітлений напис «Запасний вихід». План евакуації вивішується на видному місці в основного виходу із приміщення.

Навчання й інструктажі працівників з питань охорони праці є складовою частиною системи керування охороною праці. Вони проводяться з усіма працівниками в процесі їхньої трудової діяльності.

Допуск до роботи осіб, що не пройшли навчання й перевірку знань по охороні праці забороняється.

Всі працівники, прийняті на роботу, проходять на підприємстві інструктаж, за формою й часом проведення бувають вступним, первинним, повторним, позаплановим, цільовим. Їх проводять фахівці служби охорони праці, керівники робіт і структурних підрозділів.

Навчання персоналу дозволяє значно зменшити травматизм на роботі, а також дозволяє запобігти виникненню аварійної ситуації на виробництві.

Дотримуючи всі правила техніки безпеки, приймаючи вчасно міри пожежної безпеки можна досягти зменшення частоти травматичних випадків і збільшення випуску продукції високої якості, є головною метою підприємства.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ					Лист
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Вихідні дані

Таблиця 5.1 - Вихідні дані

№	Показники	Найменування, кількість
1.	Найменування об'єкту	Проект системи вентиляції та кондиціонування повітря для виставкового центру площею 1600 м., м. Київ
2.	Система охолодження	безпосередня
3.	Холодоагент	R-134a
4.	Марка масла	OptionBSE 55
5.	Наявність градирні	-
6.	Кількість робочих годин на 1 робітника за рік	440
7.	Ступінь автоматизації	Повна
8.	Кількість змін праці	-
9.	Витрати мастила на 1 компресор, кг	9,5
10.	Витрати фреон на поповнення системи на 1 кВт холодопродуктивності, кг	0.8
11.	Ціна 1 кВт. електроенергії, грн.(виробнича)	2,49
12.	Ціна 1 кг холодоагенту, грн.	475
13.	Ціна 1 кг мастила, грн.	300

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ	Лист

Таблиця 5.2 – Технічна характеристика обладнання

№	Перелік обладнання	Марка	Кількість, шт.	холодопродуктивність, кВт	t_0 °C	Номинальна потужність електродвигуна, кВт	Ціна одиниці, грн.
1	Центральний кондиціонер	CLIMA CV-A7	1			5.5	75000
2	Компресор	Bitzer 66f-80.21	2	175	4	45	60000
3	Конденсатор	Alfalava 1 Green2 ACS903 C	1			15	16000
4	Насос водяний	K12/18	2			2	4500
5	Випарник	Dryplus-DXS47	1				8000
6	Лінійний ресивер	120 дм ³	1				10000
7	Теплообмінник	PT60	1				5000

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

5.2 Розрахунок капітальних вкладень

Сумарна вартість обладнання по кожному найменуванню розраховується за формулою:

$$C_M = C_H \cdot K_H, \text{ грн}, \quad (5.1)$$

де C_H – ціна одиниці обладнання, грн.

K_H – кількість даного найменування обладнання, шт.

$$C_M = 75000 \cdot 1 = 75000$$

Таблиця 5.3 - Загальна вартість обладнання

№	Найменування обладнання	Тип, марка	Кількість, шт.	Ціна за 1 обладнання, грн.	Сумарна вартість, грн.
1	Центральний кондиціонер	CLIMA CV-A7	1	75000	75000
2	Компресор	Bitzer 66f-80.21	2	60000	120000
3	Конденсатор	Alfalaval Green2ACS 903C	1	16000	16000
4	Насос водяний	K12/18	2	4500	9000
5	Випарник	Dryplus-DXS47	1	8000	8000
6	Лінійний ресивер	120 дм ³	1	10000	10000
7	Теплообмінник	PT60	1	5000	5000
8	Разом сумарна вартість основного обладнання				243000
9	Вартість іншого обладнання (10%)				24300
10	Витрати на монтаж і транспорт (15%)				36450
11	Загальна вартість				303750

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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ	Лист

$$K_B = C_{\text{бод}} + C_{\text{заг}}^{\text{об}} \quad (5.2)$$

$$K_B = 0 + 303750 = 303750 \text{ грн}$$

5.3 Розрахунок цехових витрат

5.3.1 Розрахунок кількості виготовленого холоду (виробнича потужність)

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

$$Q_{\text{ст}} = \sum (Q_0 \cdot K_l \cdot 19440), \quad (5.3.)$$

$$Q_{\text{ст} +4} = 175 \cdot 0,45 \cdot 19440 = 1530900 \text{ тис. кДж}$$

$$Q_{\text{ст. заг}} = 1530900 \text{ тис.кДж}$$

де Q_0 – сумарна розрахункова часова холодопродуктивність, кВт;

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

5.3.2 Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

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

Розрахунки проводяться у таблиці 5.4

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ	Лист

Таблиця 5.4-Розрахунок витрат на допоміжні матеріали

Статі витрат	Умовні значення та розрахунок	Сума, грн.
Сумарна холодопродуктивність, кВт	ΣQ_0	175
Середня питома норма расходу фреону, кг/1кВт	q_a	0,8
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
Витрати на поповнення системи фреоном, грн.	$C_{x.a.} = \Sigma Q_0 * q_a * K_p * Z_{x.a.} * K_{x.a.}$	80298,75
Кількість зарядженого мастила у середньому на 1 компресор, кг	M	9,5
Кількість компресорів, шт;	N	2,00
Коефіцієнт втрат мастила при ремонтах	K_g	1,20
Кількість разів змін масла за рік	R	2,00
Середня ціна 1 кг мастила, грн;	$Z_M.$	300
Коефіцієнт, який враховує транспортні витрати, грн	$K_M.$	1,14
Витрати на поповнення мастила, грн.	$C_{m=m} * n * K_B * R * Z_M. * K_M.$	15595,2
Разом:	$C_p = C_{x.a.} + C_M$	95893,95
Інші витрати (5%)	$C_i = C_p * 5/100$	4794,7
Усього:	$C_{д.м} = C_p + C_i$	100688,6

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

5.3.3 Розрахунок витрат на силову електроенергії

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

Таблиця 5.5-Розрахунок споживання силовій електроенергії

№	Споживачі електроенергії	Тип, марка обладнання	Номинальна потужність, кВт	Коефіцієнт використання обладнання	Кількість устаткування	Фонд робочого часу, годин	Загальна потреба в електроенергії, кВт.годин	Витрати на силову електроенергію в грн,
			Wh.	Кв.об..	Куст.	Чрік	$W_{заг} = Wh \cdot Кв.об \cdot Куст \cdot Чрік$	$C_w = W_{заг} \cdot Це$
1	Центральний кондиціонер	CLIMA CV-A7	5,5	0,85	1	5400	25245	62860,05
2	Компресор	Bitzer 66f-80.21	45	0,85	2	5400	413100	1028619
3	Конденсатор	Alfalaval Green2A CS903C	15	0,85	1	5400	68850	171436,5
4	Насос водяний	K18/12	2	0,6	2	5000	12000	29880
7	Всього	X	X	X	6	X	455805	1292795,6

Витрати на силову електроенергію в грн, розраховується по формуле:

$$C_w = W_{заг} \cdot Це, \text{ грн} \quad (5.4)$$

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

5.3.4 Розрахунок чисельності виробничого персоналу компресорного цеху

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ	Лист

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

5.3.5 Розрахунок річного фонду заробітної платні виробничого персоналу компресорного цеху

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

Тарифна ставка першого розряду розраховується за формулою:

$$Tc1 = 3П / Г, \text{ грн} \quad (5.5)$$

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

де:

3п – 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:

$$Tc6 = Tc1 * TK6, \text{ грн} \quad (5.6)$$

де: ТК – тарифний коефіцієнт відповідно для кожного тарифу

Розрахунок тарифної ставки середнього розряду:

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ	Лист

$$T_c(6p) = T_c(1p) \cdot TK, \text{ грн} \quad (5.7)$$

Где ТК – тарифний коефіцієнт до тарифної ставки середнього розряду

$$T_c(6p) = 40.62 \cdot 1,75 = 71,21 \text{ грн.}$$

Тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу розраховується за формулою

$$T_\phi = T_c \cdot E_\phi \cdot K, \text{ грн} \quad (5.8)$$

де: T_c – середня годинна тарифна ставка, грн

E_ϕ – ефективний фонд робочого часу, годин

K – кількість працівників компресорного цеху.

Основний фонд заробітної плати розраховуються за формулою:

$$O_\phi = T_\phi + \sum D, \text{ грн} \quad (5.9)$$

де: T_ϕ – тарифний фонд зарплати, грн;

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

$$\sum D = T_\phi \cdot 25/100, \text{ грн} \quad (5.10)$$

Додатковий фонд заробітної плати розраховується за формулою:

$$D_\phi = (T_\phi \cdot d)/100, \text{ грн} \quad (5.11)$$

де: d – процент додаткового фонду(10%)

Річний фонд розраховується за формулою:

$$P_\phi = O_\phi + D_\phi, \text{ грн.} \quad (5.12)$$

Відчислення від річного фонду заробітної плати виконується за формулою:

$$B_c = (P_\phi \cdot p)/100, \text{ грн} \quad (5.13)$$

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

Розрахунки заносяться у таблицю 5.6.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ	Лист

Таблиця 5.6. Розрахунок фонду оплати праці виробничого персоналу

Назва показника	Формула	Розрахунок
Тс – середня годинна тарифна ставка, грн.	Тс	71,21
ЕФ – ефективний фонд робочого часу, годин;(365-108-13-18)*8=1808	Еф	440
К – кількість працівників компресорного цеху	К	1
Тф - тарифний фонд заробітної плати виробничого персоналу	$T_{\phi} = T_c \cdot E_{\phi} \cdot K$, грн	31332,4
Д - сума доплат за умови праці та нічний час, грн.(45% від тарифного фонду заробітної плати).	$\sum D = T_{\phi} \cdot 25 / 100$, грн	7833,1
Оф - основний фонд заробітної плати	$O_{\phi} = T_{\phi} + \sum D$	39165,5
Дф - додатковий фонд заробітної плати	$D_{\phi} = (T_{\phi} \cdot d) / 100$, грн	3133,24
Рф - річний фонд	$P_{\phi} = O_{\phi} + D_{\phi}$, грн.	42298,74
Вс - відрахування від річного фонду заробітної плати	$B_c = (P_{\phi} \cdot p) / 100$, грн	9305,7

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

5.4 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:

$$C_{ст.заг.1000кДж} = \frac{C_{ст}}{Q_{ст}}, \text{ грн} \quad (5.14)$$

$$C_{ст.1000 \text{ кДж}} = 1483923,25/1530900 = 0,96 \text{ грн}$$

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 витрат.

Усі розрахунки заносяться у таблицю.

Таблиця 5.7 -Розрахунок собівартості одиниці (1000 кДж) холоду

№	Статті витрат	Сума витрат, грн.	
		На річний виробіток холоду	На одиницю холоду, грн.
1	Допоміжні матеріали	100688,6	
2	Зарплата виробничих працівників	42298,74	
3	Відчислення від зарплати	9305,7	
4	Електроенергія силова	1292795,6	
5	Цехові витрати(ЗПвир.прац.*(0.2)	8 459,8	
6	Амортизація обладнання(10%)	30375	
7	Разом цехова собівартість (Сст)	1483923,25	0,96

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

5.5. Основні техніко-економічні показники проекту

Показники проекту заносяться в таблицю.

Таблиця 5.8 - Основні техніко-економічні показники проекту

№	Показники	Кількість
1	Найменування об'єкту	Проект системи вентиляції та кондиціонування повітря для виставкового центру площею 1600 м., м. Київ
2	Система охолодження	безпосередня
3	Холодильний агент	R-134a
4	Марка масла	OptisionBSE 55
5	Наявність градирні	-
6	Ступінь автоматизації	Повна
7	Сума капіталовкладень, грн	303750
8	Холодопродуктивність компресора , кВт	95
9	Кількість компресорів, шт.	2
10	Річний виробіток холоду , тис. кДж.	1530900
11	Цехова собівартість, грн.	1483923,25
12	Собівартість одиниці холоду, грн..	0,96
13	Чисельність виробничого персоналу, осіб.	1

Економічні розрахунки підтверджують економічну ефективність системи вентиляції та кондиціонування повітря для виставкового центру у місті Київ з низьким рівнем собівартості за одиницю холоду (0,96 грн за 1000

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ	Лист

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 системи можна вважати доцільним та економічно вигідним.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Вступ

Безпечні умови праці – не тільки запорука комфортного існування працівників у межах підприємства, а в першу чергу – їх здоров'я та працездатності, а відтак і прибутковості підприємства

Для будь-якого підприємства, організації, установи головною метою виробничої безпеки має стати запобігання нещасним випадкам і професійним захворюванням працівників. Роботодавець повинен пам'ятати, що найважливішим ресурсом підприємства є його персонал, і до того ж лише за умови, що працівники трудяться відповідально і результативно, а тому слід правильно організувати й підтримувати співпрацю з працівниками. Для досягнення цього потрібно інформувати працівників про існуючі ризики, забезпечувати їх захист, проводити навчання з відповідних питань охорони праці.

Темою дипломного проекту являється проєкт системи вентиляції з блоком кондиціонування для закладу харчування на 120 посадкових місць.

Одним із головних завдань є збільшення продуктивності праці, поліпшення якості виробів, досягнення високих економічних показників. Все це нерозривно пов'язане з умовами праці, розробкою та впровадженням заходів до попередження впливу шкідливих та небезпечних факторів на працівників. Тому у даному розділі дипломного проекту приведено основні вимоги до систем вентиляції та кондиціонування повітря в приміщенні.

Системи вентиляції та кондиціонування - це системи які забезпечують процес видалення відпрацьованого повітря і заміни його зовнішнім з автоматичним підтриманням в закритих приміщеннях всіх або окремих параметрів повітря (температури, відносної вологості, чистоти, швидкості

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

руху повітря, перепаду тиску) з метою забезпечення оптимальних метеорологічних умов, найбільш сприятливих для самопочуття людей, ведення технологічного процесу, забезпечення збереження цінностей.

Промислова вентиляція включає такі етапи, як настройка систем вентиляції, балансування систем вентиляції, настройка перепадів тиску між приміщеннями.

Наявність детального проекту дозволяє гарантувати надійність системи вентиляції і кондиціонування, а також відповідність параметрів її роботи технологічного процесу. На етапі проектування враховуються вимоги GMP, ISO, ВОЗ, вимоги національних стандартів до систем вентиляції, які забезпечують чисті лікарські приміщення, приміщень мікробіологічних лабораторій, дослідницьких лабораторій, лабораторій ЗКЯ, допоміжних приміщень, складів та ін.

Задачею вентиляції є забезпечення чистоти повітря і заданих метеорологічних умов у виробничих приміщеннях. В нашому випадку це заклад харчування.



Мал.6.1

Вентиляцією називають організований і регульований повітрообмін, що забезпечує видалення з приміщення забрудненого повітря і подачу на його місце свіжого.

При проектуванні вентиляції необхідно дотримувати ряду вимог:

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

- ❖ Обсяг припливу повітря $L_{\text{п}}$ у приміщення повинний відповідати обсягу витяжки $L_{\text{в}}$. Різниця між цими обсягами не повинна перевищувати 10-15%;
- ❖ При організації повітрообміну необхідно свіже повітря подавати в ті частини приміщення, де концентрація шкідливих речовин мінімальна, а видаляти повітря необхідно з найбільш забруднених зон. Якщо щільність шкідливих газів нижче щільності повітря, то видалення забрудненого повітря виконується з верхньої частини приміщення, при видаленні шкідливих речовин із щільністю більшою — з нижньої зони;
- ❖ Система вентиляції не повинна створювати додаткових шкідливих і небезпечних факторів (переохолодження, перегрів, шум, вібрація, пожежовибухонебезпека);
- ❖ Система вентиляції повинна бути надійною в експлуатації і економічною.

Паспортизація вентиляційних систем

Паспорт системи вентиляції - це документ, який підтверджує відповідність даної системи всім заявленим експлуатаційним параметрам і проекту системи вентиляції і кондиціонування, а також вимогам пожежної безпеки та іншим нормативним вимогам. Складається він після проведення монтажу, налагодження та здачі вентиляційної установки в експлуатацію та є обов'язковим заключним етапом в установці системи вентиляції.

Паспортизація систем вентиляції включає в себе вивчення проектної документації, огляд вентиляційних установок, повітропроводів та інших елементів системи, результатів проведення аеродинамічних випробувань, виявлення дефектів монтажу.

Паспорт системи вентиляції свідчить про реальний стан системи і відображає всі її технічні та експлуатаційні характеристики.

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

					БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Кондиціонування повітря – це створення автоматичного підтримування в приміщенні, незалежно від зовнішніх умов (постійних чи таких, що змінюються), по визначеній програмі температури, вологості, чистоти і швидкості руху повітря. У відповідності з вимогами для конкретних приміщень повітря нагрівають або охолоджують, зволожують або висушують, очищають від забруднюючих речовин або піддають дезінфекції, дезодорації, озонуванню.

Системи кондиціонування повітря повинні забезпечувати нормовані метеорологічні параметри та чистоту повітря в приміщенні при розрахункових параметрах зовнішнього повітря для теплого і холодного періодів року згідно ДСН 3.3.6.042-99 (Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень) та ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ (Воздух рабочей зоны).

Кондиціонування повітря здійснюється комплексом технічних засобів – системою кондиціонування повітря (СКП). В склад СКП входять: прилади приготування, переміщення та розподілу повітря, засоби автоматики, дистанційного керування та контролю. Технічні засоби СКП повністю або частково агрегатуються в апараті – кондиціонері.

Методи регулювання параметрів повітряного середовища є невід'ємною частиною загальнодержавного підходу до керування навколишнім середовищем відповідно до стандарту ДСТУ ISO 14001-97 (Системи управління навколишнім середовищем . Київ, Держстандарт України).

Методи керування якістю повітряного середовища можуть бути класифіковані за рівнем значимості:

◆ *глобальний* — «безвідходні» і передові технології, нові види палива й енергії, нові типи двигунів, міжнародне квотування викидів різних інгредієнтів, міжнародні угоди в галузі екологічного аудиту й інше.;

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

					БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						



Мал.6.2

Це безбарвний газ зі слабким специфічним запахом, який відчувається при об'ємній частці його в повітрі більше 20%. Щільність газоподібного хладагенту при атмосферному тиску приблизно в 4,3 рази більше щільності повітря при 20⁰С . По своїм токсичним властивостям відноситься до найменш небезпечних хладагентам. Але при вдиханні високих концентрацій фреону через півгодини-годину з'являється головна біль, слабкість, підвищена частота пульсу и дихання, нерівна хода, нерозбірлива мова, може також бути блювота.

Фреон був винайдений американським вченим в кінці 20-х років минулого століття. Фірма використовувала для невідомої хімічної сполуки позначення R, тобто, Refrigerant, що в перекладі з англійської означає охолоджувач. З тих пір це найменування стало загальноприйнятим для холодоагентів.

Фреон активно використовується в кліматичному обладнанні завдяки вигідним фізичним характеристикам. Коли відбувається випаровування, він вбирає в себе все тепло, а при конденсації – виділяє його.

В сучасних холодильниках, так і спліт-системах, він працює по замкнутому циклу. Як тільки техніка включається, холодоагент випаровується, за рахунок чого температура в приміщенні поступово знижується. Далі фреон у вигляді газу надходить в конденсатор і там з

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ

Лист

газоподібного стану перетворюється в рідину. Тепло, яке виділяється в процесі, виводиться назовні

Максимально припустимий вміст в повітрі фреона-12 повинно бути не більше 0,5 кг/м³, фреону-22 – не більше 0,35 кг/м³. Рідкі фреони визивають опіки шкіри і пошкодження очей.

Нещільності в хладонових холодильних установках виявляють за допомогою розчину мильної емульсії, полімерних індикаторів, галоїдних ламп і течешукачів. Перспективним способом є добавка до хладогену фарбуючи індикаторів, які створюють в містах нещільностей стійкі кольорові плями. При визначенні місць витоку хладона за допомогою галоїдних ламп і течешукачів приміщення машинного відділення попередньо вентилують, під час перевірки в приміщенні не повинно бути сильних потоків повітря.

До індивідуальних засобів захисту на хладонових холодильних установках відносять апарати стисненого повітря типу АСП або ізолюючі шлангові протигази типу ПШ. Рядом з установкою в зашкленій шафі зберігають не менше двох пар гумових рукавичок, захисні очки і рукавиці.

В компресорному цеху повинна бути аптечка з необхідним набором медикаментів і засоби для надання долікарської допомоги.

Перед входом в машинне відділення хладонової установки включають вентиляцію. При значному витоку хладона і роботі в загазованому приміщенні вентиляція повинна працювати постійно.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ	Лист

7 ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Явнель Б.К. Курсове й дипломне проектування холодильних установок і систем кондиціювання повітря.- 3-е изд., перераб. і доп.- М.: Агропромиздат, 1989.
2. Н.Г. Кондрашова, Н.Г. Лашутина
Холодильно-компресорні машини й установки.
3. Чумак І.Г., Чепурненко В.П. і ін.
Холодильні установки- 3-е изд., перераб. і доп. - М.: Агропроиздат, 1991.
4. Канторович В.І., Подлипенцева З.В.
Основи автоматизації холодильних установок.-
3-е изд, перераб. і доп.- М.: В "Агропромиздат", 1987.
5. Довідник. Теплообмінні апарати, прилади
автоматизації й випробування холодильних машин / Під ред. А.В.
Быкова.- М.: Легка й харчова пром-сть, 1984.
6. Богданов С.Н., Іванов О. П., Куприянова А.В.
Холодильна техніка. Властивості речовин. Довідник. Изд. 2-е,
доп. і переробіт. "Машинобудування",1976.
7. Самойлов А.І., Игнатъев В.Г.
Охорона праці при обслуговуванні холодильних установок.- 2-е изд. -М.:
Агропромиздат, 1989.
8. Канторович В.І. Гиль І. М.
Обладнання, монтаж і ремонт холодильних установок. - 4-е изд.,
перераб. і доп.- М.: Агропромиздат, 1985.
9. Довідник із серії "Холодильна техніка" за редакцією А.В.
Быкова Застосування холоду в харчовій промисловості, 1979
10. ДБНУ Опалення, вентиляція та кондиціювання ДБН В.2.5-67: 2013
11. Липа А.И. Кондиционирование воздуха. Основы теории. Современные
технологии обработки воздуха. Изд. Второе, перераб., доп., Одесса: ОГАХ,
издательство ВМВ, 2010.- 607 с., ил.
12. Липа А.І., Жихарева Н.В., Піщанська Н.О. Кондиціювання повітря.
Посібник до виконання лабораторних робіт, 2013.
13. Аверкин А.Г. Примеры и задачи по курсу «Кондиционирование воздуха
и холодоснабжение»: Учеб. Пособие.- 2 –е изд., испр. И доп. – М.:
Издательство АСВ, 2003, - 126 с.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ	Лист

14. Сборник задач по расчету систем кондиционирования микроклимата зданий. Под общей редакцией канд.техн. наук доц. Э.В. Сазонова: Учеб. Пособие. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1988. – 296 с.
15. Б.Г. Основы теплотехники, отопление, вентиляция, сушка и охлаждение: Учебник. - М.: Легкая индустрия, 1980. – 384 с., ил.
16. Тоурцев С.И., Цветков Ю.Н. Влажный воздух. Состав и свойства. Санкт-Петербург 1998 г.
17. Стефанов Е.В. «Вентиляция и кондиционирование воздуха» 2005 АВОК СЕВЕРО ЗАПАД
18. В.Н. Богословский «Теплофизические основы расчетов систем кондиционирования воздуха» М. «Высшая школа» 1982 г.
- 19.В.И. Полушкин, О.Н. Русак и др. «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» Санкт-Петербург «Профессия» 2002 г.
- 20.В.Н.Богословский, О.Я. Кокорин, А.В. Петров, «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение» М. «Стройиздат» 1985 г.
- 21.Внутренние санитарно-технические устройства. Справочник проектировщика. 4-е изд. перер. и дополн. Москва, 1992
- 23.Богданов С. Н., Бурцев С.И., Иванов О. П., Куприянова А. В. Холодильная техника. Кондиционирование воздуха. Свойства веществ. Справочник. Изд. 4-е
- 24.h,d –діаграма вологого повітря
25. Журнали "Холодильна техніка", "Холод", 2020-2021 г

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКВ 03. 004 000 ДП ПЗ	Лист