

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем і екології
Кафедра теплогазопостачання і вентиляції**

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

**ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

**Реконструкція систем опалення, вентиляції та
кондиціонування повітря торговельно-розважального
центру в м. Києві**

Остапчук Богдан Анатолійович

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

**Факультет інженерних систем і екології
Кафедра теплогазопостачання і вентиляції**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ **Предун К.М.**
„___” _____ 2024 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

**ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

на тему:

**Реконструкція систем опалення, вентиляції та
кондиціонування повітря торговельно-розважального
центру в м. Києві**

Виконав студент групи **ТВс-21**
Спеціальність: **будівництво та цивільна інженерія**
Спеціалізація: **теплогазопостачання і вентиляція**
Остапчук Богдан Анатолійович

Керівник Шишина М.О.

Ідентичність підтверджую

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: **інженерних систем і екології**

Кафедра: **теплогазопостачання і вентиляції**

Освітній рівень: **«бакалавр за ОПП»**

Спеціальність: **Будівництво та цивільна інженерія**

ОПП: **Теплогазопостачання і вентиляція**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **Предун К.М.**

„___” _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

**ДО ВИКОНАННЯ АТЕСТАЦІЙНОЇ ВИПУСКНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

Остапчука Богдана Анатолійовича

(прізвище, ім'я та по батькові студента)

1. Тема роботи **Реконструкція систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря торговельно-розважального центру в м. Києві** затверджена наказом ректора КНУБА №760 від « 10 » травня 2024р.

2. Керівник роботи: **Корбут Вадим Павлович, д.т.н., професор, Шишина М.О.**

(прізвище, ім'я та по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання студентом роботи до захисту « 24 » червня 2024 р.

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Вступ.

Розділ 1. Загальна частина

Розділ 2. Проектування системи опалення

Розділ 3. Проектування систем вентиляції та кондиціонування повітря

Розділ 4. Розробка заходів з підвищення рівня енергоефективності будівлі

Розділ 5. Заходи з охорони праці

Розділ 6. Технології та організація монтажу інженерних систем

Список літератури.

5. Графічний матеріал за розділами

Розділ 2. _____

Розділ 3. _____

Розділ 6. _____

6. Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1.	27.05.24
Розділ 2.	05.06.24
Розділ 3.	11.06.24
Розділ 4.	12.06.24
Розділ 5.	12.06.24
Розділ 6.	17.06.24
Остаточне оформлення роботи	18.06.24
Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	20.06.24
Попередній захист роботи на кафедрі	24.06.24

7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		Дата	Підпис
Розділ 6.	Сенчук М.П., доцент		
Розділ 7.	Клімова І.В., доцент		

8. Дата видачі завдання « 25 » травня 2024р.

Зав. кафедри _____ Предун К.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Шишина М.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Студент _____ Остапчук

Б.А. _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зміст

Вступ

Розділ 1. Загальна частина

- 1.1. Характеристика об'єкту проєктування
- 1.2. Розрахункові параметри зовнішнього повітря
- 1.3. Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Розділ 2. Проєктування системи опалення

- 2.1. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій ТРЦ
- 2.2. Розрахунок тепловтрат приміщень та визначення теплової потужності системи опалення
- 2.3. Вибір і обґрунтування системи опалення будівлі ТРЦ
- 2.4. Розрахунок та підбір опалювальних приладів
- 2.5. Підбір теплової завіси на входах до будівлі

Розділ 3. Проєктування систем вентиляції та кондиціонування повітря

- 3.1. Розрахунок теплонадходжень, надходжень вологи та газів
- 3.2. Розрахунок повітрообмінів у приміщеннях за допомогою I-d-діаграми.
Повітряний баланс будівлі
- 3.3. Обґрунтування основних прийнятих рішень систем вентиляції та кондиціонування повітря
- 3.4. Аеродинамічний розрахунок повітропроводів
- 3.5. Розрахунок і вибір повітророзподільників
- 3.6. Розрахунок і вибір обладнання систем вентиляції та кондиціонування повітря

Розділ 4. Розробка заходів з підвищення рівня енергоефективності будівлі

Розділ 5. Заходи з охорони праці.

Розділ 6. Технології та організація монтажу інженерних систем

Список літератури

Вступ

Продуктовий гіпермаркет — традиційно якірний орендар великих ТРЦ.

Зазвичай, це магазин площею декілька тисяч квадратних метрів, у якому родини проводять чимало часу, збираючи «продуктовий кошик» на тиждень.

Проектувальники супермаркетів повинні керуватися законодавчою базою: ДБН В.2.2-23:2009 «Будинки і споруди. Підприємства торгівлі»[1] та ДБН В.2.5-67:2013. «Опалення, вентиляція та кондиціонування»[5].

Ці документи встановлюють, що системи припливно-витяжної вентиляції мають забезпечити однакові витрати припливного та витяжного повітря. [5]

Продуктовому і продовольчому відділам передбачають окремі вентсистеми, а у залах, де продається побутова хімія, заборонена рециркуляція повітря [1].

Власну вентиляцію повинні мати також склади та комори [5].

У супермаркетах встановлюються холодильні вітрини, які всередину генерують холод, а назовні — тепло. Влітку це тепло буде викидатися через конденсатор, а ось в холодну пору року воно може успішно використовуватися для підігріву припливного повітря у вентиляційній системі [15].

Також необхідно згадати про систему диспетчеризації торгового центру.

Диспетчеризація ТРЦ — це одна з найбільш характерних та важливих систем для економії ресурсів та фінансів на великих торгових площах. В рамках цих робіт стоїть завдання скоротити споживання енергії, зменшити трудовитрати на обслуговування комплексу та створити енергоефективний торговий центр, що дозволяє забезпечувати повноцінну роботу всіх систем з мінімальними енерговитратами [16].

Вона об'єднує багато задач: управління освітленням, загальнообмінною вентиляцією, витяжними системами, фанкойлами, системою провітрювання атриумів, управління системою КТХ, котельнями та ІТП, холодильним центром, електропостачанням, повітряними завісами вхідних груп, ліфтами та ескалаторами, пожежною сигналізацією, димовидаленням, загазованістю паркінгу, дренажними приямками [16].

Управління всіма інженерними системами зводиться на єдину систему диспетчеризації ТРЦ, і це дає можливість налаштовувати розклад роботи обладнання, енергоефективні режими роботи, відслідковувати виникнення аварійних ситуацій із надсиланням повідомлень відповідальним особам, керувати параметрами мікроклімату окремих зон, проводити температурний аналіз кожної зони та виконувати архівацію поточних параметрів [15].

Мікроклімат у ТРЦ: утримуємо покупців комфортом [1,2]

Як тільки людина переступає поріг торгового центру, її увагою заволодівають вітрини [1,2].

Відсутність вікон «відключає» нас від зовнішнього середовища: згадайте, як ви заходили у ТРЦ вдень, і коли виходили, дивувалися, що надворі вже темно [15].

Щоб відвідувачам хотілося залишатися у торговому комплексі якомога довше, потрібно створити здоровий мікроклімат [16].

Гарним варіантом кондиціонування для ТРЦ може бути чилер. Холодильна машина з водяним охолодженням — мокрою градирнею, задовольнить тих, хто робить ставку на ощадливість, якість та компактність [16].

Чилер не займає багато місця, можлива необмежена протяжність трубопроводів, і холодагент транспортується звичайними водопровідними трубами (мідні труби у фреонових системах дорожчі) [15].

Проте температура — не єдиний показник, який потрібно контролювати у торгово-розважальних центрах [1,5].

За спостереженнями, у багатьох українських ТРЦ повітря взимку сухе і перегріте [15].

Лише деякі об'єкти почали з цим боротися та підтримувати відносну вологість повітря [15].

У розпал пандемії нагадаємо: сухе повітря сприяє поширенню респіраторних хвороб [15].

Одне із доступних рішень, яке дозволяє боротися з сухістю — встановлення роторних рекуператорів з передачею вологи, так званих гігроскопічних роторів [16].

У якості допоміжного заходу у ТРЦ можна встановити великий акваріум, фонтан, зробити озеленення. Такі декоративні елементи також дозволяють у зимовий час збільшувати рівень відносної вологості у приміщенні [15].

Розділ 1. Загальна частина.

Особливістю вітчизняного комерційного будівництва останніх є будівництво великих торгово-розважальних комплексів (ТРК) [1]. Ця тенденція визначається соціальною потребою, економічною доцільністю, а також необхідністю створення нового, сучасного вигляду міського середовища [15]. Сьогоднішній торговий центр є комплексом взаємопов'язаних об'єктів торгівлі, громадського харчування, сфери обслуговування, а також рекреаційно-розважальних зон, які розміщуються в одній або двох-трьох територіально близьких одна до одної будинках. Чинні нормативні документи України визначають такі будівельні об'єкти, як багатофункціональні будівлі [14].



Сучасні тенденції будівництва ТРК У більшості випадків багатофункціональний торгово-розважальний центр (ТРЦ) - це група будівель змінної поверховості з багатосвітніми просторами атриумів та пасажів, об'єднаних у єдине ціле системою галерей [14]. При цьому павільйони подібного центру пов'язані між собою щонайменше на двох рівнях [15]. Адміністративні та допоміжні приміщення, як правило, розташовуються на

першому поверсі, а з другого і вище розміщуються торгові зали, фудкорти, кінотеатри, дитячі центри, інтернет-кафе, боулінг та ін. , ТП, насосні станції холодо- та водопостачання [1-4]. Сучасне будівництво таких об'єктів характеризується створенням об'ємно-планувальних рішень із застосуванням багаторівневих просторових елементів та поєднанням різних функціональних зон [1]. При цьому головний фасад торгового центру є стилістично визначальним [1]. Він може бути виконаний у вигляді концентричних напівкруглих терас, критих похилими покрівлями зі скла та металу [1]. Для скління великих площ використовуються тоновані склопакети в алюмінієвих палітурках [1]. Такі конструкції добре пропускають світло, знижують теплонадходження від сонячної радіації та практично виключають тепловтрати [5]. Перспективним напрямом є будівництво торгових центрів з металокаркасними конструкціями [1]. Металокаркас такої будівлі представлений типовими основними та другорядними конструкціями, що несуть, а стінами є сендвіч-панелі [1]. Незважаючи на легкість конструкції, подібні будівлі не поступаються теплоізоляційним властивостям традиційним цегляним спорудам [1]. Вони мають високу міцність, а також підвищені акустичні характеристики, мають привабливий зовнішній вигляд і не вимагають додаткової косметичної обробки. Зведені об'єкти легко комплектуються системою опалення, водопостачання, пожежогасіння, сантехнікою та електрообладнанням [1]. За подібним способом вже побудовано безліч великих об'єктів [1]. Сучасні об'ємно-планувальні рішення забезпечують принцип гнучкої трансформації внутрішнього простору приміщень [1]. Торгові зони створюються за допомогою вітрин-стелажів, торгових прилавків, скляних перегородок (склопакетів), що трансформуються, що дозволяє в процесі експлуатації змінювати структуру організації торгівлі, створювати салони, бутики, зони відкритої торгівлі в залежності від побажань орендарів [1]. Слід зазначити, що з успішного функціонування сучасних торгових центрів потрібно багато різних інженерних систем, основу яких становлять системи життєзабезпечення [1].

Це з тим, що багатофункціональні торгові центри — це насамперед об'єкти масового відвідування людей [1]. Культурно-дозвільна спрямованість ТРК (кінотеатри, боулінг, інтернет-кафе, ресторани та ін.) має на увазі перебування в них великої кількості відвідувачів протягом тривалого часу, що потребує наявності та бездоганного функціонування систем життєзабезпечення [1].

Забезпечення пожежної безпеки торгових центрів. Торгові центри, їх виробничі та складські приміщення повинні мати надійні системи пожежогасіння, створені на основі сертифікованих засобів забезпечення пожежної безпеки [1,4]. Кожна система пожежогасіння є унікальною, як і будівля, в якій вона встановлюється [17]. Її тип вибирається виходячи з категорії пожежної безпеки об'єкта, що захищається, і його важливості [17]. При цьому визначальними факторами є безпека для здоров'я людини, ефективність впливу на полум'я, а також здатність при гасінні вогню завдавати мінімальної шкоди обробці, меблям та побутовій техніці [17]. Серед таких систем можна відзначити установки пожежогасіння Grundfos Hydro MX, які оснащені двома електронасосами типу CR [17]. У комплект подібної установки входять два вертикальні багатоступінчасті насоси (робочий і резервний), всмоктувальний і нагнітальний колектори, шафа управління, запірно-регулююча арматура, пристрої контролю та автоматики [17]. Все обладнання змонтовано на єдиній рамі (шафа управління може розміщуватись окремо) [17]. У деяких модифікаціях може бути передбачений жокей-насос. Також використовуються дизельні стації пожежогасіння, що мають сертифікат відповідності України та зарубіжні сертифікати пожежної безпеки: американських організацій FM/UL (стандарт NFPA-20), німецької VdS, англійської LPCB та ін [17]. Застосування насосних станцій пожежогасіння з дизельним приводом забезпечує високу надійність високим ступенем автономності, яка залежить від зовнішніх джерел енергії [17]. Такі установки, а також консольні насоси та автономні дизель-насосні установки пожежогасіння найчастіше застосовуються для оснащення великих торгових

центрів. Залежно від модифікації вони можуть бути використані як основні або резервні насоси в спринклерних і дренажних системах як водяного, так і пінного пожежогасіння, а також в системах з гідрантами [17]. Для оптимізації управління семиповерхова будівля розділена на 21 зону (по 3 зони на кожному поверсі) [17]. Подача води на спринклерні системи та внутрішні пожежні крани здійснюється консольними насосами, поєднаними з жокей-насосами [17]. Система пожежогасіння цілодобово контролюється з єдиного диспетчерського вузла [17].

Комерційний успіх подібних комплексів залежить не тільки від широти асортименту, продуманості цінової політики та якості обслуговування клієнтів, а й від комфорту приміщень [1-4]. Людина, яка знаходиться в зоні з оптимальним мікрокліматом, навіть протягом тривалого часу не відчуває незручностей [14]. Саме тому переважна більшість торгових центрів обладнана центральними кондиціонерами модульного типу [13]. Склад модулів кондиціонера підбирається виходячи з потреб та потреб конкретного об'єкта [14]. Головні завдання цих пристроїв полягає в подачі, переміщенні, змішуванні, нагріванні, охолодженні, очищенні, осушенні та зволоженні повітря, що заповнює приміщення [15]. Центральні кондиціонери можуть обробляти до ста тисяч кубометрів повітря на годину, а їх тепло- та холодопродуктивність найчастіше вимірюється в десятках і сотнях кіловат [13]. Будучи неавтономними пристроями, вони постачаються ззовні холодом та теплом [14]. У цьому постачання кондиціонера холодом здійснюється шляхом підведення чи холодної води від чиллера чи фреону від компресорно-конденсаторного блоку [15]. Постачання кондиціонера теплотою забезпечується шляхом підведення гарячої води або пари від системи опалення [14]. При цьому параметри теплоносія складають 110° - 60° C, охолоджувача мінус 7° - 12° C [15]. При проектуванні сучасних торгових центрів кондиціонування, як правило, поділяється на кілька класів: - першого класу - для приміщень залів кафе та ресторанів, торгових залів, бутиків, кінозалів, дитячого центру, боулінгу, більярдного; - другого класу - для

приміщень торгово-виставкової зони, фойє та зимового саду мультиплексу, камер, фудкорту, інтернет-кафе, адміністративних і гарячих цехів ресторанної частини; - Третого класу - для виробничих приміщень ресторанної частини, атриуму [15].



Щоб створити оптимальні умови для повітрообміну, важливо подавати на одну особу не менше 60 м³/год зовнішнього повітря [15]. (Мінімально допустима кількість зовнішнього повітря в будинках з короткочасним (тобто менше двох годин безперервно) перебуванням людей становить 20 м³/год) [4]. Розповсюдження повітря в адміністративних, торгових залах, пасажах, галереях прийнято за схемою «згори вниз» через повітророзподільні пристрої стельового типу [15]. У приміщеннях бутиків припливне повітря також подається зверху і видаляється через двері, що відкриваються, в об'єм пасажів [14]. Для залів ресторанів запроектована система розподілу повітря, що витісняє [2]. При цьому припливне повітря лунає через підлогові кутові розподільники повітря, а видалення повітря здійснюється через решітки у вертикальній частині стін [14]. Припливне повітря подається від центрального кондиціонера з невеликою швидкістю, поступово витісняючи нагріте та

забруднене повітря до витяжних ґрат [15]. Система розподілення повітря працює тільки в режимі охолодження [16]. Характерно, що температура та обсяг припливного повітря, а також обсяг витяжного повітря коригуються залежно від заповнюваності залів з урахуванням зміни теплового навантаження [14]. Висока якість припливного повітря забезпечується його двоступеневим очищенням (перший ступінь — фільтри грубого очищення класу EU5 з ефективністю пиловловлення 60%, і другий ступінь — фільтри класу EU7 з ефективністю пиловловлення 90%) [13]. Для організації безперебійної роботи системи кондиціонування передбачається резервування насосів та вентиляторів, які обслуговують приміщення, що працюють цілодобово [16]. Так, наприклад, у системі кондиціонування та вентиляції встановлені насоси зі спеціальними ущільненнями для роботи з гліколевим холодоагентом градирень (де відбувається осушення повітря) [13]. На підживленні гліколю стоїть насос у такому ж виконанні [14]. На обігріві системи вентиляції працюють консольні агрегати [15]. Все це обладнання включено до єдиної диспетчерської мережі та управляється з єдиного пульта [14]. Таким чином, центральні кондиціонери модульного типу створюють всі передумови не тільки для підвищення рівня працездатності обслуговуючого персоналу та продавців, а й купівельної активності відвідувачів [15].

Опалення торгових центрів У приміщеннях торгових центрів проектується система центрального водяного опалення [9]. Як правило, використовуються двотрубні схеми з нижнім розведенням магістральних трубопроводів та горизонтальними гілками для груп приміщень [8]. На нагрівальних приладах встановлюються автоматичні терморегулятори радіатора прямої дії [4]. Передбачаються окремі системи (гілки) для груп приміщень різного призначення з можливістю їх самостійного включення/вимкнення та встановленням балансувальних клапанів, регуляторів перепаду тиску, запірно-регулюючої арматури [1-4]. Як нагрівальні прилади використовуються сталеві радіатори (наприклад, Korado) і трубопроводи із сталевих водогазопровідних труб [8]. При цьому нагрівальні

прилади встановлюються відкрито [4]. Водяну систему опалення доповнюють системою повітряного опалення із вентиляторними доводчиками [14]. При цьому в приміщеннях з повітряним опаленням у вентиляторних доводчиках повітря в теплий період року охолоджується, а в холодний - нагрівається, забезпечуючи підтримку заданого температурного режиму [15]. При цьому параметри теплоносія становлять $60^{\circ}\text{-}95^{\circ}\text{З}$ холодноносія мінус $14^{\circ}\text{-}17^{\circ}\text{С}$ [14]. Для економії витрати теплової енергії в приміщеннях з повітряним опаленням, як правило, використовується переривчастий режим опалення за рахунок зниження температури повітря в нічний час до $14\text{-}15^{\circ}\text{С}$ з наступним підігрівом його за дві години до початку роботи [15].



Приміщення з великою поверхнею скління обладнуються вентиляторними конвекторами, що забезпечують переміщення нагрітого повітря поверхнею скління знизу вгору [8]. Таке технічне рішення усуває стік холодного повітря вниз і унеможливорює утворення конденсату на поверхні скління [9]. Для циркуляції води застосовані потужні циркуляційні насоси (GRUNDFOS типу TP та UPS серії 200), що забезпечують достатню витрату теплоносія у системі [8]. Для циркуляції води в системі застосовуються насоси з електронним регулюванням частоти приводу [14]. Така опція дозволяє суттєво (до 40%) знизити електроспоживання агрегатів та оптимізувати роботу системи опалення [8]. Крім того, такі насоси без проблем вбудовуються у системи диспетчеризації, які стали невід'ємною частиною сучасних ТРК [9].

Таким чином, інженерне забезпечення торгових центрів має створювати необхідні температурно-вологісні параметри, режими освітлення, умови зберігання та експонування товарів [1-4]. Адже їхнє надійне функціонування дозволяє збільшити комфорт відвідувачів, підвищити продуктивність праці персоналу, тим самим забезпечуючи високу прибутковість та інвестиційну привабливість торгового об'єкта [14]. Але створити дійсно ефективні системи, здатні сформувати по-справжньому комфортні умови, можливо лише із застосуванням сучасного високотехнологічного обладнання [15]. І практика успішно це підтверджує [9].

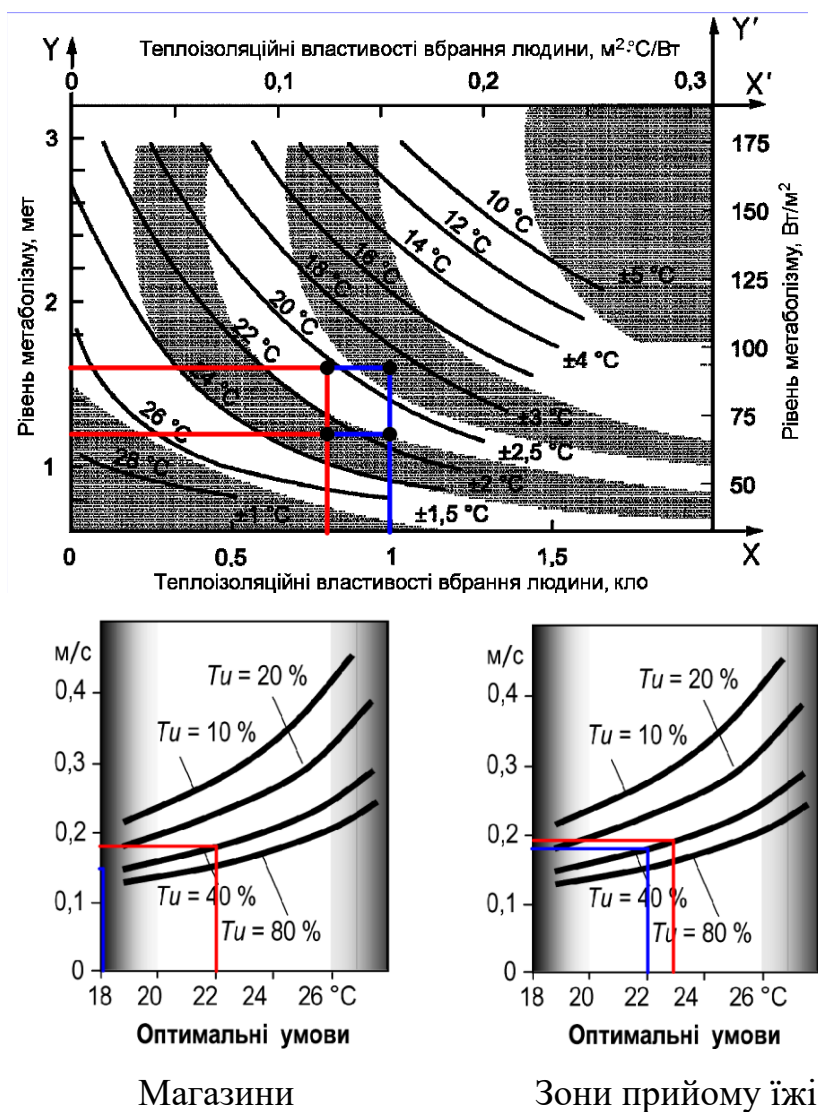
1.2. Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Параметри зовнішнього повітря для розрахунків визначаються згідно положень ДБН «Опалення, вентиляція та кондиціонування» [5] для м. Київ з ДСТУ «Будівельна кліматологія».

Період року	Температура $t, ^\circ\text{C}$	Ентальпія $I, \text{кДж/кг}$	Вологовміст $d, \text{г/кг}$	Відносна вологість $\phi, \%$
Теплий	28	70	16,45	69
Холодний	-22	-21	0,4	83

1.3. Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Для магазинів та зон прийому їжі:



Умови мікроклімату	Відносна вологість повітря, %
Оптимальні умови	25-60

Технологічні приміщення:

Період року	Категорія робіт	Оптимальні норми на постійних робочих місцях		
		Температура повітря С	Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с, не більше
Холодний період	Важка: III	16-18	60-40	0,3
Теплий період	Важка: III	18-20	60-40	0,4

Розрахункові параметри внутрішнього повітря

<i>Приміщення</i>	<i>Період року</i>	<i>Температура</i>	<i>Відносна вологість φ, %</i>	<i>Рухливість повітря V, м/с</i>	<i>ГДК CO₂, г/м³</i>
Кухня	Теплий	19	40-60	0,4	500
	Холодний	18		0,3	
Ресторан	Теплий	23	25-60	0,2	500
	Холодний	22		0,19	
Магазин	Теплий	22	25-60	0,19	500
	Холодний	18		0,15	

Итоги - Общие

Общие данные:		
Название проекта:	ТРЦ	
Город:	Киев	
Адрес:		
Проектировщик:		
Дата расчетов:		
Дата создания проекта:		
Файл данных:		
Нормы:		
Норма для выполнения расчета коэф. теплопередачи:	PN-EN ISO 6946	
Норма для выполнения расчета проект. тепловой нагрузки:	PN-EN 12831:2006	
Климатические данные:		
Климатическая зона:	Киев (-22°C / 7,7°C / 4	
Проектная наружная температура θ_{e} :	-22	°C
Средняя годовая наружная температура $\theta_{m,e}$:	7,7	°C
Грунт:		
Вид грунта:	Песок или гравий	
Теплоемкость:	2,000	МДж/(м ³ ·К)
Глубина периодического проникновения тепла δ :	3,167	м
Коэффициент теплопроводности λ_g :	2,0	Вт/(м·К)
Основные итоги расчетов здания:		
Отапливаемая площадь здания A_H :	1610,5	м ²
Отапливаемый объем здания V_H :	5150,0	м ³
Проектные потери тепла за счет теплопередачи Φ_T :	44544	Вт
Проектные потери тепла на вентиляцию Φ_V :	32458	Вт
Общие проектные потери тепла Φ :	77002	Вт
Избыток тепловой мощности Φ_{RH} :	0	Вт
Проектная тепловая нагрузка здания Φ_{HL} :	77002	Вт
Показатели и коэффициенты потерь тепла:		
Показатель Φ_{HL} по отношению к поверхности $\Phi_{HL,A}$:	47,8	Вт/м ²
Показатель Φ_{HL} по отношению к кубатуре $\Phi_{HL,V}$:	15,0	Вт/м ³
Итоги расчетов вентиляции для нужд проектной тепловой нагрузки:		
Инфильтрующийся воздух V_{infv} :	516,5	м ³ /ч
Дополнительно инфильтрующийся воздух $V_{m.infv}$:	0,0	м ³ /ч
Требуемый воздух, подаваемый механически $V_{su,min!FA}$:	14830,7	м ³ /ч
Воздух, подаваемый мех. V_{su} :	14830,7	м ³ /ч
Требуемый воздух, удаляемый мех. $V_{ex,min}$:	14830,7	м ³ /ч
Мех. удаляемый воздух V_{ex} :	14830,7	м ³ /ч
Среднее количество воздухообменов n :	3,1	
Количество подаваемого вентиляционного воздуха V_v :	15873,5	м ³ /ч
Средняя температура подаваемого воздуха θ_v :	12,6	°C
Параметры расчетов проекта:		
Выполнение расчета теплопередачи при мин. $\Delta\theta_{min}$:	4,0	К
Вариант выполнения расчетов потерь тепла в помещения из соседних групп:		

Выполнять расчет с ограничением до $\theta_{j,u}$		
Минимальная дежурная температура $\theta_{j,u}$:	16	°C
Выполнять расчет потерь в помещения из соседних зданий так, как бы они не отапливались:		
Автоматический расчет тепловых мостов:	Нет	
Расчет тепловых мостов упрощенным методом:	Нет	
Данные по умолчанию для расчетов:		
Тип здания:	Торговый центр	
Тип конструкции здания:	Средняя	
Тип системы отопления в здании:	Конвекционное	
Ночной режим отопл. с пониженной темп. теплонос.:	Без понижения температуры	
Регулирование теплоснабжения в группах:	Индивидуальное рег.	
Степень герметичности наружных огражд. констр.:	Средняя	
Кратность обмена внутр. воздуха n_{50} :	3,5	1/ч
Степень заслонения здания:	В - городские территории,	
Данные по умолчанию касающиеся вентиляции:		
Система вентиляции:	Приточно-вытяжная	
Температура подаваемого воздуха θ_{su} :	16,0	°C
Температура компенсационного воздуха θ_c :	20,0	°C
Данные по умолчанию, касающиеся рекуперации и рециркуляции:		
Температура подаваемого воздуха $\theta_{ex,rec}$:	20,0	°C
Проектный коэф. полезного действия рекуп. η_{recip} :	70,0	%
Сезонный коэф. полезного действия рекуп. $\eta_{E,recip}$:	49,0	%
Проектный процент использования рециркуляции η_{recirc} :		%
Сезонный процент использования рециркуляции $\eta_{E,rec}$:		%
Геометрия здания:		
Отметка уровня грунта:	0,80	м
Отметка пола по умолчанию L_f :		м
Отметка грунтовой воды по умолчанию:	-8,00	м
Высота этажа по умолчанию H :	3,60	м
Выс. помещений в свете перекрытий по умолчанию H_i :	3,30	м
Площадь пола по грунту A_g :	235,71	м ²
Периметр пола по грунту в свете нар. стен P_g :	90,00	м
Поворот здания:	Без поворотаБез поворота	
Статистика здания:		
Количество этажей:	0	
Количество зон здания:		
Количество групп помещений:		
Количество помещений:	42	

Розділ 2. Проектування системи опалення

2.1. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будинків та споруд і внутрішніх міжквартирних конструкцій, що розділяють приміщення, температури повітря в яких відрізняються на 3°C та більше, обов'язкове виконання умов [6]:

$$R_{\Sigma пр} \geq R_{qmin}$$

$$\Delta t_{пр} \leq \Delta t_{сг}$$

$$t_{вmin} > t_{min},$$

За вимогами ДБН В.2.6-31-2021 [6] опір теплопередачі огорожувальних конструкцій $R_{заг}$ повинен бути не менше нормативного R_{qmin} .

2.1.1. Розрахунок зовнішніх конструкцій

Зовнішні огороження будівлі, що проектується виконано з врахуванням застосування конструкцій, які відповідають вимогам теплозахисту, визначеними діючими нормативними документами.

Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій виконано згідно методики, що наведена у ДСТУ 9191:2022 [4]. Термічна неоднорідність – менше 2%.

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{в}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{i p}} + \frac{1}{\alpha_{з}}$$

$$\alpha_{в}=8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$$

$$\alpha_{з}=23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{°C})$$

Склад зовнішніх огорожувальних конструкцій

Зовнішня стіна:

Декоративний шар – розчин складний, 5 мм

$\delta_1=0,005 \text{ м}$, $\rho_1=1700 \text{ кг}/\text{м}^3$; $\lambda_1=0,87 \text{ Вт}/\text{м}^0\text{C}$,

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} = \frac{0,005}{0,87} = 0,006 \text{ м}^2 \text{ °C}/\text{Вт}; s_1=10,42 \text{ Вт}/\text{м}^2 \text{ °C};$$

1. Залізобетон, 200мм.

$$\delta_2=0,14 \text{ м}; \rho_2=2500 \text{ кг/м}^3; \lambda_2=2,04 \text{ Вт/м}^0\text{С};$$

$$R_2 = \frac{\delta_2}{\lambda_2} = \frac{0,14}{2,04} = 0,069 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{С/Вт}; s_2=18,95 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^0\text{С};$$

2. Пінополістирол, 130мм.

$$\delta_3=0,13\text{м}; \rho_3=50 \text{ кг/м}^3; \lambda_3=0,045 \text{ Вт/м}^0\text{С};$$

$$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,13}{0,045} = 2,89 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{С/Вт}; s_3=0,53 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^0\text{С};$$

3. Залізобетон, 140мм.

$$\delta_4=0,20\text{м}; \rho_4=2500 \text{ кг/м}^3; \lambda_4=2,04 \text{ Вт/м}^0\text{С};$$

$$R_4 = \frac{\delta_4}{\lambda_4} = \frac{0,2}{2,04} = 0,098 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{С/Вт}; s_4=18,95 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^0\text{С};$$

4. Плити облицювальні з граніту, 20 мм,

$$\delta_5=0,20\text{м}; \rho_5=2800 \text{ кг/м}^3; \lambda_5=3,49 \text{ Вт/м}^0\text{С};$$

$$R_5 = \frac{\delta_5}{\lambda_5} = \frac{0,2}{3,49} = 0,057 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{С/Вт}; s_5=25,04 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^0\text{С};$$

$$R_{\text{заг}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + \frac{1}{\alpha_3};$$

$$R_{\text{заг}} = 0,115 + 0,006 + 0,069 + 2,89 + 0,098 + 0,057 + 0,043 = 3,329 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{С/Вт} > 3,3 \text{ м}^2\text{ } ^\circ\text{С/Вт};$$

$$U = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{3,329} = 0,301 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}}$$

$$D = \sum_{i=1}^n R_i \cdot s_{ip}$$

$$D = 0,006 \cdot 10,42 + 0,069 \cdot 18,95 + 2,89 \cdot 0,53 + 0,098 \cdot 18,95 + 0,057 \cdot 25,04 = 6,2;$$

«Сендвіч-панель»:

1. Сталь: $\rho_1= 7850 \text{ кг/м}^3$, $\delta_1= 0,001 \text{ м}$, $\lambda_1= 58 \text{ Вт/м}^0\text{С}$, $s_1=126,5 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^0\text{С}$;

2. Жорсткий пінополіуретан:

$\rho_2=60 \text{ кг/м}^3$, $\delta_2= 0,13 \text{ м}$, $\lambda_2=0,041 \text{ Вт/м}^0\text{С}$, $s_2=0,42 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^0\text{С}$;

3. Сталь: $\rho_3= 7850 \text{ кг/м}^3$, $\delta_3= 0,001 \text{ м}$, $\lambda_3= 58 \text{ Вт/м}^0\text{С}$, $s_3=126,5 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^0\text{С}$.

Опір теплопередачі:

$$R_{\text{заг}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_1 + R_2 + R_3 + \frac{1}{\alpha_3};$$

$$R_{\text{заг}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,001}{58} + \frac{0,13}{0,041} + \frac{0,001}{58} + \frac{1}{23} = 3,329 \text{ м}^2\text{°C/Вт} > 3,3 \text{ м}^2\text{°C/Вт};$$

Горищне покриття:

1. Профнастил
2. Пароізоляція – 1 шар ПВХ
3. Утеплювач – ROCKWOOL, 300мм.

$$\delta_3=0,30\text{м}, \quad \lambda_3=0,047 \text{ Вт/м}^0\text{C}, \quad R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,3}{0,047} = 6,38 \text{ м}^2\text{°C/Вт},$$

$$s_3=0,57 \text{ Вт/м}^2 \text{°C};$$

4. Мембрана.

Опір теплопередачі:

$$R_{\text{заг}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + R_3 + \frac{1}{\alpha_3};$$

$$R_{\text{заг}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,03}{0,047} + \frac{1}{23} = 6,54 \text{ м}^2\text{°C/Вт} > 6,0 \text{ м}^2\text{°C/Вт};$$

$$U = \frac{1}{R_{\Sigma}} = \frac{1}{6,54} = 0,153 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$$

$$D = \sum_{i=1}^n R_i \cdot s_{ip} = 6,54 \cdot 0,57 = 3,7;$$

Підлога:

1. ПВХ покриття "Таркетт"

$$\delta_1=0,005 \text{ м}$$

2. Залізобетонна плита

$$\rho_2=2500 \text{ кг/м}^3, \quad \delta_2=0,27 \text{ м}, \quad \lambda_2=2,04 \text{ Вт/м}^0\text{C}, \quad s_2= 17,98 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

3. Гідроізоляція

4. Бетонна підготовка

$$\rho_4= 1600\text{кг/м}^3, \quad \delta_4= 0,1 \text{ м}, \quad \lambda_4= 0,81 \text{ Вт/м}^0\text{C}, \quad s_4=8,69\text{Вт/м}^2\text{°C};$$

5. Грунт ущільнений

$$\rho_5= 350 \text{ кг/м}^3, \quad \delta_5= 0,1 \text{ м}, \quad \lambda_5= 0,19 \text{ Вт/м}^0\text{C}, \quad s_5= 2 \text{ Вт/м}^2\text{°C}.$$

Итоги - Ограждения

Символ	d	λ	ρ	ср	R	R _{сog}	δ	μ	Z	Z _{сog}
	м	Вт/(м·К)	кг/м ³	кДж/(кг·К)	м ² ·К/Вт	м ² ·К/Вт	г/(м·ч·Па)		м ² ч·Па/г	м ² ч·Па/г
1 ПГ2	Пол в подвале 25,6 см									
Вид ограждения: Пол в подвале, Влажностные условия: Влажный										
Стена, примыкающая к полу: 1 СН-ГР-12										
Разница высоты пола и грунтовой воды Z _{гв} : 3,00 м										
Высота заглубления стены, примыкающей к грунту Z: 2,40 м										
ТЕРРАКОТА	0,0050	1,050	2000	0,840	0,005	0,005	250,00	3	20,0	20,0
БЕТОН-1900	0,0500	1,100	1900	0,840	0,045	0,045	75,00	10	666,7	666,7
ПЕНОПОЛИСТ	0,1000	0,036	20	1,460	2,778	2,778	12,00	60	8333,3	8333,3
РУБЕРОИД	0,0010	0,180	1000	1,460	0,006	0,006	7,50	96	133,3	133,3
БЕТОН-1900	0,1000	1,100	1900	0,840	0,091	0,091	75,00	10	1333,3	1333,3
Равноценное сопротивление грунта вместе с сопротивлениями теплпередаче R _г , [м ² ·К/Вт]:										2,000
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:										4,924
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]:										0,203
1 СН-ГР-12	Наружная стена, примыкающая к грунту 43,1 см									
Вид ограждения: Наружная стена, примыкающая к грунту, Влажностные условия: Влажный										
Пол, примыкающий к стене: 1 ПГ2										
Высота заглубления стены, примыкающей к грунту Z: 2,35 м										
БЕТОН-2200	0,2500	1,500	2200	0,840	0,167	0,167	45,00	16	5555,6	5555,6
ПЕНОПОЛИСТ	0,0800	0,036	20	1,460	2,222	2,222	12,00	60	6666,7	6666,7
БЕТОН-2200	0,1000	1,500	2200	0,840	0,067	0,067	45,00	16	2222,2	2222,2
РУБЕРОИД	0,0010	0,180	1000	1,460	0,006	0,006	7,50	96	133,3	133,3
Равноценное сопротивление грунта вместе с сопротивлениями теплпередаче R _г , [м ² ·К/Вт]:										1,254
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:										3,715
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]:										0,269
КРОВЛЯ	Кровля 50,6 см									
Вид ограждения: Кровля, Влажностные условия: Нормальный										
РУБЕРОИД	0,0050	0,180	1000	1,460	0,028	0,028	7,50	96	666,7	666,7
ПОЛИУРЕТ-В	0,2500	0,025	30	1,460	10,000	10,000	12,00	60	20833,3	20833,3
ПОЛИЭТИЛЕН	0,0010	0,200	1300	1,420	0,005	0,005	0,07	10000	13888,9	13888,9
ЖЕЛЕЗБЕТОН	0,2200	1,700	2500	0,840	0,129	0,129	30,00	24	7333,3	7333,3
ШТУКАТ-ЦИ	0,0300	0,820	1850	0,840	0,037	0,037	45,00	16	666,7	666,7
Сопротивление теплпередаче внутри R _i , [м ² ·К/Вт]:										0,100
Сопротивление теплпередаче снаружи R _e , [м ² ·К/Вт]:										0,040

Символ	d	λ	ρ	ср	R	Rcor	δ	μ	Z	Zcor
	м	Вт/(м·К)	кг/м ³	кДж/(кг·К)	м ² ·К/Вт	м ² ·К/Вт	г/(м·ч·Па)		м ² ч·Па/г	м ² ч·Па/г
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:										10,339
Кoeffициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]:										0,097
СВ-15 Стена внутренняя 25,0 см										
Вид ограждения: Стена внутренняя, Влажностные условия: Нормальный										
ШТУКАТ-ЦИ	0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3
КИРП-ДЫРЧ	0,2200	0,620	1400	0,880	0,355	0,355	135,00	5	1629,6	1629,6
ШТУКАТ-ЦИ	0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3
Сопротивление теплопередаче внутри Ri, [м ² ·К/Вт]:										0,130
Сопротивление теплопередаче внутри Ri, [м ² ·К/Вт]:										0,130
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:										0,651
Кoeffициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]:										1,535
СН-50-РВ Стена наружная 43,0 см										
Вид ограждения: Стена наружная, Влажностные условия: Нормальный										
ШТУКАТ-ЦИ	0,0150	0,820	1850	0,840	0,018	0,018	45,00	16	333,3	333,3
ЖЕЛЕЗБЕТОН	0,2000	1,700	2500	0,840	0,118	0,118	30,00	24	6666,7	6666,7
ТЕРМОФАЛ12	0,2000	0,040	100	0,750	5,000	5,000	480,00	2	416,7	416,7
ШТУКАТ-ЦЕМ	0,0150	1,000	2000	0,840	0,015	0,015	45,00	16	333,3	333,3
Сопротивление теплопередаче внутри Ri, [м ² ·К/Вт]:										0,130
Сопротивление теплопередаче снаружи Re, [м ² ·К/Вт]:										0,040
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:										5,321
Кoeffициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]:										0,188

Итоги - Ведомость ограждений

Символ	Описание	d	Ri	Re	R	U	ФТ
		м	м ² · К/Вт	м ² · К/Вт	м ² · К/Вт	Вт/м ² · К	Вт
1 ПГ2	Пол в подвале 25,6 см	0,256	2,000		4,924	0,203	771
1 СН-ГР-12	Наружная стена, примыкающая к грунту 43,1 см	0,431	1,254		3,715	0,269	1609
ОК-120X120	Окно наружное (фонарь) LЧН= 120,0Ч120,0 см					1,050	124
ОК-180X120	Окно наружное (фонарь) LЧН= 180,0Ч120,0 см					1,050	
ОК-200X120	Окно наружное (фонарь) LЧН= 200,0Ч120,0 см					1,050	1663
ОК-200X180	Окно наружное (фонарь) LЧН= 200,0Ч180,0 см					1,050	8082
ОК-60X180	Окно наружное (фонарь) LЧН= 60,0Ч180,0 см					1,050	
ОК-60X60	Окно наружное (фонарь) LЧН= 60,0Ч60,0 см					1,050	32
ДВ60	Дверь внутренняя LЧН= 60,0Ч200,0 см					5,100	
ДВ70	Дверь внутренняя LЧН= 70,0Ч200,0 см					5,100	
ДВ80	Дверь внутренняя LЧН= 80,0Ч200,0 см					5,100	
ДВ90	Дверь внутренняя LЧН= 90,0Ч200,0 см					5,100	
ДН1	Дверь наружная LЧН= 90,0Ч200,0 см					1,050	
ДН2	Дверь наружная LЧН= 150,0Ч240,0 см					1,050	151
ДН3	Дверь наружная LЧН= 100,0Ч240,0 см					1,050	207
КРОВЛЯ	Кровля 50,6 см	0,506	0,100	0,040	10,339	0,097	861
СВ-15	Стена внутренняя 25,0 см	0,250	0,130	0,130	0,651	1,535	
СН-50-РВ	Стена наружная 43,0 см	0,430	0,130	0,040	5,321	0,188	11297



Рис.2.2. Розподіл температур в зовнішній стіні [7,8]

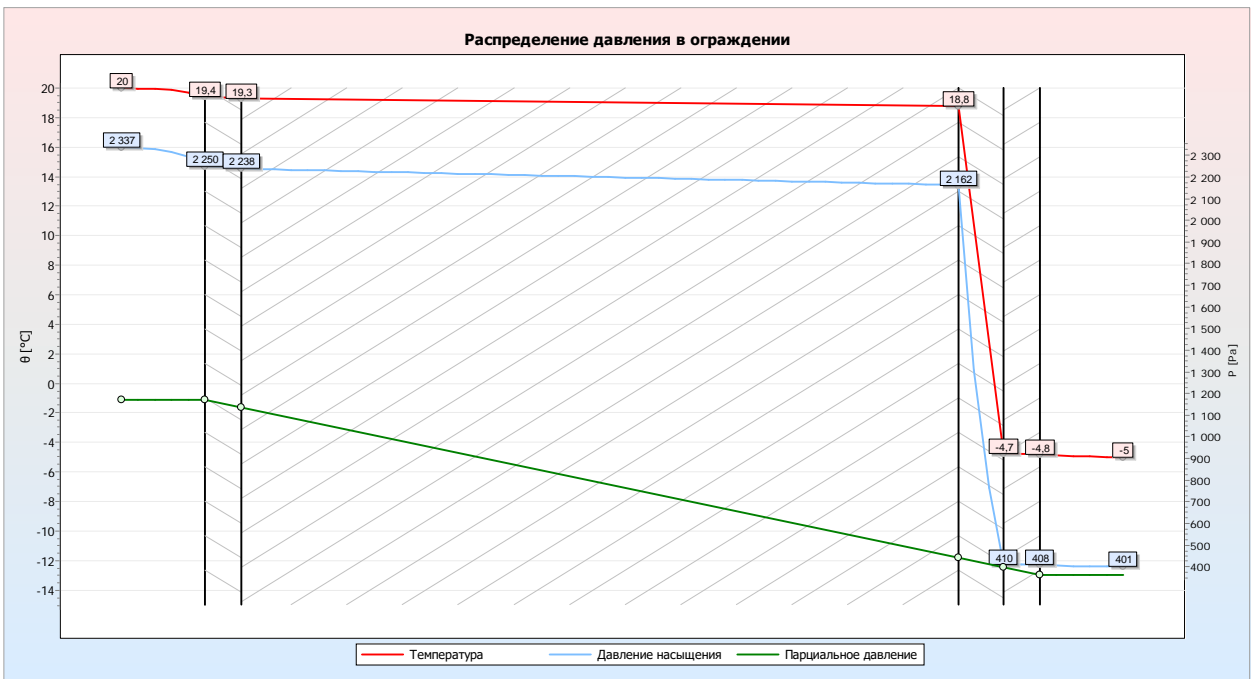


Рис.2.2. Розподіл парціальних тисків в зовнішній стіні [7,8]

2.2. Розрахунок тепловтрат приміщень та визначення теплової потужності системи опалення

Розрахунок тепловтрат виконано в програмному забезпеченні . Наведено результати розрахунку.

Итоги - Ведомость помещений

Символ	$\theta_{int}, \text{°C}$	A м2	V м3	ϕ_{HL} Вт	H_i м	n50 1/ч	V _{infv} м3/ч	V _{m.infv} м3/ч	θ_v °C	ϕ_T Вт	ϕ_V Вт	ϕ_{HL}, A Вт/м2	ϕ_{HL}, V Вт/м3	ϕ_{HL}, c Вт
A1	18,0	16,20	324,0	5502	20,00	3,5	68,0	0,0	4,8	2759	1036	339,6	17,0	5502
A2	18,0	15,90	318,0	4392	20,00	3,5	66,8	0,0	4,8	2013	1016	276,2	13,8	4392
101	20,0	6,58	21,7	528	3,30	3,5	0,0	0,0	7,4	63	465	80,3	24,3	528
103	20,0	15,60	51,5	447	3,30	3,5	7,2	0,0	12,8	239	208	28,6	8,7	447
108	20,0	6,56	21,6	501	3,30	3,5	3,0	0,0	12,8	414	87	76,4	23,1	501
109	20,0	100,63	332,1	5462	3,30	3,5	69,7	0,0	14,3	2434	3028	54,3	16,4	5462
110	20,0	83,02	274,0	3882	3,30	3,5	57,5	0,0	13,5	1943	1939	46,8	14,2	3882
111	18,0	51,80	170,9	1555	3,30	3,5	35,9	0,0	12,4	835	721	30,0	9,1	1555
112	20,0	3,11	10,3	451	3,30	3,5	1,4	0,0	3,8	387	64	145,2	44,0	451
113	20,0	9,05	29,9	378	3,30	3,5	4,2	0,0	7,7	298	80	41,7	12,6	378
114	20,0	6,58	21,7	667	3,30	3,5	0,0	0,0	7,4	202	465	101,4	30,7	667
115	20,0	15,60	51,5	403	3,30	3,5	0,0	0,0	7,4	72	331	25,8	7,8	403
116	16,0	8,00	26,4	720	3,30	3,5	3,7	0,0	11,3	672	48	90,0	27,3	720
117	20,0	3,00	9,9	82	3,30	3,5	0,0		-22,0	11	71	27,2	8,2	82
118	20,0	3,00	9,9	82	3,30	3,5	0,0		-22,0	11	71	27,2	8,2	82
119	20,0	43,35	143,1	1817	3,30	3,5	30,0	0,0	9,4	1194	624	41,9	12,7	1817
120	20,0	43,35	143,1	3302	3,30	3,5	30,0	0,0	5,1	1341	1961	76,2	23,1	3302
121	20,0	12,00	39,6	732	3,30	3,5	5,5	0,0	5,5	314	418	61,0	18,5	732
122	18,0	8,84	29,2	374	3,30	3,5	4,1	0,0	7,7	309	65	42,4	12,8	374
123	18,0	3,23	10,7	13	3,30	3,5	0,0	0,0	16,0	10	4	4,2	1,3	13
124	20,0	71,66	236,5	4681	3,30	3,5	49,7	0,0	4,6	1946	2735	65,3	19,8	4681
125	16,0	2,34	7,7	10	3,30	3,5	0,0	0,0	7,4	6	5	4,4	1,3	10
126	20,0	6,58	21,7	528	3,30	3,5	0,0	0,0	7,4	63	465	80,3	24,3	528
127	20,0	17,35	57,3	978	3,30	3,5	8,0	0,0	14,0	669	309	56,4	17,1	978
128	20,0	6,56	21,6	585	3,30	3,5	3,0	0,0	14,7	424	161	89,2	27,0	585
129	20,0	100,63	332,1	5161	3,30	3,5	69,7	0,0	14,3	2132	3028	51,3	15,5	5161
130	20,0	83,02	274,0	4465	3,30	3,5	57,5	0,0	13,5	2526	1939	53,8	16,3	4465
131	20,0	6,58	21,7	528	3,30	3,5	0,0	0,0	7,4	63	465	80,3	24,3	528
132	20,0	17,35	57,3	978	3,30	3,5	8,0	0,0	14,0	669	309	56,4	17,1	978
133	20,0	6,56	21,6	585	3,30	3,5	3,0	0,0	14,7	424	161	89,2	27,0	585
134	20,0	100,63	332,1	5161	3,30	3,5	69,7	0,0	14,3	2132	3028	51,3	15,5	5161
135	20,0	83,02	274,0	4465	3,30	3,5	57,5	0,0	13,5	2526	1939	53,8	16,3	4465
201	20,0	6,58	21,7	528	3,30	3,5	0,0	0,0	7,4	63	465	80,3	24,3	528
202	20,0	17,35	57,3	1001	3,30	3,5	9,6	0,0	13,6	669	332	57,7	17,5	1001
203	20,0	6,56	21,6	594	3,30	3,5	3,6	0,0	14,5	424	170	90,5	27,4	594

Символ	θ_{int}, K	A	V	ϕ_{HL}	H_i	n50	V _{infv}	V _{m.infv}	θ_v	ϕ_T	ϕ_V	ϕ_{HL}, A	ϕ_{HL}, V	ϕ_{HL}, c
	$^{\circ}\text{C}$	м2	м3	Вт	м	1/ч	м3/ч	м3/ч	$^{\circ}\text{C}$	Вт	Вт	Вт/м2	Вт/м3	Вт
204	20,0	100,63	332,1	5360	3,30	3,5	83,7	0,0	14,0	2132	3227	53,3	16,1	5360
205	20,0	83,02	274,0	4629	3,30	3,5	69,0	0,0	13,1	2526	2104	55,8	16,9	4629
206	20,0	6,58	21,7	528	3,30	3,5	0,0	0,0	7,4	63	465	80,2	24,3	528
207	20,0	17,35	57,3	1083	3,30	3,5	9,6	0,0	10,5	868	215	62,4	18,9	1083
208	20,0	6,56	21,6	599	3,30	3,5	3,6	0,0	14,5	429	170	91,3	27,7	599
209	20,0	88,24	291,2	5925	3,30	3,5	73,4	0,0	14,0	3095	2830	67,1	20,3	5925
210	20,0	80,32	265,1	5064	3,30	3,5	66,8	0,0	13,1	3029	2035	63,0	19,1	5064

2.3. Вибір і обґрунтування системи опалення будівлі ТРЦ

Опалення торгового залу повітряне поєднане з системою вентиляції і кондиціонування і здійснюється рифтопами з тепловим насосом та електричним нагрівачем.

Опалення технологічних приміщень електричне, опалювальними приладами конвекторами та повітряне мультizonальними системами кондиціонування з тепловим насосом, в приміщеннях оренди (аптечного пункту та торгових приміщень) опалення повітряне мультizonальними системами кондиціонування з тепловим насосом . Для приміщень з вологим режимом застосовуються конвектори із захистом від бризок та вологи, ступенем захисту IP24. На входних дверях у торговий центр та на воротах завантажувальних встановлюються повітряно-теплові завіси з електричним нагрівом.

2.4. Підбір опалювальних приладів

Електроконвектори «Ensto»

Електроконвектори «Ensto» економічні, мають надійний механізм автоматичного вимкнення при перегріві й замерзанні, оснащені потужним термостатом для точного регулювання температури нагріву навколишнього середовища.

Модельний ряд електроконвекторів включає в себе вироби потужністю 500/1000/1500/2000 Вт.



Переваги корпусу і нагрівальної системи Ensto:

- гальванізована сталь з надстійким емальованим покриттям зсередини захищають корпус конвектора від корозії і пожовтіння;
- ТЕН монолітний, багатореберна структура забезпечує ефективну тепловіддачу;
- система жалюзі рівномірно розподіляє потік теплого повітря, підтримуючи безперервну і м'яку конвекцію;
- нагрівач закритого типу не пересушує повітря, за рахунок посиленої ізоляції створює високий ступінь електрозахисту і перешкоджає можливим опікам під час експлуатації.

Живлення конвектора забезпечується від мережі. Прилад управляється механічним способом за допомогою ергономічної клавіші включення і регулятора температури.

Результати підбору опалювальних приладів

Приміщення	Тип опалювального приладу	Потужність, Вт	Кількість, шт	Розміри, ШхВхГ, мм
103	Електроконвектор Ensto-1,0/230C2K	1000	1	530x450x120
104	Електроконвектор Ensto-1,0/230C2K	1000	1	530x450x120
109	Електроконвектор Ensto-1,5/230C2K	1500	1	660x450x120
110	Електроконвектор Ensto-0,5/230C2K	500	1	450x450x120
111	Електроконвектор Ensto-0,5/230C2K	500	1	450x450x120
112	Електроконвектор Ensto-0,5/230C2K	500	1	450x450x120
113	Електроконвектор Ensto-0,5/230C2K	500	1	450x450x120
114	Електроконвектор Ensto-0,5/230C2K	500	1	450x450x120
115	Електроконвектор Ensto-0,5/230C2K	500	1	450x450x120
116	Електроконвектор Ensto-1,0/230C2K	1000	2	530x450x120
	Електроконвектор Ensto-1,5/230C2K	1500	1	660x450x120
123	Електроконвектор Ensto-1,0/230C2K	1000	1	530x450x120
124	Електроконвектор Ensto-1,5/230C2K	1500	1	660x450x120
125	Електроконвектор Ensto-1,5/230C2K	1500	1	660x450x120
130	Електроконвектор Ensto-1,0/230C2K	1000	1	530x450x120
132	Електроконвектор Ensto-1,5/230C2K	1500	1	660x450x120
	Електроконвектор Ensto-2,0/230C2K	2000	1	785x450x120

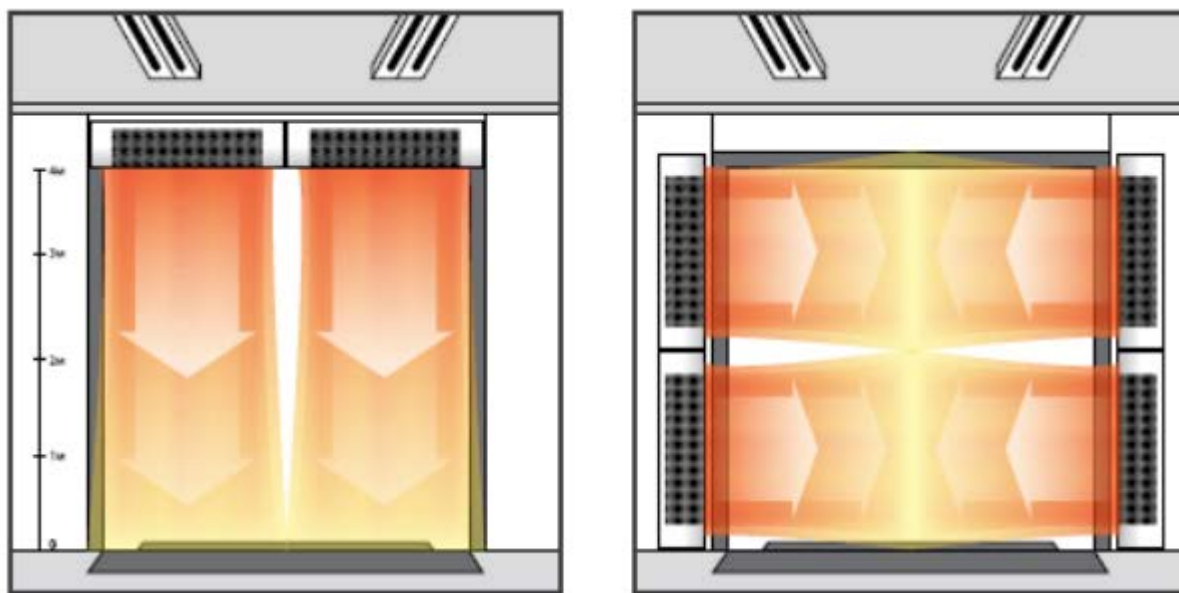
133	Электроконвектор Ensto-1,0/230C2K	1000	1	530x450x120
134	Электроконвектор Ensto-1,0/230C2K	1000	1	530x450x120
135	Электроконвектор Ensto-1,0/230C2K	1000	1	530x450x120
136	Электроконвектор Ensto-1,0/230C2K	1000	1	530x450x120
137	Электроконвектор Ensto-1,0/230C2K	1000	2	530x450x120
138	Электроконвектор Ensto-1,0/230C2K	1000	2	530x450x120
139	Электроконвектор Ensto-1,0/230C2K	1000	1	530x450x120
140	Электроконвектор Ensto-1,0/230C2K	1000	1	530x450x120
141	Электроконвектор Ensto-1,0/230C2K	1000	1	530x450x120
142	Электроконвектор Ensto-1,5/230C2K	1500	1	660x450x120
204	Электроконвектор Ensto-1,0/230C2K	1000	1	530x450x120
205	Электроконвектор Ensto-1,0/230C2K	1000	1	530x450x120
214	Электроконвектор Ensto-1,5/230C2K	1500	1	660x450x120
	Электроконвектор Ensto-1,0/230C2K	1000	1	530x450x120
215	Электроконвектор Ensto-1,5/230C2K	1500	1	660x450x120
216	Электроконвектор Ensto-1,0/230C2K	1000	1	530x450x120
217	Электроконвектор Ensto-1,0/230C2K	1000	1	530x450x120
218	Электроконвектор Ensto-1,0/230C2K	500	1	450x450x120

2.5. Підбір теплової завіси на входах до будівлі

Теплова завіса - це тепловентилятор, який знаходиться зверху отвору. Теплова завіса служить для запобігання потрапляння повітря в холодну пору року з вулиці в приміщення. Принцип роботи даного агрегату полягає в нагріванні повітря за допомогою нагрівального елемента. Потім це повітря перетворюється в високошвидкісний потік. Таким чином, струмінь повітря, з високою швидкістю рух створює невидимий бар'єр для потрапляння холодного або теплого повітря з вулиці. Завдяки цій установці в приміщенні температура повітря знаходиться на одній позначці, навіть при відкритих дверях або вікнах.

Головне завдання теплової завіси - це не підігрів малого об'єму повітря в приміщення, а формування перешкоди у вигляді нової широкої і високошвидкісного повітряного струменя. Деякі моделі можуть також виконувати нагрівання повітря, все залежить від ваших вимог.

Важливі показники, які визначають продуктивність теплової завіси є витрата, швидкість і ширина завіси в комплексі, а не окремо. Саме в сукупності ряд цих факторів показує потужність теплозавіси.



Переваги електричних теплових завіс: мінімальний рівень тепловтрат; запобігає потраплянню в приміщення вихлопних газів і вуличного пилу;

підтримує потрібний рівень температури; простота при підключенні. Технічні особливості електричних теплових завіс Крім нагрівального елемента важливою частиною цього пристрою є електромотор і вентилятор. Основна складова конструкції - центральний вентилятор (турбіна). Теплові завіси в приміщенні повинні рівномірно розподіляти повітря певної температури. Двигун встановлюється посередині пристрою, а з боків знаходяться турбіни. Однак, є моделі, де турбіна розташована у центрі приладу. Ще один важливий параметр, який необхідно враховувати при виборі - це потужність. Вона, як і продуктивність, безпосередньо впливає на швидкість нагрівання і силу потоку нагрітого повітря. Наприклад, для приміщення площею двадцять квадратних метрів з висотою стель три метри бажана потужність приладу повинна складати близько 3-х кіловат. Для приміщень з поганою теплоізоляцією, де часто відкриваються двері і вікна, рекомендується купувати більш потужні пристрої. Майже всі прилади працюють від стандартної мережі (220 вольт), але більш потужні можуть вимагати 380 вольт, тому при покупці потужних моделей необхідно попередньо подбати про джерело електроживлення відповідної потужності. У цього приладу має бути не менше двох перемикачів, де один регулює температуру, а другий - кількість оборотів вентилятора. У більш просунутих моделях можна максимально точно виставити необхідну температуру повітря, а у вентилятора може бути кілька швидкостей. Деякі сучасні моделі для більшої зручності комплектуються пультом, який може бути дротовим, або бездротовим (дистанційним). Провідні монтується на стіні, наприклад, поруч з вимикачем. Також існують прилади з кінцевим вимикачем, вони включаються при відкритих дверях до приміщення. На ринку представлені і автоматичні теплові завіси, їх правильна робота можлива і без управління. У автоматичних пристроїв є термостат, що відключає і включає нагрівачі при певній температурі. Ще один важливий параметр, який обов'язково важливо враховувати - це розміри. Зрозуміло, що потужність приладу залежить від габаритів, але не завжди є можливість встановити великий. Горизонтальні

теплові завіси в довжину варіюються від 60 см до 2-х м. Найпоширенішими вважаються прилади близько одного метра.

Основні характеристики	
потужність	9,0 кВт
режими роботи	без нагріву / 4,5 кВт / 9,0 кВт
терморегулятор	є
нагрівач	нержавіючі ТЕНи
подача повітря	I ступінь: 1000 м.куб./год, II ступінь: 1500 м.куб./год
діапазон регулювання температури	от 10 до 30 °С
монтаж	горизонтально
напруга живлення	380 В
висота отвору для установки	до 3,5 м

Основні характеристики	
потужність	6,0 кВт
режими роботи	без нагріву / 3,0 кВт / 6,0 кВт
терморегулятор	є
нагрівач	нержавіючі ТЕНи
подача повітря	I ступінь: 600 м.куб./год, II ступінь: 900 м.куб./год
діапазон регулювання температури	от 10 до 30 °С
монтаж	горизонтально
напруга живлення	220/380 В
висота отвору для установки	до 3,0 м

Розділ 3. Проектування систем вентиляції та кондиціонування повітря

3.1. Розрахунок теплонадходжень, надходжень вологи та газів

Теплонадходження від людей

<i>Повна кількість теплоти:</i>	
<p>Для теплого періоду року:</p> $Q^{TP}_h = \sum q_h \cdot n_i \text{ (Вт);}$ <p>де n_i - кількість людей в приміщенні; q_{hf} - питома кількість теплоти що виділяється дорослими людьми і залежить від виду роботи табл. 4.1, [12]</p>	
<u>Кухня:</u> $q_{hf} = 290 \text{ Вт}$	$Q^{TP}_{hf} = 290 \cdot 15 = 4350 \text{ Вт}$
<u>Зона прийому їжі:</u> $q_{hf} = 147 \text{ Вт}$	$Q^{TP}_{hf} = 147 \cdot 120 = 17640 \text{ Вт}$
<u>Магазин:</u> $q_{hf} = 148 \text{ Вт}$	$Q^{TP}_{hf} = 148 \cdot 290 = 42920 \text{ Вт}$
<p>Для холодного періоду року :</p> $Q^{XP}_{hf} = \sum q_{hf} \cdot n_i \text{ (Вт);}$	
<u>Кухня:</u> $q_{hf} = 290 \text{ Вт}$	$Q^{XP}_{hf} = 290 \cdot 15 = 4350 \text{ Вт}$
<u>Зона прийому їжі:</u> $q_{hf} = 148 \text{ Вт}$	$Q^{XP}_{hf} = 148 \cdot 120 = 17760 \text{ Вт}$
<u>Магазин:</u> $q_{hf} = 152 \text{ Вт}$	$Q^{XP}_{hf} = 152 \cdot 290 = 44080 \text{ Вт}$

<i>Явна кількість теплоти:</i>	
<p>Для теплого періоду року:</p> $Q^{TP}_{hf} = \sum q_{hf} \cdot n_i \text{ (Вт);}$ <p>де n_i - кількість людей в приміщенні; q_{hf} - питома кількість теплоти що виділяється дорослими людьми і залежить від виду роботи табл. 4.1, [12]</p>	
<u>Кухня:</u> $q_h = 136 \text{ Вт}$	$Q^{TP}_h = 136 \cdot 15 = 2040 \text{ Вт}$
<u>Зона прийому їжі:</u> $q_h = 79 \text{ Вт}$	$Q^{TP}_h = 79 \cdot 120 = 9480 \text{ Вт}$
<u>Магазин:</u> $q_{hf} = 86 \text{ Вт}$	$Q^{TP}_h = 86 \cdot 290 = 24940 \text{ Вт}$
<p>Для холодного періоду року :</p> $Q^{XP}_h = \sum q_h \cdot n_i \text{ (Вт);}$	
<u>Кухня:</u> $q_h = 142 \text{ Вт}$	$Q^{XP}_h = 142 \cdot 15 = 2130 \text{ Вт}$

<u>Зона прийому їжі</u> $q_h = 86 \text{ Вт}$	$Q^{XII}_h = 86 \cdot 120 = 10320 \text{ Вт}$
<u>Магазин:</u> $q_h = 108 \text{ Вт}$	$Q^{XII}_h = 108 \cdot 290 = 31320 \text{ Вт}$

Теплонадходження від джерел штучного освітлення

$Q_{осв} = E \cdot F \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв} \text{ Вт};$	
E – освітленість ($E = 200 \text{ лк}$);	
F – площа підлоги приміщення, м^2 ;	
$q_{осв}$ – питомі тепловиділення, $\text{Вт}/\text{м}^2$;	
$q_{осв} = 0,13 \text{ Вт}/\text{м}^2$ – для люмінісцентних ламп;	
$\eta_{осв}$ – доля теплоти, яка потрапляє в приміщення,	
$\eta_{осв} = 0,55$ – для люмінісцентних ламп;	
<u>Кухня:</u>	$Q_{осв} = 200 \cdot 121 \cdot 0,13 \cdot 0,55 = 1730 \text{ Вт}$
<u>Зона прийому їжі:</u>	$Q_{осв} = 200 \cdot 622 \cdot 0,13 \cdot 0,55 = 8895 \text{ Вт}$
<u>Магазин:</u>	$Q_{осв} = 200 \cdot 1693 \cdot 0,13 \cdot 0,55 = 24210 \text{ Вт}$

Теплонадходження від сонячної радіації

Кількість теплоти, Вт, що потрапляє в приміщення кожен годину розрахункової доби [15]:

$$Q_{ок}^{cp} = (q_{ок}^{cp} + A_{q_{ок}}) \cdot F_{ок}$$

Середньодобова кількість теплоти що поступає в приміщення через зовнішні стіни, [12] $\text{Вт}/\text{м}^2$:

$$q_{ок}^{cp} = K_{ок} \cdot [(t_3^p + \rho_{ок} \cdot q_{cp}^b / \alpha_3^b) - t_b^{ок}]$$

через покриття:

$$q_{ок}^{cp} = K_{ок} \cdot [(t_3^p + \rho_{ок} \cdot q_{cp}^r / \alpha_3^r) - t_b^{ок}]$$

q_{cp} , $\text{Вт}/\text{м}^2$	Орієнтація		
	Пн	Пд	Горизонтальна поверхня
	73	149	328

$$\alpha_3^b = 5,6 + 11,6 \cdot \sqrt{V}$$

$$\alpha_3^{\Gamma} = 8,7 + 2,6 \cdot \sqrt{V}$$

$$\alpha_3^{\text{B}} = 5,8 + 11,6 \cdot \sqrt{2,1} = 22,4 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°C}}$$

$$\alpha_3^{\Gamma} = 8,7 + 2,6 \cdot \sqrt{2,1} = 12,5 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{°C}}$$

Для зовнішньої стіни, орієнтованої на південь:

$$q_{\text{ок}}^{\text{cp}} = 0,301 \cdot \left[\left(28 + 0,8 \cdot \frac{149}{22,4} \right) - 20 \right] = 4,0 \text{ Вт/м}^2$$

Аналогічно розраховуємо для інших приміщень:

$q_{\text{ок}}^{\text{cp}}, \text{Вт/м}^2$	ЗС (Пн)	ЗС (Пд)	Покриття
Кухня	-	4,0	-
Магазин	2,3	-	3,4
Зона прийому їжі	-	2,8	3,2

Змінна кількість тепла для зовнішньої стіни [12]:

$$A_{q_{\text{ок}}} = (\alpha_{\text{B}}^{\text{B}} \cdot V_{\text{вп}} / \vartheta_{\text{ок}}) \cdot (0,5 \cdot A_{\text{тн}} \cdot B_2 + \rho_{\text{ок}} \cdot A_q / \alpha_3^{\text{B}})$$

Змінна кількість тепла для покрівлі [12]:

$$A_{q_{\text{ок}}} = (\alpha_{\text{B}}^{\Gamma} \cdot V_{\text{вп}} / \vartheta_{\text{ок}}) \cdot (0,5 \cdot A_{\text{тн}} \cdot B_2 + \rho_{\text{ок}} \cdot A_q / \alpha_3^{\Gamma})$$

Затухання амплітуди температури в огороженні:

$$\vartheta_{\text{ок}} = 2^D \cdot (0,83 + 3,49 \cdot R^{\text{ок}} / D)$$

Зовнішня стіна:

$$\vartheta_{\text{ок}} = 2^{6,2} \cdot (0,83 + 3,49 \cdot 3,3 / 6,2) = 197,2$$

Покриття:

$$\vartheta_{\text{ок}} = 2^{3,7} \cdot (0,83 + 3,49 \cdot 6,54 / 3,7) = 92,1$$

$$\varepsilon = 2,7 \cdot D - 0,4$$

Зовнішня стіна: $\varepsilon = 2,7 \cdot 6,2 - 0,4 = 16$

Покриття: $\varepsilon = 2,7 \cdot 3,7 - 0,4 = 10$;

ГОД	β_2 ($\varepsilon=16$)	β_2 ($\varepsilon=10$)
8-9	0,97	-0,26
9-10	0,87	-0,5
10-11	0,71	-0,71
11-12	0,5	-0,87
12-13	0,26	-0,97
13-14	0	-1
14-15	-0,26	-0,97
15-16	-0,5	-0,87
16-17	-0,71	-0,71
17-18	-0,87	-0,5
18-19	-0,97	-0,26
19-20	-1	0

Різниця сумарної сонячної радіації за годину і середньодобової сумарної сонячної радіації [12]: $A_q = (J_{\text{п}} + J_{\text{р}}) - q_{\text{ср}}$

$J_{\text{п}}, J_{\text{р}}$ – кількість прямої та розсіяної теплоти від сонячної радіації, яка поступає на поверхню в липні;

$J_{\text{п}}, J_{\text{р}}$	Орієнтація					
	Пн		Пд		Горизонт.	
Год	пряма	розсіяна	пряма	розсіяна	пряма	розсіяна
8-9	0	94	137	110	499	112
9-10	0	86	242	116	593	126
10-11	0	81	327	118	685	129
11-12	0	80	370	120	733	133
12-13	0	80	370	120	733	133
13-14	0	81	327	118	685	129
14-15	0	86	242	116	593	126
15-16	0	94	137	110	499	113
16-17	0	101	28	99	356	99
17-18	90	93	0	73	209	84
18-19	141	60	0	36	91	56
19-20	45	8	0	7	16	13

8-9 розрахункова година:

$$A_q = (0 + 94) - 73 = 21 \text{ Вт/м}^2$$

Аналогічно проводимо інші розрахунки:

Год	$A_q, \text{Вт/м}^2$		
	ЗС (Пн)	ЗС (Пд)	Покриття
8-9	21	98	283
9-10	13	209	391
10-11	8	296	486
11-12	7	341	538
12-13	7	341	538
13-14	8	296	486
14-15	13	209	391
15-16	21	98	284
16-17	28	-22	127
17-18	110	-76	-35
18-19	128	-113	-181
19-20	-20	-142	-299

8-9 розрахункова година:

$$A_{q_{\text{ок}}} = (8,7 \cdot 1/197,2) \cdot (0,5 \cdot 9,4 \cdot 0,97 + 0,8 \cdot 21/22,4) = 0,23 \text{ Вт/м}^2$$

Аналогічно проводимо інші розрахунки:

год	$A_{q_{\text{ок}}} \text{ Вт/м}^2$		
	ЗС (Пн)	ЗС (Пд)	Покриття
8-9	0,23	0,36	1,28
9-10	0,20	0,51	1,70
10-11	0,16	0,61	2,08
11-12	0,11	0,64	2,26
12-13	0,06	0,59	2,22
13-14	0,01	0,47	1,95
14-15	-0,03	0,28	1,49
15-16	-0,07	0,05	1,01
16-17	-0,10	-0,18	0,31
17-18	-0,01	-0,30	-0,39
18-19	0,00	-0,38	-1,01
19-20	-0,24	-0,43	-1,47
Макс.:	0,23	0,64	2,26

Кількість теплоти, Вт, що надходить через зовнішню стіну:

$$Q_{\text{ок}}^{\text{сп}} = (4 + 0,64) \cdot 35 = 162 \text{ Вт}$$

Результати по всіх приміщеннях зводимо в таблиці:

	F, м ²			Q, Вт			ΣQ, Вт
	ЗС (Пд)	ЗС (Пн)	Покрівля	ЗС (Пд)	ЗС (Пн)	Покрівля	
Кухня	35	-	-	162	-	-	162
магазин	-	229	1714	-	576,4	9669	10245
ресторан	309	-	641	1062	-	3518	4580

Теплонадходження від гарячої їжі

$Q_i = 0,278 \cdot \frac{m \cdot (t_n - t_k) \cdot n \cdot C_{cp}}{\tau}$
де, $m = 0,85$ кг/люд – середня маса їжі, що остигає;
$C_{cp} = 3,35$ кДж/кг·С° – теплоємність страви;
$t_n = 70$ °С, $t_k = 40$ °С – початкова, кінцева температура страви;
$\tau = 1$ год – середній час споживання їжі, для ретсоранів;
$n = 120$ чол. – кількість посадкових місць;
$Q_i = 2850$ Вт

Теплонадходження від технологічного обладнання кухні

$$Q_{zu} = 1000 \cdot K_1 (N_m \cdot K_2 (1 - K_3))$$

$$Q_{mv} = 1000 \cdot K_1 (N_m \cdot K_2 \cdot K_3)$$

Характеристики технологічного обладнання

№ п/п	Назва обладнання	К-ть, шт	Потужність одиниці обладнання, кВт	Загальна потужність, кВт	Волога від од. обл., кг/год
Кухня					
1	Піч конвекційна (10 рівнів)	2	19	38	10,1
2	"VARIO" апарат	1	17	17	5,1
3	Подвійна фритюрниця	1	7	7	7,2
4	Електроплита (6 конф.+дух)	2	24,5	49	5,9
5	Піч ротаційна	1	55	55	11,0
6	Розтоєчна шафа	1	9,3	9,3	0,9
Разом:				175,3	40,2
7	Морозильна камера	1	0,65	0,65	

	M500Z				
8	Морозильна шафа	1	0,65	0,65	
9	Холодильна шафа	1	0,6	0,6	
Всього:				1,9	
Кулінарія магазину					
13	АНТ Paris 185/250 (морозильна камера)	4/8	0,7	8,4	
14	Galilei Lbra 90T холодильна вітрина	6	0,7	4,2	
15	Холодильник для напоїв	15	0,6	9	
Всього:				21,6	
10	Гриль	1	6,7	6,7	2,2
11	Піч для піци	1	8,4	8,4	1,7
12	Гаряча вітрина	1	7	7	-
Всього:				22,1	3,9
16	Комп'ютер	18	0,25	4,5	-

Кулінарія магазину: $N=22,1 \text{ кВт}$

Кухня: $N=175,3 \text{ кВт}$

Кухня:

$$Q_{\text{гц}} = 18516 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{мв}} = 55548 \text{ Вт}$$

Кулінарія магазину:

$$Q_{\text{гц}} = 2334 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{мв}} = 4785 \text{ Вт}$$

Теплонадходження від торгового обладнання

Від холодильного обладнання:

$$Q=1000 \cdot N$$

N – потужність холодильного обладнання

Кухня:

$$Q_x = 1900 \text{ Вт}$$

Торговельна зала магазину:

$$Q_x = 21600 \text{ Вт}$$

Від касових комп'ютерів:

$$Q = q_k \cdot n$$

Торговельна зала магазину:

$$Q_k = 4500 \text{ Вт}$$

Загальні теплонадходження

Назва приміщення	Джерела теплонадходження	Теплонадходження в періоди року, Вт			
		Теплий		Холодний	
		Явні	Повні	Явні	Повні
Кухня	Сонячна радіація	162	162	-	-
	Штучне освітлення	1730	1730	1730	1730
	Люди	2040	4350	2130	4350
	Обладн.	20416	20416	20416	20416
	Місц.вит.	55548	55548	55548	55548
	Всього:	24348	26658	24276	26496
Зона прийому їжі	Сонячна радіація	4580	4580	-	-
	Штучне освітлення	8895	8895	8895	8895
	Люди	9480	17640	10320	17760
	Від їжі	2850	2850	2850	2850
	Всього:	25805	33965	22064	29504
Магазин	Сонячна радіація	10245	10245	-	-
	Штучне освітлення	24210	24210	24210	24210
	Люди	24940	42920	31320	44080
	Обладн.	28719	28719	28719	28719
	Місц.вит.	4785	4785	4785	4785
	Всього:	88114	106094	84249	97009

Тепловий баланс

Приміщення	Період року	Параметри	Надходження	Втрати	Надлишки	Теплонапруженість Вт/м ³
Кухня	ТП	Явна теплота	24348	-	24348	49,1
		Повна теплота	26658	-	26658	
	ХП	Явна теплота	24276	646	23631	48,9
		Повна теплота	26496	646	25851	
Зона прийому їжі	ТП	Явна теплота	25805	-	25805	5,4
		Повна теплота	33965	-	33965	
	ХП	Явна теплота	22064	9278	12786	5
		Повна теплота	29504	9278	20226	
Магазин	ТП	Явна теплота	88114	-	88114	1190,7
		Повна теплота	106094	-	106094	
	ХП	Явна теплота	84249	16862	67387	6,5
		Повна теплота	97009	16862	80147	

Визначаємо теплонапруженість для періодів року:

$$Q_{TH} = Q_h / V$$

Кухня: $Q_{TH}^{mn} = 49,08 \text{ Вт/м}^3$ $gradt = 1,5 = ^\circ\text{C/м}$

$Q_{TH}^{xn} = 48,9 \text{ Вт/м}^3$ $gradt = 1,5 = ^\circ\text{C/м}$

Зона

прийому їжі: $Q_{TH}^{mn} = 5,4 \text{ Вт/м}^3$ $gradt = 0,3 = ^\circ\text{C/м}$

$Q_{TH}^{xn} = 4,6 \text{ Вт/м}^3$ $gradt = 0,3 = ^\circ\text{C/м}$

Магазин: $Q_{TH}^{mn} = 6,8 \text{ Вт/м}^3$ $gradt = 0,3 = ^\circ\text{C/м}$

$Q_{TH}^{xn} = 6,46 \text{ Вт/м}^3$ $gradt = 0,3 = ^\circ\text{C/м}$

Надходження вологи від людей

Кількість вологи що надходить від людей, залежить від складності роботи та температури оточуючого повітря, визначається за формулою [12]:

$$W_{вол} = \sum \omega_{л.i} \cdot n_i$$

де n_i - кількість людей;

$\omega_{л.i}$ - питома кількість вологи від однієї людини [12], табл.4.1;

Теплий період року	
<u>Кухня:</u> $\omega_l = 229$	$W_{\text{вол}}^{\text{ТП}} = 229 \cdot 15 = 3435 \text{ (г/год)}$
<u>Зона прийому їжі:</u> $\omega_l = 99$	$W_{\text{вол}}^{\text{ТП}} = 99 \cdot 120 = 11880 \text{ (г/год)}$
<u>Магазин:</u> $\omega_l = 91$	$W_{\text{вол}}^{\text{ТП}} = 91 \cdot 290 = 26390 \text{ (г/год)}$
Холодний період року	
<u>Кухня:</u> $\omega_l = 218$	$W_{\text{вол}}^{\text{ХП}} = 218 \cdot 15 = 3270 \text{ (г/год)}$
<u>Зона прийому їжі:</u> $\omega_l = 91$	$W_{\text{вол}}^{\text{ХП}} = 91 \cdot 120 = 10920 \text{ (г/год)}$
<u>Магазин:</u> $\omega_l = 67$	$W_{\text{вол}}^{\text{ХП}} = 67 \cdot 290 = 19430 \text{ (г/год)}$

Вологонадходження від їжі в ресторані

Кількість вологи від їжі [12]:

$$W_{\text{їжі}} = k \cdot \frac{m_1 \cdot c_{\text{сер}} \cdot (t_{\text{сп}} - t_{\text{ск}}) \cdot n_1}{\tau \cdot (2500 + c_{\text{вп}} \cdot t_{\text{сер}}) \cdot 10^{-3}}$$

k - коефіцієнт, що враховує нерівномірність вживання їжі (0,34);

$c_{\text{вп}}$ - теплоємність водяної пари (1,81);

$t_{\text{сер}}$ - середня температура страви.

$$W_{\text{їжі}} = 0,34 \cdot \frac{0,85 \cdot 3,35 \cdot (70 - 40) \cdot 89}{1 \cdot (2500 + 1,81 \cdot 55) \cdot 10^{-3}} = 1341 \text{ (г/год)}$$

Вологонадходження від обладнання

$$W_{\text{обл}} = 1000 \cdot k_1 \cdot (W_{\text{обл}} \cdot k_2 \cdot (1 - k_3)),$$

$$W_{\text{м.в}} = 1000 \cdot k_1 \cdot (W_{\text{обл}} \cdot k_2 \cdot k_3)$$

Кухня:

$$W_{\text{обл}} = 1000 \cdot 0,65 \cdot (40,2 \cdot 0,65 \cdot (1 - 0,75)) = 4245 \text{ (г/год)}$$

Кількість вологи, що вловлюється місцевими відсмоктувачами [12]:

$$W_{\text{м.в}} = 1000 \cdot 0,65 \cdot (40,2 \cdot 0,65 \cdot 0,75) = 12735 \text{ (г/год)}$$

Магазин:

$$W_{\text{обл}} = 1000 \cdot 0,65 \cdot (3,9 \cdot 0,65 \cdot (1 - 0,75)) = 411 \text{ (г/год)}$$

$$W_{\text{м.в}} = 1000 \cdot 0,65 \cdot (3,9 \cdot 0,65 \cdot 0,75) = 1233 \text{ (г/год)}$$

Надходження вуглекислого газу

$M_{CO_2} = \Sigma g \cdot n_i$	
де g - питомі надходження вуглекислого газу, яка виділяється однією людиною [12]	
n_i - кількість людей;	
<u>Кухня:</u> $g = 90 \text{ г/год}$	$M_{CO_2} = 90 \cdot 15 = 1350 \text{ г/год}$
<u>Зона прийому їжі:</u> $g = 60 \text{ г/год}$	$M_{CO_2} = 60 \cdot 120 = 7200 \text{ г/год}$
<u>Магазин:</u> $g = 60 \text{ г/год}$	$M_{CO_2} = 60 \cdot 290 = 17400 \text{ г/год}$

Надходження шкідливостей

Приміщення	Період року	Джерело вологи	Вологонадходження	Виділення вуглекислого газу
Кухня	Теплий	Люди	3435	1350
	Холодний		3270	
	Теплий	Обл	4245	
	Холодний		4245	
	Теплий	МВ	12735	
	Холодний		12735	
Ресторан	Теплий	Люди	11880	7200
	Холодний		10920	
	Теплий	їжа	1341	
	Холодний		1341	
Магазин	Теплий	Люди	26390	17400
	Холодний		19430	
	Теплий	Обл	411	
	Холодний		411	
	Теплий	МВ	1233	
	Холодний		1233	

3.2. Розрахунок повітрообмінів у приміщеннях за допомогою I-d-діаграми.

Повітряний баланс будівлі

Повітрообмін по мінімальній кількості повітря на одну людину [12]:

$L_{cn} = (g_{cn} \cdot n + g_B \cdot A); G_{cn} = 1,2 \cdot L_{cn}$ <p>n_i – кількість людей;</p> <p>g_{cn} – питома витрата на одну людину;</p> <p>$g_{cn} = 7 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{люд}$</p> <p>$g_B = 0,7 \text{ м}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2$ – питома витрата на розбавлення будівельного забруднення;</p> <p>A – загальна площа приміщення;</p>		
<u>Кухня:</u>	$L_{cn} = 683 \text{ м}^3/\text{год}$	$G_{cn} = 1,2 \cdot 683 = 826 \text{ кг}/\text{год}$
<u>Зона прийому їжі:</u>	$L_{cn} = 4591 \text{ м}^3/\text{год}$	$G_{cn} = 1,2 \cdot 4591 = 5476 \text{ кг}/\text{год}$

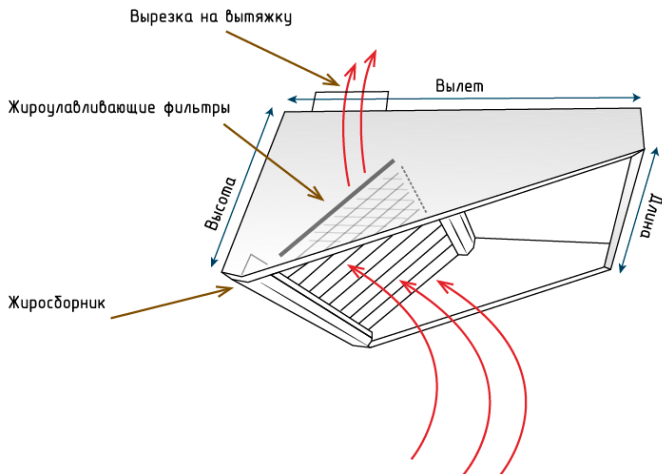
Повітрообмін на розбавлення шкідливостей до ГДК [12]

$L_{CO_2} = M_{CO_2} \cdot 1000 / 1,83 \cdot \Delta c$ $G_{CO_2} = 1,2 \cdot L_{CO_2}$ <p>$\Delta c = 500 \text{ ppm}$ – рівень концентрації CO₂ у приміщенні понад рівень у зовнішньому повітрі,</p>		
<u>Кухня:</u>	$L_{CO_2} = 1475 \text{ м}^3/\text{год}$	$G_{CO_2} = 1,2 \cdot 1475 = 1784 \text{ кг}/\text{год}$
<u>Зона прийому їжі:</u>	$L_{CO_2} = 7869 \text{ м}^3/\text{год}$	$G_{CO_2} = 1,2 \cdot 7869 = 9384 \text{ кг}/\text{год}$

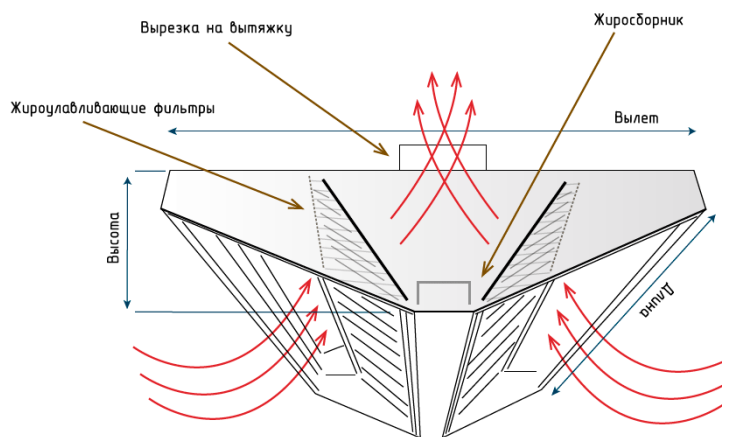
Характеристики витяжних зонтів.

Розміри обладнання, мм					
Кухня					
Піч конвекційна (10 рівнів)	850	х	770	х	1020
"VARIO" апарат	1200	х	780	х	1100
Подвійна фритюрниця	800	х	700	х	900
Електроплита	1200	х	900	х	900
Магазин					
Гриль	990	х	510	х	750
Піч для піци	900	х	730	х	750

Обладнання	Довжина зонга, м	Ширина зонга, м	Висота зонга, м	Кількість	Діаметр приєднання повітропроводу, мм	Кількість витяжного повітря	
						L, м ³ /год	G1, кг/год
Кухня							
Піч конвекційна	1	0,9	0,35	2	200	850	1980
"VARIO" апарат	1,4	0,9	0,35	1	250	1200	1400
Подвійна фритюрниця	1	0,8	0,35	1	200	850	990
Електроплита	1,4	1,2	0,35	2	250	2400	5590
піч ротаційна	-	-	-	1	250	1717	2000
						G1мв	11960
Магазин							
Гриль	1,2	0,8	0,35	1	250	700	820
Піч для піци	1	0,8	0,35	1	200	600	700
						G1мв	1520



Пристінні витяжні зонти



Острівні витяжні зонти

Розрахунок повітрообміну в теплий період року

Складаємо балансне рівняння витрати повітря для кухні:

$$G_{in}^K + G_{пер} = G_l^K + G_l^M, \text{ де}$$

G_{in}^K – витрата припливного повітря в кухні;

$G_{пер}$ – витрата повітря через переток;

G_l^K – витрата видаляемого повітря в кухні;

G_l^M – витрата видаляемого повітря технологічною витяжкою.

$$G_{in}^K = 0,6 \cdot G_1^{кух,заг} - G_{in}^{М.В.} = 0,6 \cdot 13160 = 7896 \text{ кг/год}$$

$v_{пер}$ – швидкість перетоку;

$A_{прор}$ – площа прорізів між кухнею та зоною прийому їжі.

$$G_l^K = 2 \cdot V_{прим} \cdot 1,2 = 2 \cdot 496,1 \cdot 1,21 = 1200 \text{ (кг/год)}$$

$$G_l^M = \sum L_i \cdot \rho = 11960 \text{ (кг/год)},$$

L_i – сумарні витрати видаляемого повітря технологічною витяжкою.

$$G_{пер} = G_l^K + G_l^M - G_{in}^K = 1200 + 11960 - 7896 = 5264 \text{ кг/год}$$

Кількість повітря що може подаватись перетоком

$$G_{пер}^{доп} = v_{пер} \cdot A_{прор} \cdot 3600 \cdot \rho = 3600 \cdot 0,2 \cdot 6,3 \cdot 1,19 = 5274 \text{ кг/год},$$

Витрата припливного повітря в зоні прийому їжі:

$$G_{in}^{рест} = G_{пер} + G_{co2}^{рест} = 5264 + 9384 = 14648 \text{ кг/год}$$

Розрахунок повітрообміну у зоні прийому їжі в теплий період

1. На I-d діаграмі наносимо точку *ext*, що характеризує параметри зовнішнього повітря і точку *wz*, що характеризує параметри повітря в робочій зоні.

2. Знаходимо кут променя процесу у зоні прийому їжі

$$\varepsilon = \frac{3,6 \cdot \Delta Q_{hf}}{W} = \frac{3,6 \cdot 33965}{13221} = 9,2$$

3. Розраховуємо вологовміст припливного повітря:

$$d_{in} = d_{wz} - \frac{W}{G_{in}^{рест}} = 8,7 - \frac{13221}{14648} = 7,8 \text{ г/кг}$$

4. Знаходимо температуру повітря, що видаляється з верхньої зони приміщення:

$$t_l = t_{in} + K_l \cdot (t_{wz} - t_{in}) = 17,1 + 1,2 \cdot (23 - 17,1) = 24,2 \text{ °C}$$

5. По $d=\text{const}$ на перетині з $\phi=95\%$ отримаємо точку О, що характеризує кінцевий стан охолодженого та осушеного повітря.

6. З'єднуємо т.О та т. ext, , продовжуємо лінію до лінії насичення $\phi=100\%$ і ставимо точку f, що характеризує граничний стан повітря у місцевому охолоджувачі.

7. Від точки О по $d=\text{const}$, відкладаємо точку in' на $+1\text{°C}$, підігрів повітря у вентиляторі;

8. Розраховуємо холодопродуктивність та витрату повітря фанкойла:

- Задаємось температурою фанкойлу $t_\phi = 14\text{°C}$.
- Знаходимо навантаження на фанкойл:

$$Q_\phi = \frac{3,6 \cdot Q_h - c_p \cdot G_{in}^{рест} \cdot (t_l - t_{in})}{c_p \cdot (t_{wz} - t_{in}^\phi)}$$

$$= \frac{(3,6 \cdot 25805 - 1,005 \cdot 14648 \cdot (24,2 - 17,1))}{1,005 \cdot (23 - 14)} = -1223 \text{ Вт}$$

Отже, необхідності у фанкойлах немає.

Розрахунок повітрообміну у кухні в теплий період

1. Температуру припливного повітря для кухні приймаємо рівній температурі припливного повітря у фуд-корті

2. Для побудови процесу в гарячому цеху знаходимо точку суміші та з цієї точки відкладаємо кут променю процесу:

$$I_{сум}^{кух} = \frac{I_{in}^{рест} \cdot G_{in}^{кух} + I_{wz}^{рест} \cdot G_{пер}}{G_{in}^{кух} + G_{пер}} = \frac{41,5 \cdot 7896 + 49,9 \cdot 5264}{7896 + 5264} = 44,9 \text{ кДж/кг}$$

3. Температуру робочої зони для кухні приймаємо рівній температурі суміші:

$$t_{wz}^{кух} = t_{сум} = 19,4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3. Знаходимо кут променя процесу у кухні:

$$\varepsilon = \frac{3,6 * \Delta Q_{hf}}{W} = \frac{3,6 * 26658}{7680} = 12,5 \text{ кДж/г}$$

4. Температуру повітря, що видаляється з верхньої зони приміщення приймаємо $t_l^{кух} = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$

5. Виконуємо перевірку, визначаємо необхідний повітрообмін з умов асиміляції надлишків повної, явної теплоти та вологи:

$$G_{hf} = 3,6 \cdot \Delta Q_{hf} / (I_l - I_c) = 3,6 \cdot 26658 / (58,3 - 44,9) = 7141 \text{ кг/год};$$

$$G_h = 3,6 \cdot \Delta Q_h / c_p (t_l - t_c) = 3,6 \cdot 24348 / (1,005 \cdot (30 - 17,1)) = 6761 \text{ кг/год};$$

$$G_W = \frac{\Delta M_{вл}}{(d_l - d_c)} = \frac{7680}{11,1 - 9,9} = 6678 \text{ кг/год};$$

Перевіряємо виконання умови:

$$G_{in}^K > G_{hf}, G_h, G_W$$

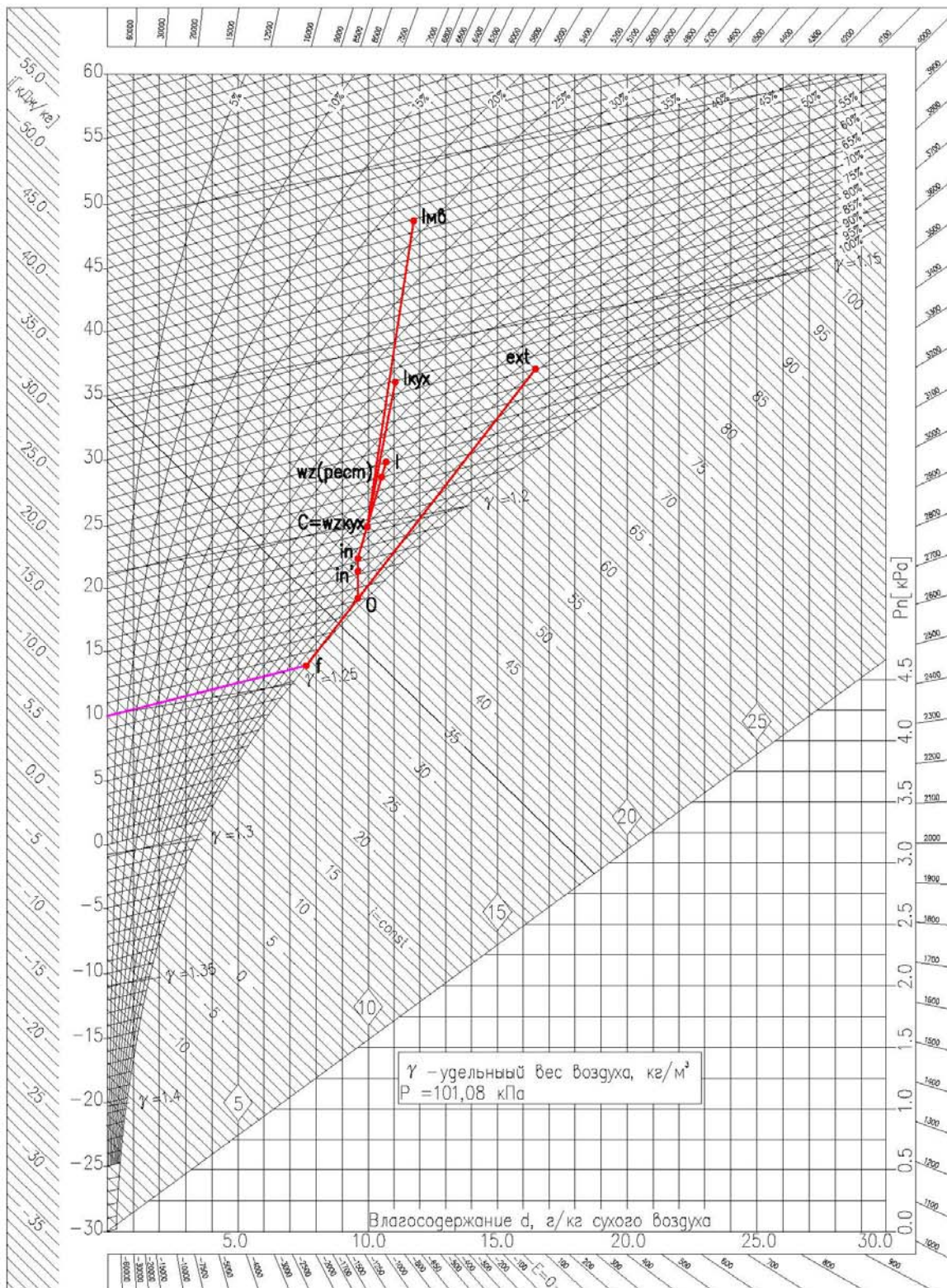
$$G_{in}^K = 7896 > G_{hf}, G_h, G_W$$

6. Для побудови процесу в місцевих витяжках, знаходимо кут променя:

$$\varepsilon = \frac{3,6 * \Delta Q_{hf}^{MB}}{W} = \frac{3,6 * 55548}{12735} = 15,7 \text{ кДж/г}$$

7. Температуру повітря що видаляється місцевими відсмоктувачами приймаємо $t_l^{MB} = 42 \text{ } ^\circ\text{C}$

Id-діаграма ТП року



Розрахунок в холодний період року

Розрахунок повітрообміну у зоні прийому їжі в холодний період року

1. На I-d діаграмі наносимо точку ext, що характеризує параметри зовнішнього повітря і точку wz, що характеризує параметри повітря в робочій зоні.

2. Знаходимо кут променя процесу

$$\varepsilon = \frac{3,6 \cdot \Delta Q_{hf}}{W} = \frac{3,6 \cdot 29504}{12261} = 8,7 \text{ кДж/г}$$

3. Розраховуємо вологовміст припливного повітря:

$$d_{in} = d_{wz} - \frac{W}{G_{in}^{рест}} = 8,3 - \frac{12261}{14648} = 7,5 \text{ г/кг}$$

4. Знаходимо температуру повітря, що видаляється з верхньої зони приміщення:

$$t_l = t_{in} + K_l \cdot (t_{wz} - t_{in}) = 17,1 + 1,2 \cdot (23 - 17,1) = 24,2 \text{ }^\circ\text{C}$$

Розрахунок повітрообміну у кухні в холодний період року

1. Для кухні приймаємо температуру припливного повітря рівній температурі припливного повітря у ресторані

2. Знаходимо точку суміші та з цієї точки відкладаємо кут променя процесу:

$$I_{сум}^{кух} = \frac{I_{in}^{рест} \cdot G_{in}^{кух} + I_{wz}^{рест} \cdot G_{пер}}{G_{in}^{кух} + G_{пер}} = \frac{35,7 \cdot 7896 + 43,4 \cdot 5264}{7896 + 5264} = 38,8 \frac{\text{кДж}}{\text{к}}$$

3. Температуру робочої зони для кухні приймаємо рівній температурі суміші:

$$t_{wz}^{кух} = t_{сум} = 19,4 \text{ }^\circ\text{C}$$

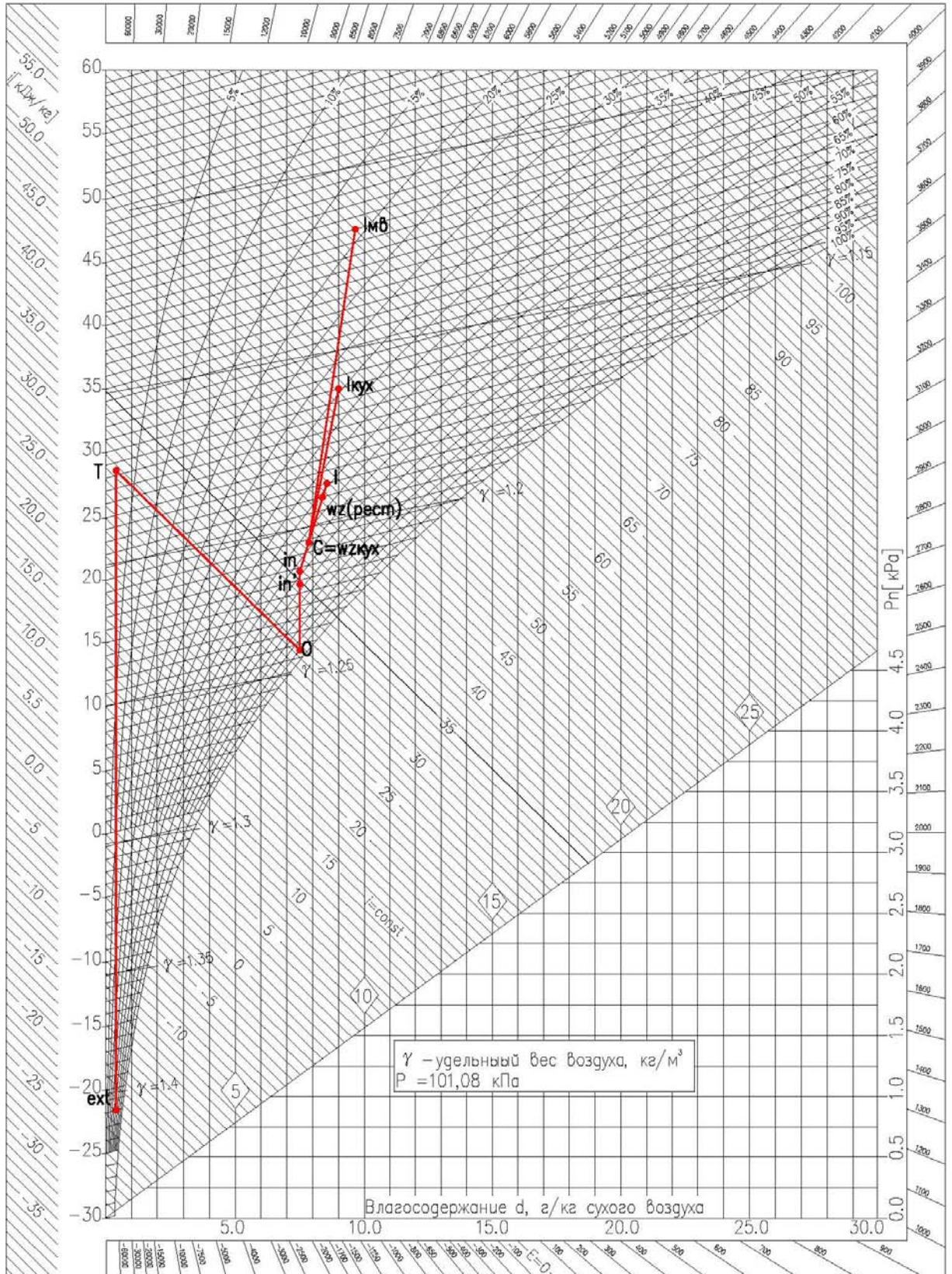
4. Знаходимо кут променя процесу у кухні:

$$\varepsilon = \frac{3,6 \cdot \Delta Q_{hf}}{W} = \frac{3,6 \cdot 26496}{7515} = 12,7 \text{ кДж/г}$$

5. Температуру повітря, що видаляється з верхньої зони приміщення

приймаємо $t_l^{кух} = 30 \text{ }^\circ\text{C}$

Id-діаграма в XII року



Параметри повітря у вентиляційній системі (зона прийому їжі-кухня)

Період	Точка	Опис	t, °C	I, кДж/кг Г	d, г/кг	φ %
Теплий	ext	зовнішнє повітря	28	70	16,4 5	69
	wz	робоча зона ресторану	23	49,9	10,5	60
	l	видаляємо повітря ресторану	24,2	51,3	10,8	57
	in	припливне повітря	17,1	41,5	9,6	79
	in'	стан повітря після вентилятора	16,1	40,5	9,6	84
	O	кінцевий стан охол. повітря	14,1	38,4	9,6	95
	f	Граничний стан повітря у кондиціонері	10,0	30,1	7,7	100
	C	суміш	19,5	44,9	9,9	71
	lkух	видаляємо повітря кух	30	58,3	11,1	42
	lмв	видаляємо повітря мв	42	72,1	11,8	23
	wz	робоча зона кух=C	19,5	44,9	9,9	71
Холодний	ext	зовнішнє повітря	-22	-21	0,4	83
	wz	робоча зона ресторану	22	43,4	8,3	51
	l	видаляємо повітря	23,0 4	44,9	8,6	49
	lkух	видаляємо повітря кух	30	53,1	9	34
	lмв	видаляємо повітря мв	42	67	9,7	19
	in	припливне повітря	16,8	35,7	7,5	64
	in'	стан повітря після вентилятора	15,8	34,8	7,5	68
	T	повітря після першого підігріву	28,3	29,6	0,4	2
	O	кінцевий стан охол. повітря	10,6	29,6	7,5	95
	C	суміш=робоча зона кухні	18,8	38,8	7,9	58

Мінімально-необхідний повітрообмін

Повітрообмін		G кг/год	L м ³ /год
Кухня	За санітарними нормами	826	683
	За розбавленням CO ₂ до ГДК	1784	1475
Ресторан	За санітарними нормами	5476	4591
	За розбавленням CO ₂ до ГДК	9384	7869

Загальний повітрообмін

	Приплив		Витяжка		Видаляється зонтами		Переток	
	G, кг/год	L, м ³ /год	G, кг/год	L, м ³ /год	G, кг/год	L, м ³ /год	G, кг/год	L, м ³ /год
Кухня	7896	6580	1200	1000	11960	9967	5264	4387
Ресторан	14707	12256	9443	7869	-	-		

Побудова процесів обробки повітря системи вентиляції у торговому залі магазину

Повітрообмін по санітарним нормам

<u>Торгова зала:</u> $L_{сн} = 11574 \text{ м}^3/\text{год}$	$G_{сн} = 1,2 \cdot 11574 = 13850 \text{ кг/год}$
--	---

Повітрообмін на розбавлення шкідливостей до ГДК

$$L_{co2} = M_{co2} \cdot 1000 / 1,83 \cdot \Delta c$$

$$G_{co2} = 1,2 \cdot L_{co2}$$

<u>Торгова зала:</u> $L_{co2} = 19016 \text{ м}^3/\text{год}$	$G_{co2} = 1,2 \cdot 19016 = 22755 \text{ кг/год}$
---	--

Розрахунок в теплий період року

1. На I-d діаграмі наносимо точку *ext*, що характеризує параметри зовнішнього повітря і точку *wz*, що характеризує параметри повітря в робочій зоні.

2. Визначаємо кут променя процесу:

$$\varepsilon = \frac{3,6 \cdot \Delta Q_{hf}}{W} = \frac{3,6 \cdot 106094}{26801} = 14,3 \text{ кДж/г}$$

ΔQ_{hf} - повні теплонадходження в теплий період року;

W - волого надходження в теплий період року.

Знаходимо температуру точки *in*, і наносимо її на куті променю:

$$t_{in} = t_{wz} - \Delta t_p = 22 - 5 = 17 \text{ }^\circ\text{C}$$

Знаходимо температуру видаляемого повітря:

$$t_l = t_{in} + K_l \cdot (t_{wz} - t_{in}) = 17 + 1,2 \cdot (22 - 17) = 23 \text{ }^\circ\text{C}$$

t_{in} – температура припливного повітря;

t_{wz} – температура робочої зони;

Δt_p – розрахунковий перепад температури.

3. На I-d діаграмі поступово будуємо процес, що відбувається в приміщенні.

Визначаємо необхідний повітрообмін на асиміляцію надлишків повної теплоти:

$$G_{hf} = \frac{\Delta Q_{hf \text{ тп}}}{I_l - I_{in}} \cdot 3,6 = \frac{106094 \cdot 3,6}{46,3 - 38,9} = 51613 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

де $\Delta Q_{hf \text{ тп}}$ – надлишки повної теплоти для теплого періоду;

I_l – ентальпія видаляемого повітря, кДж/кг

I_{in} – ентальпія припливного повітря, кДж/кг;

Визначаємо необхідний повітрообмін на асиміляцію надлишків явної теплоти:

$$G_h = \frac{3,6 * \Delta Q_h}{c_p(t_l - t_{in})} = \frac{3,6 * 88114}{1,005 * (23 - 17)} = 52605 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$$

$\Delta Q_h \text{ тп}$ – надлишки явної теплоти для теплого періоду;

c_p – теплоємність повітря, кДж/(кг·°C)

t_l – температура видаляемого повітря, кДж/кг

t_{in} – температура припливного повітря, кДж/кг;

Необхідний повітрообмін за надлишками вологи, кг/год:

$$G_w = \frac{W_{\text{вол тп}}}{d_l - d_{in}} = \frac{26801}{9,1 - 8,6} = 49631 \text{ кг/год}$$

де $W_{\text{вол тп}}$ – надлишки вологи для теплого періоду;

d_l – вологовміст видаляемого повітря, кДж/кг

d_{in} – вологовміст припливного повітря, кДж/кг;

$$G_{\text{роз}} = \max(G_{hf}, G_h, G_w) = \max(51613; \mathbf{52605}; 50568)$$

Визначаємо кількість рециркуляційного повітря:

$$G_R = G_{роз} - \max(G_{co2}; G_w) = 52605 - 22755 = 29850 \text{ кг/год}$$

Так як, кількість повітря на асиміляцію тепло- вологонадлишків більша, ніж на розбавлення ГДК приймаємо систему обробки повітря з рециркуляцією.

Знаходимо параметри рециркуляційного повітря

$$t_{сум} = \frac{t_{ext} \cdot G_{ext} + t_l \cdot G_{рец}}{G_{заг}} = \frac{28 \cdot 22755 + 23 \cdot 29850}{52605} = 25,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Загальна кількість повітря що подається в торговий зал магазину:

$$G_{in} = G_{роз} + G_{I^{M6}} = 52605 + 1520 = 54125 \text{ кг/год}$$

$$L_{in} = G/\rho = 54125/1,2 = 45232 \text{ м}^3/\text{год}$$

✓ Знаходимо потужність охолоджувача

$$Q_{охол} = G \cdot (I_c - I_0) = 52605 \cdot (56,5 - 34,2) = 1173,1 \text{ кВт}$$

Розрахунок в холодний період року

1. На I-d діаграмі наносимо точку *ext*, що характеризує параметри зовнішнього повітря і точку *wz*, що характеризує параметри повітря в робочій зоні.

2. Знаходимо кут променя процесу

$$\varepsilon = \frac{3,6 \cdot \Delta Q_{hf}}{W} = \frac{3,6 \cdot 97009}{19841} = 17,6$$

ΔQ_{hf} - повні тепло надходження в теплий період року;

W - волого надходження в теплий період року.

3. Визначаємо температуру припливного повітря:

$$t_{in} = t_{wz} - \Delta t_p = 18 - 4 = 14 \text{ } ^\circ\text{C}$$

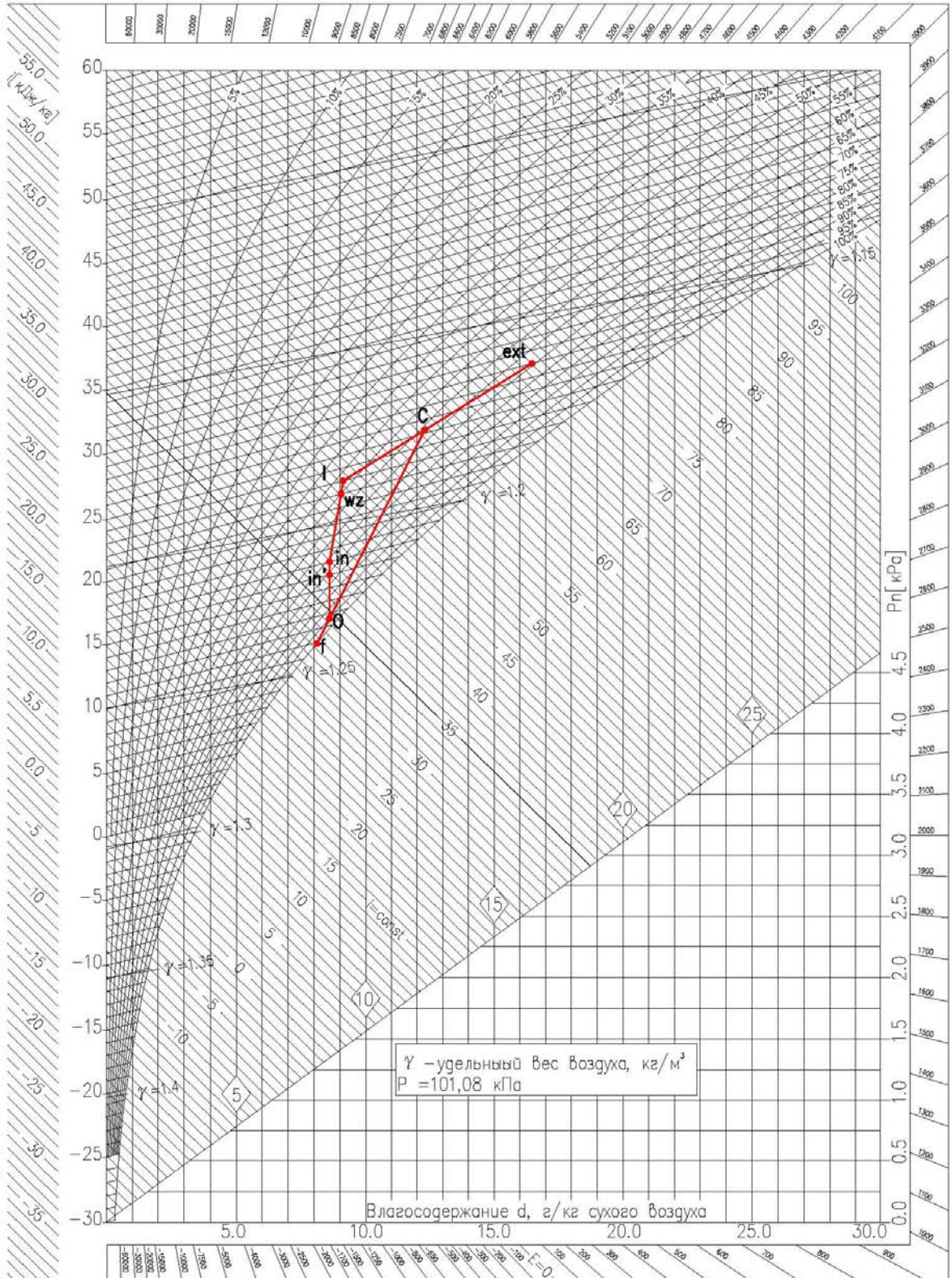
4. Знаходимо температуру повітря, що видаляється з верхньої зони приміщення:

$$t_l = t_{in} + K_l \cdot (t_{wz} - t_{in}) = 14 + 1,2 \cdot (18 - 14) = 19 \text{ } ^\circ\text{C}$$

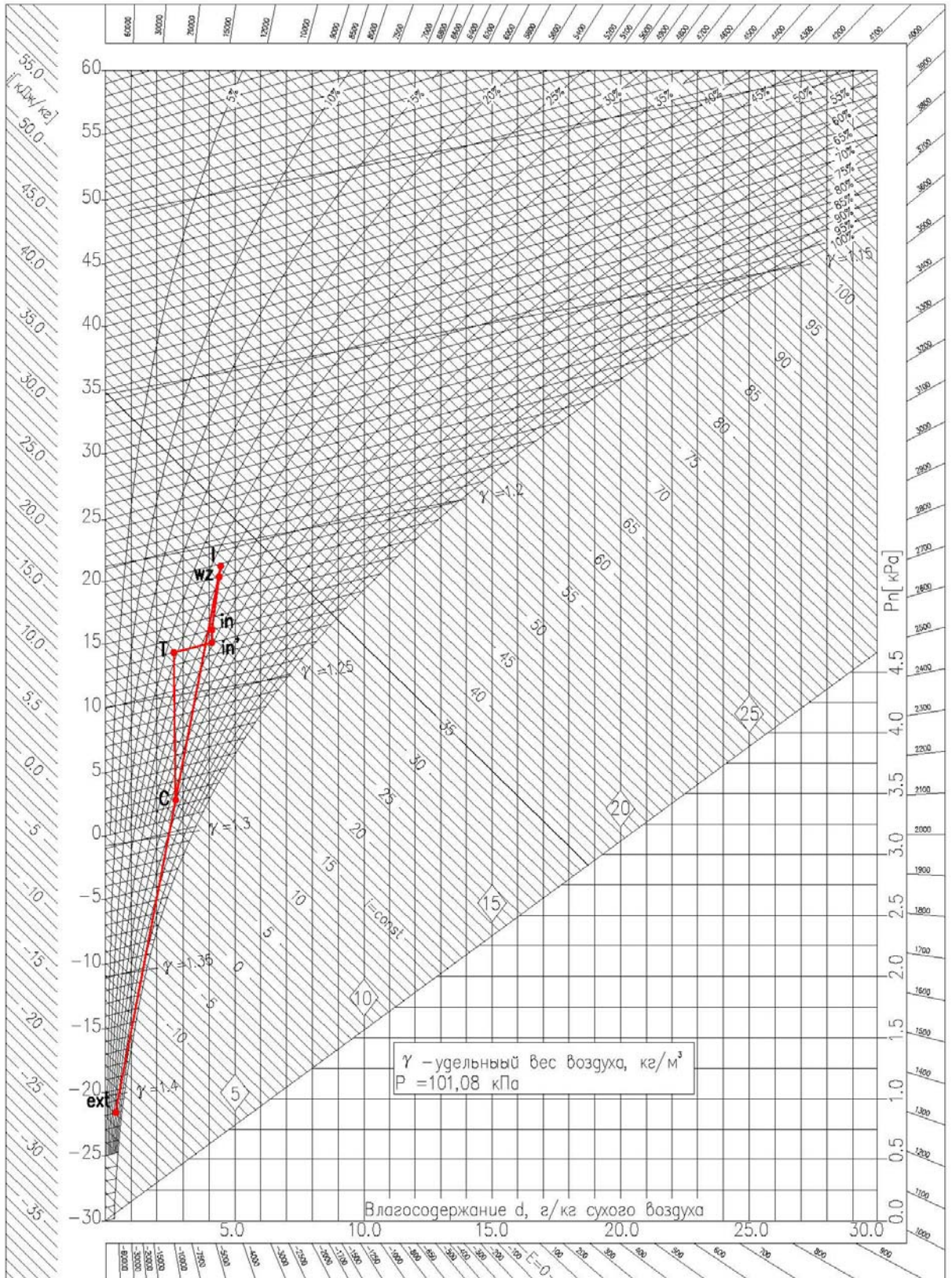
5. Знаходимо параметри рециркуляційного повітря

$$t_{сум} = \frac{t_{ext} \cdot G_{ext} + t_l \cdot G_{рец}}{G_{заг}} = \frac{-22 \cdot 22755 + 19 \cdot 29850}{52605} = 1,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Id-діаграма в ТП



Id-диаграмма в XII



Параметри повітря у вентиляційній системі (торговий зал магазину)

Період	Точка	Опис	t, °C	I, кДж/кг	d, г/кг	φ %
Теплий	ext	зовнішнє повітря	28	70	16,45	69
	wz	робоча зона	22	45,1	9,1	55
	l	видаляємо повітря	23	46,3	9,2	52
	in	припливне повітря	17	38,9	8,6	71
	in`	стан повітря після вентилятора	16	37,9	8,6	76
	f	Граничний стан повітря у кондиціонері	11	31,3	8,2	100
	O	кінцевий стан охол. повітря	12,6	34,2	8,6	95
	C	суміш	25,2	56,6	12,3	62
Холодний	ext	зовнішнє повітря	-22	-21	0,4	83
	wz	робоча зона	18	29,3	4,4	33
	l	видаляємо повітря	18,8	30,2	4,5	34
	in	припливне повітря	14,0	24,5	4,1	42
	in`	стан повітря після вентилятора	13,0	23,5	4,1	45
	T	повітря після першого підігріву	13,0	19,9	2,7	28
	C	суміш	1,2	8,2	2,7	65

Повітрообмін у торговому залі магазину

Повітрообмін	G кг/год	L м ³ /год
За санітарними нормами	13850	11574
За розбавленням CO ₂ до ГДК	22755	19016
За асиміляцією надлишків повної теплоти	51613	43133
За асиміляцією надлишків явної теплоти	52605	43962
За асиміляцією вологонадлишків	49631	41477

Загальний повітрообмін

	Приплив		Витяжка		Видаляється зонтами		На рециркуляцію	
	G, кг/год	L, м³/год	G, кг/год	L, м³/год	G, кг/год	L, м³/год	G, кг/год	L, м³/год
Магазин	54125	45232	52605	43962	1520	1267	29850	24875

Повітряний баланс будівлі

Номер приміщення	Приміщення	Об'єм приміщення Vм³/год	Приплив		Витяжка		Примітка
			Kp, год ⁻¹	L, м³/год	Kp, год ⁻¹	L, м³/год	
101	Магазин	13036	за розр.	45232	за розр.	45232	
102	Ресторан	4789,4	за розр.	12256	за розр.	7869	
103	Кухня	496,1	за розр.	6580	за розр.	10967	
104	Приймальна м'яса	100	3	300	-	-	
105	М'ясний цех	403	3	1209	4	1612	
106	Сан. Вузол	12	-	-	-	100	
107	Душова	13	-	-	5	65	
108	Гардероб м'ясника	37	-	-	1	37	
109	Кімната прибирального інвентарю	73	-	-	1	73	
110	Сан. Вузол	14	-	-	-	100	
111	Сан. Вузол	14	-	-	-	100	
112	Фасувальна	40	2	80	1	40	
113	Фасувальна	30	2	60	1	30	
114	Фасувальна	31	2	62	1	31	
115	Мийна	33	4	132	6	198	
116	Коридор	-	-	1076	За балансом		
117	Рибний цех	85	3	255	4	340	
118	Зона м'ясних та рибних	58	3	174	4	232	

	продуктів						
119	Зона борошняних продуктів	51	3	153	4	204	
121	Салатний цех	269	3	807	4	1076	
122	Склад сипучих	70	-	-	1	70	
123	Нач. виробництва	33	2	66	2	66	
124	Кабінет керівника	68	2	136	2	136	
125	Кабінет директора	68	2	136	2	136	
126	Кімната охорони	79	1	79	1	79	
127	Щитова	34	-	-	-	100	
128	Сан. вузол для інвалідів	25	-	-	-	100	
129	Сан. вузол	31	-	-	-	100	
130	Сан. вузол	42	-	-	-	150	
131	Хол	1649	-	1612	За балансом		
132	Торгове приміщення	464	-	-	1	464	
133	Торгове приміщення	38	-	-	1	38	
134	Торгове приміщення	57	-	-	1	57	
135	Торгове приміщення	57	-	-	1	57	
136	Торгове приміщення	56	-	-	1	56	
137	Торгове приміщення	117	-	-	1	117	
138	Торгове приміщення	118	-	-	1	118	
139	Торгове приміщення	57	-	-	1	57	
140	Торгове приміщення	57	-	-	1	57	
141	Торгове приміщення	57	-	-	1	57	

142	Торгове приміщення	84	-	-	1	84	
201	Коридор	219	-	880	За балансом		
202	Прим. персоналу	28	1	28	1	28	
203	Системний адміністратор	22	1	22	1	22	
204	Менеджери	50	1	50	1	50	
205	Гардероб чол.	74	2	148	2	148	
206	Сан. вузол	5	-	-	-	100	
207	Сан. вузол	5	-	-	-	100	
208	Сан. вузол	5	-	-	-	100	
209	Душова	5	-	-	5	25	
210	Душова	5	-	-	5	25	
211	Душова	5	-	-	5	25	
212	Сан. вузол	5	-	-	-	100	
213	Сан. вузол	5	-	-	-	100	
214	Гардероб жін.	133	2	266	2	266	
215	Зона відпочинку	79	2	158	2	158	
216	Щитова	95	-	-	-	300	
217	Компресорна	69	-	-	-	1620	
218	Венткамера	98	2	196	2	196	
219	Центральна каса	27	1	27	1	27	
220	Інкасація	22	1	22	1	22	
221	Венткамера	148	2	296	2	296	

3.3. Обґрунтування основних прийнятих рішень систем вентиляції та кондиціонування повітря

Вентиляція

У торговому центрі передбачається припливно-витяжна вентиляція з примусовим спонуканням окремими системами для торгового залу і виробничих приміщень. Для торгового залу запроектовані 2 системи ПВ1, які забезпечують повітряне опалення і кондиціонування. Обладнання систем ПВ1-моноблочні дахові кондиціонери (руфтопи) з тепловим насосом та електронагрівом.

У виробничих та адміністративних приміщеннях передбачається припливно-витяжна вентиляція з допомогою системи ВПЗ з рекуперацією та місцева витяжна вентиляція від зонтів над технологічним обладнанням. Загальнообмінна вентиляція здійснюється припливно-витяжною установкою з пластинчастим рекуператором. Видалення повітря від зонтів над технологічним обладнанням здійснюється спеціальними даховими вентиляторами. Устаткування систем вентиляції розміщується в венкамері. Забір свіжого повітря здійснюється через решітку у зовнішній стіні венткамери.

Вентиляція приміщень аренди(торгові приміщення) здійснюється припливно-витяжною установкою ПВ2 з рекуператором. Установа встановлюється на даху . Викиди від витяжних систем здійснюються вище покрівлі будівлі.

Витяжна вентиляція з санвузлів, душових здійснюється окремими системами.

В електрощитових та розподільчих пристроях (РУ 0,4 кВт та РУ 10 кВт) передбачена витяжна вентиляція з природним спонуканням. У приміщенні трансформаторної передбачається механічна витяжна вентиляція, розрахована на видалення надлишків тепла. Приплив природній через решітки у стіні.

Повітроводи систем вентиляції сталеві оцинковані по ГОСТ 24751-81 0,5 і 0,7 мм по ГОСТ 14918-90 класу щільності "П" (щільні). Ізоляція повітроводів припливних систем мати мінераловатні фольговані товщиною 20мм, для повітропроводів забору зовнішнього повітря товщиною 50мм.

Кріплення повітропроводів виконати типовими конструкціями по серії 5.904-1. На відгалуженні повітропроводів передбачається встановлення дросельних клапанів для пусконаладки та експлуатаційного регулювання.

Системи вентиляції та кондиціонування будівлі зблоковані з системою оповіщення про пожежу та автоматично вимикаються при її спрацюванні. У місцях проходів повітропроводів через будівельні конструкції з нормованою межею вогнестійкості, передбачається установка на повітропроводах вогнезатримуючих клапанів з класом вогнестійкості згідно ДБН В.2.5-67 2013 пункт. 7.11.16, з автоматичним дистанційним управлінням.

Кондиціонування

У торговому центрі передбачається кондиціонування торгового залу, приміщень оренди та адміністративних приміщень. Кондиціонування торгового залу здійснюється системою вентиляції яка розрахована на компенсацію теплонадлишків від людей, обладнання, освітлення, огорожувальних конструкцій. Обладнання систем ВП1-1 та ВП1-2 моноблочні дахові кондиціонери (руфтопи) з тепловим насосом та електронагрівом. Холодоносій фреон 410А. Припливне повітря систем вентиляцій' ПВ1 та ПВ2 охолоджується до температури +22°C. Холодоносій фреон 410А. Компресорно-конденсаторні блоки встановлюються на спеціальному майданчику в безпосередній близьості до споживача.

Кондиціонування приміщень оренди (торгові приміщення та зони відпочинку з барною стійкою) здійснюється системою К1, приміщень аптечного пункту системою К3, приміщення охорони-системою К2, адміністративних приміщень системою К6, К5, К4. Холодоносій- фреон 41 ОА. Компресорно-конденсаторні блоки встановлюються на спеціальному

майданчику на покрівлі. Компресорно-конденсаторні блоки встановлюються на покрівлі.

Фреоноводи систем кондиціонування мідні труби в ізоляції 6-34мм, прокладаються в лотках під стелею приміщень, що обслуговуються. Відвід конденсату здійснюється окремою системою.

3.4. Аеродинамічний розрахунок

Аеродинамічний розрахунок є основним розрахунком при проектуванні вентиляції, тільки після його виконання можна визначити перерізи повітроводів, підібрати вентилятор, скласти специфікацію.

Аеродинамічний розрахунок вентиляційних систем проводиться після того, як визначені повітрообміни, вирішені питання розміщення припливних і витяжних центрів, трасування повітропроводів, розміщення всіх необхідних мережевих елементів (розподільники повітря, регулюючі пристрої, клапани, місцеві відсмоктування).

Намітивши трасування повітропроводів, потрібно робити так, щоб всі її гілки були енергетично урівноважені. Іншими словами, ідеальний такий варіант, коли втрати тиску по всіх відгалуженнях системи при переміщенні по ним розрахункових витрат повітря були б однакові. Найбільше цим вимогам відповідають системи колекторного типу.

Колектор - це повітропровід великого перетину, до якого приєднуються відгалуження відносно малого розміру. Швидкість повітря в колекторі невелика, втрати тиску по його довжині малі, і, отже, можна розглядати його як камеру приблизно постійного повного тиску (камера статичного тиску). Тому всі відгалуження знаходяться в однакових умовах, що полегшує нев'язку тиску або наладку вже змонтованої системи.

Аеродинамічний розрахунок повітропроводів системи вентиляції зводиться в таблицю.

3.5. Розрахунок і вибір повітророзподільників

Для зони прийому їжі

Вихідні дані для підбору повітророзподільників:

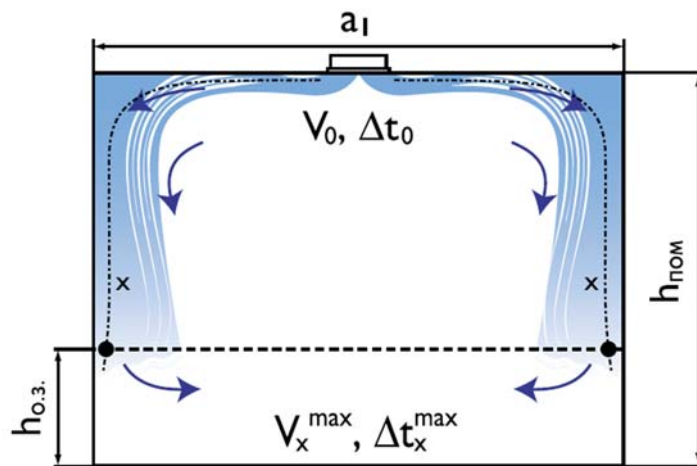
Витрата повітря: $L = 12256 \text{ м}^3/\text{год}$

Площа основної зали: $F = 622 \text{ м}^2$

Висота приміщення: $H = 3 \text{ м}$

Висота робочої зони: $h_{wz} = 1,5 \text{ м}$

1. Задаємося схемою повітророзподілення



2. Кількість повітророзподільників приймаємо рівною 14

3. Кількість повітря, що припадає на 1 повітророзподільник:

$$L_1 = L/z = 12256/14 = 875(\text{м}^3/\text{год})$$

4. Обираємо повітророзподільник на стелю типу DCRT, що створює віялову струмину, що насталяється на стелю з такими характеристиками:

Характеристика повітророзподільника

Таблиця 9.1

Типорозмір АхВ	Діаметр приєднання D ₀ , мм	Площа живого перерізу F ₀ , м ²	Коефіцієнт затухання швидкості m	Коефіцієнт затухання температури n	Витрата L, м ³ /год	ΔР, Па
595x595	315	0,147	0,9	0,8	872	60

5. Знаходимо швидкість руху повітря на виході із повітророзподільника:

$$V_0 = L_1/3600 * F = 872/3600 * 0,147 = 1,6 \text{ м/с}$$

6. Визначаємо перепад температури повітря між робочою зоною, та припливним повітрям:

$$\Delta t_0 = -t_{in} + t_{wz} = 23 - 17,1 = 5,9 \text{ }^\circ\text{C}$$

7. Знаходимо поправочні коефіцієнти взаємодії струмини з навколишнім середовищем:

- Поправочний коефіцієнт K_c на стиснення струмини огороженнями приміщення

$\frac{h_{пом} - h_{о.з.}}{\sqrt{a_1 b_1}}$	0,1	0,4	0,8	1,2	1,5	2,0
K_c	0,9	0,8	0,7	0,65	0,6	0,6

$$h_{пр} - h_{wz} = 3 - 1,8 = 1,2 \text{ м}$$

$$\sqrt{ab} = \sqrt{5,4 \cdot 4} = 4,65,$$

$a \cdot b$ – площа що припадає на один ПР

$$\frac{h_{пр} - h_{wz}}{\sqrt{ab}} = \frac{1,2}{4,65} = 0,26 \Rightarrow$$

$$K_c = 0,85$$

- K_H - коефіцієнт на врахування неізотермічності потоків

Довжина струмини:

$$A_{R_0} = 11,1 \frac{\Delta t_0 * \sqrt{F_0}}{V_0^2 * T_{wz}} = 11,1 \frac{5,9 * \sqrt{0,147}}{1,6^2 * 296} = 0,0312$$

$$T_{wz} = 273 + t_{wz} = 273 + 23 = 296 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$x = 0,5 \cdot \sqrt{ab} + h_{пр} - h_{wz} = 0,5 \cdot \sqrt{5,4 \cdot 4} + 3 - 1,2 = 3,5 \text{ м}$$

$$A_{R_x} = \frac{n}{m^2} * A_{R_0} * \left(\frac{x}{1,13 * \sqrt{F_0}} \right)^2 = \frac{0,8}{0,9^2} * 0,0312 * \left(\frac{3,5}{1,13 * \sqrt{0,147}} \right)^2 = 2,04$$

$$K_H = \sqrt[3]{1 + 1,3 * A_{R_x}} = \sqrt[3]{1 + 1,3 * 2,04} = 1,54$$

K_B - коефіцієнт, що враховує взаємодію струмин

$$K_B = 1$$

8. Знаходимо максимальну швидкість, та різницю температур при вході в робочу зону

$$V_{x \max} = V_0 \cdot \frac{m \cdot \sqrt{F} \cdot K_c \cdot K_H \cdot K_B}{x}$$

$$V_{\max} = \frac{1,6 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{0,147}}{3,5} \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 1,54 = 0,21 \frac{\text{м}}{\text{с}} < V_{\text{доп}}$$

$$\Delta t_{x \max} = \Delta t_0 \cdot \frac{V_x \cdot n}{V_0 \cdot m}$$

$$\Delta t_{x \max} = 5,9 \cdot \frac{0,21 \cdot 0,8}{1,6 \cdot 0,9} = 0,67^\circ\text{C} < \Delta t_{\text{доп}} = 1^\circ\text{C}$$

Для технологічних приміщень кухні

Вихідні дані для підбору повітророзподільників:

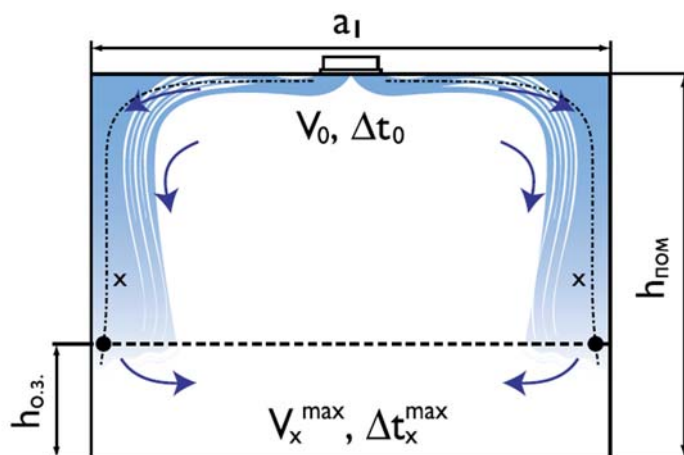
Витрата повітря: $L = 6580 \text{ м}^3/\text{год}$

Площа основної зали: $F = 121 \text{ м}^2$

Висота приміщення: $H = 3 \text{ м}$

Висота робочої зони: $h_{wz} = 1,8 \text{ м}$

1. Задаємося наступною схемою повітророзподілення



2. Кількість повітророзподільників приймаємо рівною **8**

3. Кількість повітря, що припадає на 1 повітророзподільник:

$$L_1 = L/z = 6580/8 = 823(\text{м}^3/\text{год})$$

4. Обираємо повітророзподільник на стелю типу ПДК-9 R, що створює

віялову струмину, що насталяється на стелю з такими характеристиками:

Характеристика повітророзподільника

Таблиця 9.2

Діаметр приєднання D, мм	Площа живого перерізу F, м ²	Коефіцієнт згашення швидкості m	Коефіцієнт згашення температури n	Витрата L м ³ /год	ΔP, Па
250	0,046	1,0	0,8	823	50

5. Знаходимо швидкість руху повітря на виході із повітророзподільника:

$$V_0 = L_1/3600 \cdot F = 823/3600 \cdot 0,046 = 5 \text{ м/с}$$

6. Визначаємо перепад температури повітря між робочою зоною, та припливним повітрям:

$$\Delta t_0 = -t_{in} + t_{wz} = 19,5 - 17,1 = 2,4 \text{ }^\circ\text{C}$$

7. Знаходимо поправочні коефіцієнти взаємодії струмини з навколишнім середовищем:

- Поправочний коефіцієнт K_c на стиснення струмини огороженнями приміщення

$\frac{h_{пом} - h_{о.з.}}{\sqrt{a_1 b_1}}$	0,1	0,4	0,8	1,2	1,5	2,0
K _c	0,9	0,8	0,7	0,65	0,6	0,6

$$h_{пр} - h_{wz} = 3 - 1,8 = 1,2 \text{ м}$$

$$\sqrt{ab} = \sqrt{3,5 \cdot 4} = 3,74$$

a·b – площа що припадає на один ПР

$$\frac{h_{пр} - h_{wz}}{\sqrt{ab}} = \frac{1,2}{3,74} = 0,32 \Rightarrow$$

$$K_c = 0,83$$

- K_n - коефіцієнт на врахування неізотермічності потоків

Довжина струмини:

$$A_{R_0} = 11,1 \frac{\Delta t_0 \cdot \sqrt{F_0}}{V_0^2 \cdot T_{wz}} = 11,1 \frac{2,4 \cdot \sqrt{0,046}}{5^2 \cdot 292,5} = 0,00079$$

$$T_{wz} = 273 + t_{wz} = 273 + 19,5 = 292,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$x = 0,5 \cdot \sqrt{ab} + h_{np} - h_{wz} = 0,5 \cdot \sqrt{3,5 \cdot 4} + 3 - 1,2 = 3,1 \text{ м}$$

$$A_{R_x} = \frac{n}{m^2} \cdot A_{R_0} \cdot \left(\frac{x}{1,13 \cdot \sqrt{F_0}} \right)^2 = \frac{0,8}{1^2} \cdot 0,00079 \cdot \left(\frac{3,1}{1,13 \cdot \sqrt{0,046}} \right)^2 = 0,102$$

$$K_H = \sqrt[3]{1 + 1,3 \cdot A_{R_x}} = \sqrt[3]{1 + 1,3 \cdot 0,102} = 1,04$$

K_B - коефіцієнт, що враховує взаємодію струмин між собою

$$K_B = 1$$

8. Знаходимо максимальну швидкість, та різницю температур при вході в робочу зону

$$V_{x \max} = V_0 \cdot \frac{m \cdot \sqrt{F} \cdot K_C \cdot K_H \cdot K_B}{x}$$

$$V_{\max} = \frac{5 \cdot 1 \cdot \sqrt{0,046}}{3,1} \cdot 1 \cdot 0,83 \cdot 1,04 = 0,3 \frac{\text{м}}{\text{с}} < V_{\text{доп}}$$

$$\Delta t_{x \max} = \Delta t_0 \cdot \frac{V_x \cdot n}{V_0 \cdot m}$$

$$\Delta t_{x \max} = 2,4 \cdot \frac{0,3 \cdot 0,8}{5 \cdot 1} = 0,12 \text{ } ^\circ\text{C} < \Delta t_{\text{доп}} = 1^\circ\text{C}$$

Для торгової зали магазину

Вихідні дані для підбору повітророзподільників:

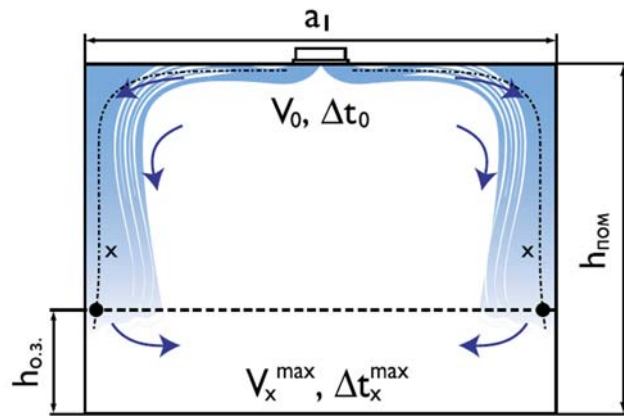
Витрата повітря: $L = 45232 \text{ м}^3/\text{год}$

Площа основної зали: $F = 1693 \text{ м}^2$

Висота приміщення: $H = 3,8 \text{ м}$

Висота робочої зони: $h_{wz} = 2 \text{ м}$

1. Задаємося наступною схемою повітророзподілення



2. Кількість повітророзподільників приймаємо рівною **14**

3. Кількість повітря, що припадає на 1 повітророзподільник:

$$L_1 = L/z = 45482/14 = 948(\text{м}^3/\text{год})$$

4. Обираємо повітророзподільник на стелю типу ПДК-12, що створює віялову струмину, що настається на стелю з такими характеристиками:

Характеристика повітророзподільника

Типорозмір АхВ	Діаметр приєднання D ₀ мм	Площа живого перерізу F ₀ м ²	Коефіцієнт затухання швидкості m	Коефіцієнт затухання температур n	Витрата L м ³ /год	ΔP, Па
595x595	199	0,147	0,9	0,8	948	80

5. Знаходимо швидкість руху повітря на виході із повітророзподільника:

$$V_0 = L_1/3600 * F = 942/3600 * 0,147 = 1,8 \text{ м/с}$$

6. Визначаємо перепад температури повітря між робочою зоною, та припливним повітрям:

$$\Delta t_0 = -t_{in} + t_{wz} = 22 - 17 = 5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

7. Знаходимо поправочні коефіцієнти взаємодії струмینی з навколишнім середовищем:

- Поправочний коефіцієнт K_c на стиснення струмینی огороженнями приміщення

$\frac{h_{ном} - h_{о.з.}}{\sqrt{a_1 \cdot b_1}}$	0,1	0,4	0,8	1,2	1,5	2,0
K_c	0,9	0,8	0,7	0,65	0,6	0,6

$$h_{пр} - h_{wz} = 3,8 - 2 = 1,8 \text{ м}$$

$$\sqrt{ab} = \sqrt{5 \cdot 3,5} = 4,18$$

$a \cdot b$ – площа що припадає на один ПР

$$\frac{h_{пр} - h_{wz}}{\sqrt{ab}} = \frac{1,8}{4,18} = 0,4 \Rightarrow$$

$$K_c = 0,8$$

- K_H - коефіцієнт на врахування неізотермічності потоків

Довжина струмини:

$$A_{R_0} = 11,1 \frac{\Delta t_0 \cdot \sqrt{F_0}}{V_0^2 \cdot T_{wz}} = 11,1 \frac{5 \cdot \sqrt{0,147}}{1,8^2 \cdot 295} = 0,0225$$

$$T_{wz} = 273 + t_{wz} = 273 + 22 = 295 \text{ °C}$$

$$x = 0,5 \cdot \sqrt{ab} + h_{пр} - h_{wz} = 0,5 \cdot \sqrt{5,4 \cdot 4} + 3 - 1,2 = 3,9 \text{ м}$$

$$A_{R_x} = \frac{n}{m^2} \cdot A_{R_0} \cdot \left(\frac{x}{1,13 \cdot \sqrt{F_0}} \right)^2 = \frac{0,8}{0,9^2} \cdot 0,0225 \cdot \left(\frac{3,9}{1,13 \cdot \sqrt{0,147}} \right)^2 = 1,81$$

$$K_H = \sqrt[3]{1 + 1,3 \cdot A_{R_x}} = \sqrt[3]{1 + 1,3 \cdot 1,79} = 1,5$$

K_B - коефіцієнт, що враховує взаємодію струмин між собою

$$K_B = 1$$

8. Знаходимо максимальну швидкість, та різницю температур при вході в робочу зону

$$V_{x \max} = V_0 \cdot \frac{m \cdot \sqrt{F} \cdot K_c \cdot K_H \cdot K_B}{x}$$

$$V_{\max} = \frac{1,8 \cdot 0,9 \cdot \sqrt{0,147}}{3,9} \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 1,5 = 0,19 \frac{\text{м}}{\text{с}} < V_{\text{доп}}$$

$$\Delta t_{x \max} = \Delta t_0 \cdot \frac{V_x \cdot n}{V_0 \cdot m}$$

$$\Delta t_{x \max} = 5 \cdot \frac{0,19 \cdot 0,8}{1,8 \cdot 0,9} = 0,47^{\circ}\text{C} < \Delta t_{\text{доп}} = 1^{\circ}\text{C}$$

Аеродинаміка (П1-В1)

Номер ділянки	Витрата повітря на ділянці $L_{діл}, \text{ м}^3/\text{год}$	Довжина ділянки $L_{діл}, \text{ м}$	Розміри поперечного перерізу повітропроводу $V_{хН}$ для прямокутного повітропроводу або	Еквівалентний діаметр $d_e, \text{ мм}$	Дійсна площа поперечного перерізу повітропроводу $f_a, \text{ м}^2$	Дійсна швидкість в перерізі $u_a, \text{ м/с}$	Число Рейнольдса $Re=(v \cdot d_e)/\nu$	Коефіцієнт гідравлічного тертя $\lambda=0,11 \cdot ((k_e/d_e) + (68/Re))^{0,25}$	Коефіцієнт шорсткості $\beta_{ш}$	Коефіцієнт K_1	Динамічний тиск на ділянці P_d	Втрати тиску на тертя $P_{тр} = (\lambda/d_e) \cdot l \cdot \beta_{ш} \cdot k_1 \cdot P_d$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці $\Sigma \xi_{діл}$	Коефіцієнт K_2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_z = \Sigma \xi_{діл} \cdot P_d \cdot K_2$	Загальні втрати тиску на ділянці, $\Delta P_{діл} = P_{пер} + P_z, \text{ Па}$	Сумарні втрати тиску на ділянці від початку мережі, Па	Нев'язка	Необхідний коефіцієнт місцевого опору дроселькляпана $\xi_{дрк}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Магістраль приплив</i>																			
1-2	942	5,8	-	355	0,099	2,65	62620,3	0,021	1	1	4,20	1,45	1,03	1	84,33	85,78	85,78		
2-3	1885	4,9	-	500	0,196	2,67	88920,8	0,019	1	1	4,27	0,81	0,38	1	1,62	2,43	88,21		
3-4	2827	4,9	-	560	0,246	3,19	119090	0,018	1	1	6,11	0,97	0,38	1	2,32	3,29	91,50		
4-5	3769	4,9	-	630	0,312	3,36	141144	0,017	1	1	6,78	0,92	0,38	1	2,57	3,50	95,00		
5-6	4712	4,9	-	710	0,396	3,31	156551	0,017	1	1	6,56	0,77	0,14	1	0,92	1,69	96,69		
6-7	5654	4,9	-	710	0,396	3,97	187861	0,016	1	1	9,45	1,07	0,14	1	1,32	2,40	99,09		
7-8	6596	4,9	-	710	0,396	4,63	219171	0,016	1	1	12,86	1,42	0,15	1	1,93	3,35	102,44		
8-9	7539	4,9	-	710	0,396	5,29	250481	0,016	1	1	16,80	1,82	0,15	1	2,52	4,34	106,78		
9-10	8481	4,9	-	710	0,396	5,95	281791	0,015	1	1	21,27	2,26	0,15	1	3,19	5,45	112,23		
10-11	9423	1,6	-	710	0,396	6,61	313101	0,015	1	1	26,25	0,90	1,15	1	30,19	31,09	143,31		
11-12	16962	7,0	-	900	0,636	7,41	444604	0,014	1	1	32,95	3,59	0,4	1	13,18	16,77	160,09		
12-13	26385	3,3	-	1120	0,985	7,44	555755	0,013	1	1	33,24	1,30	1	1	33,24	34,54	194,63		
13-14	45232	9,0	-	1400	1,539	8,17	762178	0,012	1	1	40,01	3,19	0,6	1	24,01	27,19	221,82		
14-15	45232	6,0	-	1400	1,539	8,17	762178	0,012	1	1	40,01	2,12	0,7	1	28,01	30,13	251,95		
<i>Відгалуження</i>																			

2-2'	942	0,9	-	355	0,0989	2,65	62620,3	0,021	1	1	4,20	0,23	0,98	1	81,12	81,34	81,34	5,17	1,06
3-3'	942	0,9	-	355	0,0989	2,65	62620,3	0,021	1	1	4,20	0,23	1,33	1	82,59	82,81	82,81	6,12	1,29
4-4'	942	0,9	-	355	0,0989	2,65	62620,3	0,021	1	1	4,20	0,23	1,46	1	83,13	83,36	83,36	8,90	1,94
5-5'	942	0,9	-	355	0,0989	2,65	62620,3	0,021	1	1	4,20	0,23	2,19	1	86,20	86,42	86,42	9,03	2,05
6-6'	942	0,9	-	355	0,0989	2,65	62620,3	0,021	1	1	4,20	0,23	1,87	1	84,86	85,08	85,08	12,01	2,77
7-7'	942	0,9	-	355	0,0989	2,65	62620,3	0,021	1	1	4,20	0,23	2,71	1	88,38	88,61	88,61	10,58	2,50
8-8'	942	0,9	-	355	0,0989	2,65	62620,3	0,021	1	1	4,20	0,23	3,14	1	90,19	90,42	90,42	11,74	2,87
9-9'	942	0,9	-	355	0,0989	2,65	62620,3	0,021	1	1	4,20	0,23	4,4	1	95,48	95,71	95,71	10,37	2,64
10-10'	942	0,9	-	355	0,0989	2,65	62620,3	0,021	1	1	4,20	0,23	5,35	1	99,47	99,70	99,70	11,16	2,99
11-11'	7539	0,9	-	710	0,3957	5,29	250481	0,016	1	1	16,80	0,33	0,85	1	14,28	14,62	14,62	89,80	7,67
13'-13''	9423	0,9	-	710	0,3957	6,61	313101	0,015	1	1	26,25	0,50	0,98	1	25,73	26,23	26,23	83,61	5,11
13-13'	18847	0,9	-	1000	0,7850	6,67	444604	0,014	1	1	26,69	0,33	1,74	1	46,43	46,77	46,77	75,97	5,55

Магістраль витяжка

1-2	1022	7,0	-	355	0,0989	2,87	67938,6	0,021	1	1	4,94	2,03	1,5	1	84,42	86,45	86,45		
2-3	2045	5,0	-	500	0,1963	2,89	96472,9	0,019	1	1	5,03	0,96	0,68	1	3,42	4,38	90,82		
3-4	3067	5,0	-	560	0,2462	3,46	129205	0,018	1	1	7,19	1,15	0,55	1	3,95	5,10	95,93		
4-5	4089	5,0	-	630	0,3116	3,65	153132	0,017	1	1	7,98	1,09	0,5	1	3,99	5,08	101,00		
5-6	5112	5,0	-	710	0,3957	3,59	169847	0,017	1	1	7,73	0,91	0,3	1	2,32	3,23	104,23		
6-7	6134	5,0	-	710	0,3957	4,31	203816	0,016	1	1	11,12	1,27	0,27	1	3,00	4,28	108,51		
7-8	7157	5,0	-	710	0,3957	5,02	237785	0,016	1	1	15,14	1,69	0,24	1	3,63	5,32	113,83		
8-9	8179	5,0	-	710	0,3957	5,74	271755	0,015	1	1	19,78	2,15	0,2	1	3,96	6,11	119,94		
9-10	9201	2,3	-	710	0,3957	6,46	305724	0,015	1	1	25,03	1,23	1,4	1	35,04	36,27	156,21		
10-11	16358	7,0	-	900	0,6359	7,15	428768	0,014	1	1	30,64	3,36	0,77	1	23,59	26,95	183,17		
11-12	25559	3,3	-	1120	0,9847	7,21	538353	0,013	1	1	31,19	1,22	1,4	1	43,67	44,89	228,06		
12-13	43962	5,0	-	1400	1,5386	7,94	740774	0,012	1	1	37,80	1,68	0,53	1	20,03	21,71	249,8		

Відгалудження

2-2'	1022	2,0	-	355	0,0989	2,87	67938,6	0,021	1	1	4,94	0,58	1,35	1	83,67	84,25	84,25	2,53	0,44
3-3'	1022	2,0	-	355	0,0989	2,87	67938,6	0,021	1	1	4,94	0,58	1,33	1	83,58	84,16	84,16	7,34	1,35
4-4'	1022	2,0	-	355	0,0989	2,87	67938,6	0,021	1	1	4,94	0,58	1,25	1	83,18	83,76	83,76	12,68	2,47
5-5'	1022	2,0	-	355	0,0989	2,87	67938,6	0,021	1	1	4,94	0,58	1,2	1	82,93	83,51	83,51	17,32	3,54
6-6'	1022	2,0	-	355	0,0989	2,87	67938,6	0,021	1	1	4,94	0,58	1,1	1	82,44	83,02	83,02	20,35	4,30

7-7'	1022	2,0	-	355	0,0989	2,87	67938,6	0,021	1	1	4,94	0,58	0,8	1	80,96	81,54	81,54	24,86	5,47
8-8'	1022	2,0	-	355	0,0989	2,87	67938,6	0,021	1	1	4,94	0,58	0,6	1	79,97	80,55	80,55	29,24	6,75
9-9'	1022	2,0	-	355	0,0989	2,87	67938,6	0,021	1	1	4,94	0,58	0,3	1	78,48	79,06	79,06	34,08	8,28
10-10'	7157	10,0	-	710	0,3957	5,02	237785	0,016	1	1	15,14	3,37	0,7	1	10,60	13,97	13,97	91,06	9,41
12'-12''	9201	0,5	-	710	0,3957	6,46	305724	0,015	1	1	25,03	0,27	0,7	1	17,52	17,79	17,79	90,29	6,62
12-12'	18403	0,5	-	1000	0,7850	6,51	434128	0,014	1	1	25,44	0,18	1,52	1	38,67	38,85	38,85	82,96	7,45

3.6. Розрахунок і вибір обладнання систем вентиляції та кондиціонування повітря

Для системи П1-В1 підбираємо припливно-витяжну установку компанії Salda, серії AmberAir 16-KR MD50+ R S.

VentMaster 5.24.1 build 2 (2021.05.21)



Техническая спецификация

SALDA UAB, Ragainės 100, LT-78109 Šiauliai, Lietuva

2021-05-26

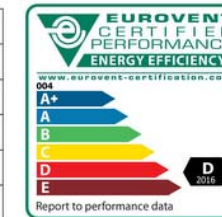
Название проекта: магаз.vт5

Дата проекта 2021-05-25

Заказчик: 1

Номер заказа

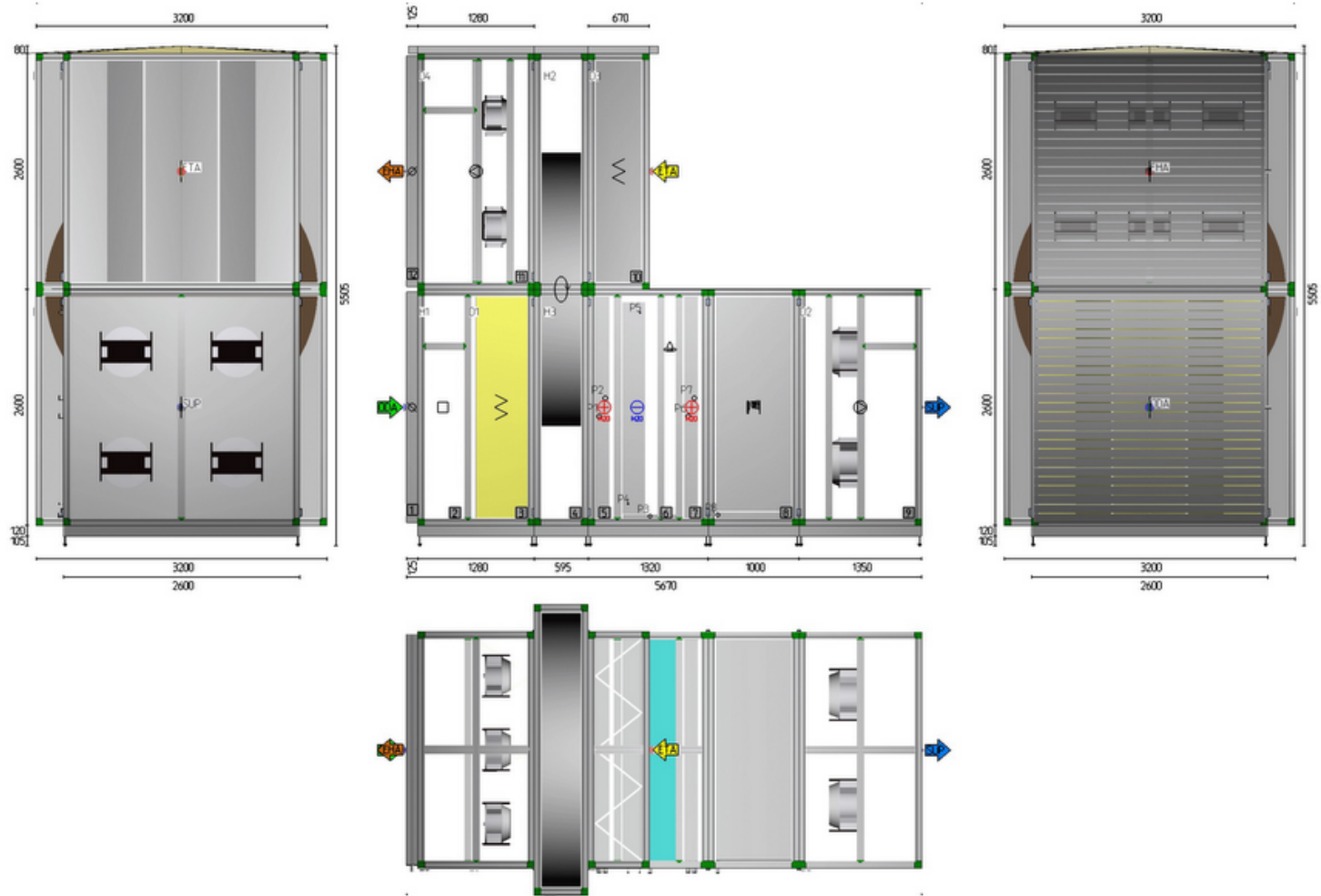
AmberAir 16-KR MD50+ R S		Тип ножки	Тип 1		Приточный воздух	Вытяжной воздух
Размер	16-KR	Опорная рама	Тип 1	Поток (м³/ч)	45232	43967
Толщина панели (мм)	45.5	Вес (кг)	4958	Давление (Па)	220	250
Сторона обслуживания	Правая	Исполнение	Наружное (с крышей)	Температура (°C)	-22 / 28	18.8 / 23
Соединение секций	Внешнее	Панели	Zn / Zn,Zn,Zn,Zn	Влажность (%)	83 / 69	34 / 52
Каркас	MD50+	Плотность воздуха (кг/м3)	1.2	Скорость воздуха (м/с)	2.02	1.96



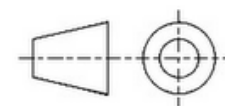
Высота крыши, мм: 80

Примечание: предельные условия работы агрегата -40C / 40C

EN 1886:2008 данные: механическая прочность корпуса - D2(M), герметичность корпуса при -400Pa / +700Pa – L1(M)/L1(M), утечки на фильтре - F9(M), класс теплоизоляции - T3, класс тепловых мостов - TB2
www.salda.it AmberAir 16-KR MD50+ R S 1/20



Размеры соединений, мм: ODA: □ 2500 x 2500 (Открытое) SUP: □ 2500 x 2500 (Открытое) ETA: □ 2500 x 2500 (Открытое) EHA: □ 2500 x 2500 (Открытое)



Вес секций (кг)

1 Заслонка	100
2 Секция обслуживания	107
3 Фильтр	240
4 Роторный теплообменник	1261
5 Водяной нагреватель	252
6 Водяной охладитель	730
7 Водяной нагреватель	235
8 Паровой увлажнитель	219
9 Вентилятор	672
10 Фильтр	210
11 Вентилятор	631
12 Заслонка	100
Крыша	134
Опорная рама	67

Специфичная мощность вентилятора (SFP) (кВт/м3/с)

SFPe (расчетная нагрузка)	1.78
SFPv (чистые фильтры, все компоненты сухие)	1.54

Внутренние потери давления (Па)

Приточный воздух

Вытяжной воздух

1 Заслонка	5	10 Фильтр	78
2 Секция обслуживания	0	4 Роторный теплообменник	109
3 Фильтр	108	12 Заслонка	5
4 Роторный теплообменник	112	Всего (Па) 192	
5 Водяной нагреватель	15	Общее давление в систему (Па) 250	
6 Водяной охладитель	195	Статическое давление вентилятора (Па) 442	
6 Водяной охладитель Каплеуловитель (Па)	34		
7 Водяной нагреватель	12		
Всего (Па) 481			
Общее давление в систему (Па) 220			
Статическое давление вентилятора (Па) 701			

Секции

Приточный воздух

Вытяжной воздух

1 Заслонка		10 Фильтр	
Размер	SSK 2500x2500	Размер	16x592x592 L=540
Вес заслонки (кг)		Тип	Энергоэффективный карманный фильтр ePM10 60% (M5)
		Начальное падение давления (Па)	31
2 Секция обслуживания		Рекомендуемое конечное падение давления (Па)	124
Длина (мм)	300	Сигнал в систему управления	PS600B
Тип двери	C (фиксаторы с ручкой)	Материал внутренних металлических деталей:	Оцинкованная сталь
Низ	Auto	Материал рамки фильтра	Алюмин AZ 185

Секции

Приточный воздух

Вытяжной воздух

Верх	Auto	Тип двери	A (петли с ручками)
Перед	Auto	Общая кумулятивная эффективность	ePM10 60%
Спина	Auto	Низ	Auto
		Верх	Auto
3 Фильтр		Перед	Auto
Размер	16x592x592 L=640	Спина	Auto
Тип: Энергоэффективный карманный фильтр ePM2.5 70% (F7)			
Начальное падение давления (Па)	58	4 Роторный теплообменник	
Рекомендуемое конечное падение давления (Па)	158	Название	ST1-HL-SV-2890-PR-K3-A1-0, W3090, H3090
Сигнал в систему управления	PS600B	Теплообменник	Разделённый на части
Материал внутренних металлических деталей: Оцинкованная сталь		Корпус секции	Разделённый на части
Материал рамки фильтра	Алюмин А2 185	Зазор (мм)	2.7
Тип двери	A (петли с ручками)	Мощность (кВт)	413
Общая кумулятивная эффективность	ePM2.5 69%	Темп. приточного воздуха (°C)	18.8
Низ	Auto	Влажность приточного воздуха (%)	34
Верх	Auto	Полученная температура вытяжного воздуха (°C)	-4.9
Перед	Auto	Полученная влажность вытяжного воздуха (%)	99
Спина	Auto	Материал теплообменника:	Конденсационный
			Летний режим
4 Роторный теплообменник		Темп. приточного воздуха (°C)	23
Название	ST1-HL-SV-2890-PR-K3-A1-0, W3090, H3090	Влажность приточного воздуха (%)	52
Теплообменник	Разделённый на части	Полученная температура вытяжного воздуха (°C)	25.9
Корпус секции	Разделённый на части	Полученная влажность вытяжного воздуха (%)	43.7
Зазор (мм)	2.7	Низ	Auto
Мощность (кВт)	413	Верх	Auto
Темп. приточного воздуха (°C)	-22	Перед	Auto
Влажность приточного воздуха (%)	83	Спина	Auto
КПД в расчетных условиях (%)	56.5	11 Вентилятор	
КПД по влаге приточного воздуха (%)	39.2	Название	6x K3G450PI8605
Сухой КПД при сбалансированных расходах (%)	56.9	Статическое давление (Па)	442
Полученная температура приточного воздуха (°C)	1	Рабочая скорость вентилятора (об/мин)	1725
Полученная влажность приточного воздуха (%)	50.6	Макс. скорость вентилятора (об/мин)	1790
Передача	750Ж, 3-	Статическое КПД вентилятора (%)	60
Материал теплообменника:	Конденсационный	Общая потребляемая мощность (вкл. ЧУП) (кВт)	9
	Летний режим	Общая потребляемая мощность включает потери давления в корпусе:	
Темп. приточного воздуха (°C)	28	Диаметр крыльчатки (мм)	450
Влажность приточного воздуха (%)	69	Отверстие подсоединения (мм)	2500x2500
КПД в расчетных условиях (%)	56.5	К-фактор	240
КПД по влаге приточного воздуха (%)	0		Двигатель
Полученная температура приточного воздуха (°C)	25.2	Класс эффективности двигателя	IE4
Полученная влажность приточного воздуха (%)	81.5	Напряжение двигателя	Auto
Тип двери	C (фиксаторы с ручкой)		3x400V
Низ	Auto	Номинальная мощность двигателя (кВт)	6x 1.74
Верх	Auto	Номинальная сила тока двигателя (А)	6x 2.69

Секции

Приточный воздух

Вытяжной воздух

Перед	Auto	Защита двигателя	ЧУП
Спина	Auto	Запас прочности двигателя (%)	5
		Подсветка	
5 Водяной нагреватель		Смотровой люк	
Нужная температура (°C)	13	Вентилятор подобран для влажного воздуха	
Название	N-WH-2450-2437-152-01-73-25-18-TZN-1xDN50-X	ЧУП (частотно управляемый привод)	
Вычисленная мощность (кВт)	178.7	Рабочая температура ЧУП: от -10°C до +50 °C	
Число рядов	1	Название модели	
Зазор (мм)	2.5	ЧУП не интегрирован	
Число проходов воды	18	Количество	1
Резерв (%)	2.1	Тип двери	B (петли с ручками, блокируемая)
Темп. приточного воздуха (°C)	1.2	Расположение вентиляторов	6{2 2 2}
Влажность приточного воздуха (%)	65	Низ	Auto
Полученная температура (°C)	13	Верх	Auto
Скорость воздуха (м/с)	2.2	Перед	Auto
Полученная влажность воздуха (%)	29	Спина	Auto
Объем (л)	33		
Теплообменная поверхность (м2)	103.7	12 Заслонка	
Сторона обслуживания труб	Как у агрегата	Размер	SSK 2500x2500
	Вода	Вес заслонки (кг)	
Размер соединения	DN 1x50/1x50		
Сопротивление воды (кПа)	12.92		
Расход воды (л/с)	2.18		
Темп. поступающей воды (°C)	60		
Темп. уходящей воды (°C)	39.9		
Расход воды (л/с)	2.18		
Антифриз	Propylen Glycol(10%)		
Макс. рабочее давление (МПа)	1.6		
Макс. рабочая темп. (°C)	100		
Принадлежности	Нет		
Материал трубок	Медь		
Материал пластин	Алюминий		
Низ	Auto		
Верх	Auto		
Перед	Auto		
Спина	Auto		
6 Водяной охладитель			
Название: XRCAE 2200 T059 05 F21 E147 DN 100 DN 100 D FT0.20 W2450 H2337 L250			
Число рядов	5		
Зазор (мм)	2.1		
Число проходов воды	147		
DN	DN 1x100/1x100		
Нужная температура (°C)	12.6		
Патрубок дренажа (Ø)	40		

Секции
Приточный воздух

Вычисленная мощность (кВт)	332.19
Падение давления (сухой воздух) (Па)	134
Темп. приточного воздуха (°C)	25.2
Влажность приточного воздуха (%)	62
Полученная температура (°C)	12.6
Скорость воздуха (м/с)	2.58
Полученная влажность воздуха (%)	98
Объем (л)	97.7
Теплообменная поверхность (м2)	700.9
Резерв (%)	2
Сторона обслуживания труб	Как у агрегата
Сторона патрубка дренажа	Как у агрегата
	Вода
Сопротивление воды (кПа)	12.6
Расход воды (л/с)	15.84
Темп. поступающей воды (°C)	7
Темп. уходящей воды (°C)	12
Конденсат (л/ч)	192.8
Антифриз	(0%)
Макс. рабочее давление (МПа)	1.6
Макс. рабочая темп. (°C)	100
Форма поддона	С уклоном
Материал поддона	Нержавеющая сталь AISI 430
Материал трубок	Медь
Материал пластин	Алюминий
Низ	Auto
Верх	Auto
Перед	Auto
Спина	Auto
7 Водяной нагреватель	
Нужная температура (°C)	16
Название	H-WH-2450-2437-152-01-73-52-18-T2N-1xDN50-X
Вычисленная мощность (кВт)	51.5
Число рядов	1
Зазор (мм)	5.2
Число проходов воды	18
Резерв (%)	46.18
Темп. приточного воздуха (°C)	12.6
Влажность приточного воздуха (%)	95
Полученная температура (°C)	16
Скорость воздуха (м/с)	2.1
Полученная влажность воздуха (%)	76.5
Объем (л)	33
Теплообменная поверхность (м2)	51.8

Секции
Приточный воздух

Сторона обслуживания труб	Как у агрегата
	Вода
Размер соединения	DN 1x50/1x50
Сопротивление воды (кПа)	2.43
Расход воды (л/с)	0.63
Темп. поступающей воды (°C)	60
Темп. уходящей воды (°C)	39.9
Расход воды (л/с)	0.63
Антифриз	(0%)
Макс. рабочее давление (МПа)	1.6
Макс. рабочая темп. (°C)	100
Принадлежности	Нет
Материал трубок	Медь
Материал пластин	Алюминий
Низ	Auto
Верх	Auto
Перед	Auto
Спина	Auto
8 Паровой увлажнитель	
Тип:	X-Plus + Basic
Название	UE130XL001
Число	1
Напряжение	3-400V
Суммарная мощность увлажнителей (кВт)	97.5
Номинальная мощность увлажнителя (кВт)	97.5
Необходимая паропроизводительность (кг/ч)	92.52
Вычисленная суммарная паропроизводительность (кг/ч):	130
Вычисленная номинальная паропроизводительность (кг/ч):	130
Полученная температура (°C)	13.22
Полученная влажность воздуха (%)	45
	Парораспределитель
Парораспределитель	DP205D40R0
Макс. (кг/ч) через парораспределитель	45
Длина парораспределителя (мм)	2025
Количество парораспределителей	4
Длина увлажнения (м)	0.51
Расположение:	
	Воздух перед увлажнителем
Нужная влажность (%)	45
Темп. приточного воздуха (°C)	13
Влажность приточного воздуха (%)	28
	Принадлежности
Длина парового шланга (м)	(16x 1312367AXX)

Секции Приточный воздух

Дренажный шланг конденсата (м)	(20x 1312368АХХ)
Вес (кг)	219
Патрубок дренажа (Ø)	40
Материал поддона	Нержавеющая сталь AISI 430
Форма поддона	С уклоном
Низ	Auto
Верх	Auto
Перед	Auto
Спина	Auto
9 Вентилятор	
Название	4x K3G560PB3161
Статическое давление (Па)	701
Рабочая скорость вентилятора (об/мин)	1533
Макс. скорость вентилятора (об/мин)	1700
Статическое КПД вентилятора (%)	65.7
Общая потребляемая мощность (вкл. ЧУП) (кВт)	13.41
Общая потребляемая мощность включает потери давления в корпусе	
Диаметр крыльчатки (мм)	560
Отверстие подсоединения (мм)	2500x2500
K-фактор	348
Двигатель	
Класс эффективности двигателя	IE4
Напряжение двигателя	Auto
Номинальная мощность двигателя (кВт)	4x 4.25
Номинальная сила тока двигателя (А)	4x 6.49
Защита двигателя	ЧУП
Запас прочности двигателя (%)	10
Подсветка	
Смотровой люк	
Вентилятор подобран для влажного воздуха	
ЧУП (частотно управляемый привод)	
Рабочая температура ЧУП: от -10°C до +50 °C	
Название модели	
ЧУП не интегрирован	
Количество	1
Тип двери	В (петли с ручками, блокируемая)
Расположение вентиляторов	4 [2 2]
Низ	Auto
Верх	Auto
Перед	Auto
Спина	Auto

Приточный воздух

Тип	Регулируемая
Высота опорной рамы:	120
Тип поставки	Прикреплённый

Звуковая мощность

9 Вентилятор приточного воздуха

Полоса частот	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz		Общий	
В окружение	70	65	64	54	46	45	37	28	дБ	58	дБ (А)
Всасывание	72	79	78	72	73	73	76	69	дБ	81	дБ (А)
Выброс	76	80	78	81	78	77	78	72	дБ	85	дБ (А)

1 Вентилятор вытяжного воздуха

Полоса частот	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz		Общий	
В окружение	59	62	59	47	45	43	37	24	дБ	54	дБ (А)
Всасывание	61	76	73	69	70	71	76	63	дБ	79	дБ (А)
Выброс	65	77	73	74	77	75	78	68	дБ	83	дБ (А)

Прит. воздух

Полоса частот	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz		Общий	
В окружение	70	65	64	54	46	45	37	28	дБ	58	дБ (А)
Всасывание	65	78	73	61	55	46	42	29	дБ	67	дБ (А)
Выброс	76	80	78	81	78	77	78	72	дБ	85	дБ (А)

Вытяжн. воздух

Полоса частот	63Hz	125Hz	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz	8000Hz		Общий	
В окружение	59	62	59	47	45	43	37	24	дБ	54	дБ (А)
Всасывание	57	75	71	61	56	51	52	34	дБ	66	дБ (А)
Выброс	65	77	73	74	77	75	78	68	дБ	83	дБ (А)

Размеры дверей (D) и съемных панелей (H) (ширина (мм) x высота (мм))

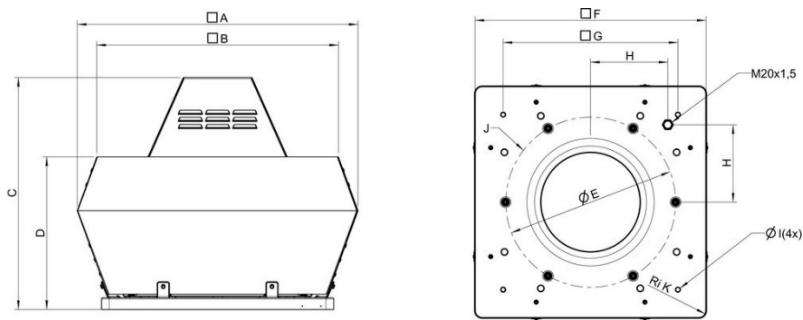
H1	474x1899	D1	654x2488
H2	483x2489	H3	483x2489
D2	592x1898	D3	558x2488
D4	592x1898		

Положение патрубков, мм

P1: X=119.7, Y=1200.5	P2: X=187.7, Y=1400.5
P3: X=680, Y=100.6	P4: X=437.7, Y=238
P5: X=567.7, Y=2343	P6: X=1099.7, Y=1200.5
P7: X=1167.7, Y=1400.5	P8: X=105.7, Y=115.7

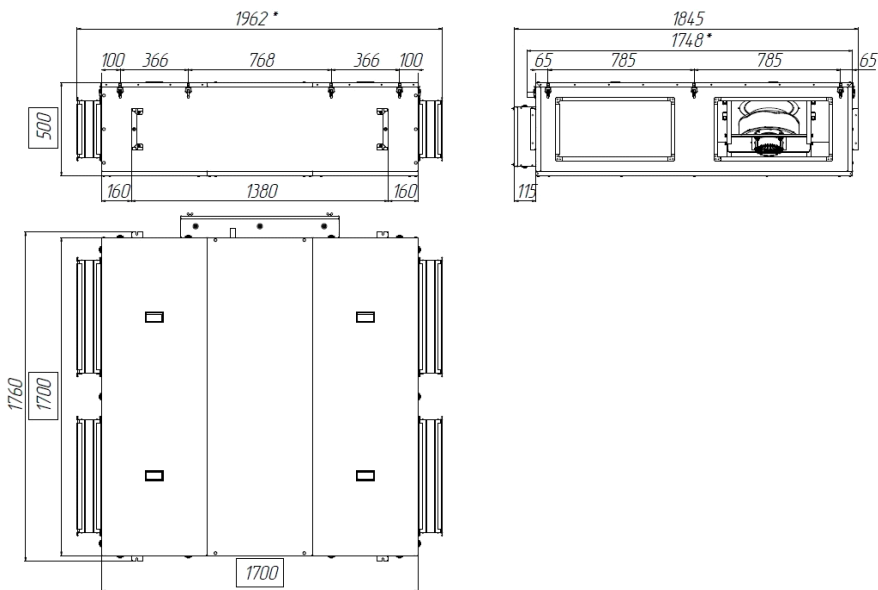
Все размеры показаны в нижнем левом углу модуля

Для систем вытяжной вентиляции В6-В14 від місцевих відсмоктувачів підбираємо високотемпературні дахові вентилятори компанії systemair серії DVN з витратою повітря 600-2400 м³/год з вертикальним викидом повітря.



DVN	□A	□B	C	φD	□E	□F	G	H	φI	J
355-400	720	618	600	390	438	595	450	200	12(4x)	6xM8
450-500	900	730	675	465	438	665	535	237	12(4x)	6xM8
560-630	1150	955	900	560	605	939	750	293	14(4x)	8xM8
710	1350	1178	936	660	674	1035	840	320	14(4x)	8xM8
800-900	1690	-	1180	830	872	1255	1050	433	14(4x)	8xM8

Для системи П5-В5 підбираємо підвісну установку компанії Aerostar - SlimStar 2000/3 EC X з рекуперацією тепла, потужністю ел. двигуна 1,05 кВт, розрахованого на витрату повітря до 2000 м³/год.



Розділ 4. Розробка заходів з підвищення рівня енергоефективності будівлі

Зниження витрат – питання актуальне завжди. Одним із популярних сьогодні методів оптимізації експлуатаційних витрат є заходи щодо енергозбереження та, як результат, – збільшення енергоефективності об'єкта, що надалі сприяє зростанню його конкурентоспроможності. У скороченні витрат на енергоресурси можуть бути зацікавлені три сторони. Насамперед це власник об'єкта, який прагне знизити витрати на енергоспоживання загалом. Це орендарі, які зацікавлені у тому, щоб платити менше за комунальні послуги. І нарешті, FM-оператор, який, маючи практичні навички з ефективного енергоспоживання, здатний оптимізувати витрати на обслуговування систем та комунікацій будівлі. Загалом питання енергоефективності для торгового центру завжди стоїть досить гостро. Тому раціональніший підхід до витрати енергоресурсів дає істотну економію. Перше, що потрібно зробити для вирішення питання енергоефективності будівлі – провести його енергоаудит. Базовий вимір споживаної електроенергії по кожному виду інженерного обладнання дає можливість виявити слабкі ділянки та визначити найбільш раціональні шляхи для оптимізації процесів, і, як наслідок, ефективне використання ресурсів.

Зменшити обсяги енергоспоживання можливо за допомогою низки наступних рішень: Застосування світлодіодних джерел світла дозволить одержати економію не тільки за рахунок зниження споживання електроенергії та потужності, але й за рахунок зменшення витрат на охолодження повітря у літній період, т.к. тепловиділення у світлодіодів практично відсутнє. Для теплових завіс вигідніше використовувати гарячу воду із централізованої системи теплопостачання або від власної котельні. Також досить вигідне використання теплоаккумуляторів. При проектуванні вхідної групи торгового центру хорошим рішенням є револьверні або, як їх ще називають, двері, що крутяться, які надійно захищають приміщення від протягів і втрати тепла. У кожний момент часу вони закривають вхід у будівлю, навіть якщо через двері

проходять відвідувачі. У системах кондиціонування можуть виявитися вигідними абсорбційні машини та холодонакопичувальні системи з використанням льоду, що наморозується вночі, коли електроенергія обходиться дешевше.

У загальній вартості експлуатації будівлі значну частину становлять витрати на енергоносії для систем тепlopостачання, вентиляції та кондиціонування повітря. З метою зниження енергоспоживання у системах мікроклімату застосовуються припливно-витяжні установки з рекуперацією. Теплові насоси дозволяють ефективно використовувати тепло природних ресурсів для обігріву приміщення взимку та для охолодження приміщень влітку. Протягом дня кількість відвідувачів, що у ТЦ, постійно змінюється, отже, дуже істотно змінюється і вміст вуглекислого газу повітря. Тому, реалізація «вентиляції на запит» на основі показань датчика CO₂ приносить відчутне зниження. Зниження споживання електроенергії можливе при впровадженні системи автоматизації та диспетчеризації будівлі за рахунок синхронного керування всіма елементами його інженерних систем (освітлення, опалення, вентиляції та кондиціонування тощо). Автоматика дозволяє заощаджувати тепло- і холодоносії, використовуючи його енергію тільки тоді, коли потрібно, та в такій кількості, яка необхідна; включати, вимикати та регулювати інтенсивність штучного освітлення за фактичною інтенсивністю природного. Дані рішення є досить ефективними, їх реалізація допоможе знизити споживання енергоресурсів і підвищити енергоефективність ТЦ в цілому.

Враховуючи особливості проекту у вигляді значної градації потужності тепловиділень у різних зонах торговельного центру, пов'язаної з високим рівнем теплопритоків у зонах розваг, середнім рівнем – у зонах butikів та низьким – у зонах холодильних вітрин гіпермаркету, було прийнято рішення проектувати мультизональну систему опалення для забезпечення підтримки постійної температури незалежно від кількості теплопритоків/тепловтрат у будь-якій із зон.

В результаті ми отримали проект з такими характеристиками:

Опалення:

Безрадіаторне, повітряне, мультизональне, організоване на базі двотрубних локальних доводчиків типу фанкойл (канального типу), поєднане з припливно-витяжною системою вентиляції з рекуперацією тепла. Подача теплоносія забезпечується засобами системи тепlopостачання, що поєднується з системою холодopостачання від індивідуального теплового пункту до споживача з параметрами теплоносія 60/50 *C. На кожному фанкойлі передбачено вузол регулювання.

Управління опаленням забезпечується через систему диспетчеризації будівлі (BMS-Building Management System) Опалення радіаторами відповідно до ТНПА організоване для побутових, допоміжних приміщень, відокремлених власними конструкціями, що захищають всередині будівлі і стикаються із зовнішнім стінами. На кожному радіаторі передбачено регулювальний клапан.

Вентиляція:

Реалізовано за принципом «Вентиляція на вимогу». Різні зони торговельного центру обладнуються датчиками CO₂, у разі забезпеченості високим рівнем якості повітря, витяжна вентиляція вимикається, для перемішування повітря використовуються фанкойли (в режимі рециркуляції). Дана реалізація дозволяє суттєво скоротити витрати електроенергії на вентиляцію завдяки зниженню витрат припливно-витяжного повітря у разі забезпеченості зон обслуговування високим рівнем якості повітря. Вентиляція забезпечується мінімальною кількістю припливно-витяжних установок.

Спосіб розподілу повітря: вентиляція, що перемішує.

Тип повітророзподілу: високоежекційні повітророзподільники високої витрати. Алгоритм роботи системи вентиляції: вентиляція на вимогу (автоматично за розкладом, вручну через автоматизовану систему управління, датчиком CO₂).

У складі обладнання систем вентиляції передбачено:

- очищення припливного повітря фільтрами класу eu3 та f7;

- енергоефективні двигуни класу ie4 та вище;
- секція непрямого охолодження припливного повітря;
- роторний теплоутилізатор ефективністю не менше ніж 80% або теплові труби (для технологічних приміщень);
- шумоглушник;

Кондиціонування:

Мультизональне, організоване на базі двотрубних локальних доводчиків типу фанкойл, поєднане з припливно-витяжною вентиляційною системою з рекуперацією та непрямим охолодженням. Подача холодоносія (вода) забезпечується через систему холодопостачання, суміщену із системою теплопостачання від холодильного центру до споживача з параметрами холодоносія 7/12 *С. Управління системою кондиціонування здійснюється через систему диспетчеризації BMS. Джерелом холоду внутрішніх блоків є чиллери.

Розділ 5. Заходи з охорони праці.

5.1. Загальні положення

Будь-яка виробнича діяльність пов'язана з наявністю певної кількості небезпечних і/або шкідливих виробничих факторів [22]. Сучасна система охорони праці (трудове законодавство, правила промислової гігієни і техніки безпеки) спрямована на забезпечення будівельників і монтажників належними умовами праці, підвищення культури виробництва, безпеки праці та оптимізацію їх роботи, сприяючи підвищенню продуктивності праці. Створення безпечних умов праці в будівництві тісно пов'язане з технологією і організацією виробництва [20].

Відповідальність за безпечність проведення робіт законодавчо закріплена за технічними керівниками будівництва - головними інженерами та/або інженерами з охорони праці, виконавцями робіт і будівельними майстрами [19].

Відповідальні особи зобов'язані організувати планування та виконання заходів з охорони праці та пожежної безпеки і забезпечити їх проведення у встановлений термін [17].

Удосконалення організації виробництва, створення на будівництві умов праці, що попереджують виробничий травматизм, професійні захворювання та забезпечують нормативні санітарно - гігієнічні умови - важлива задача, від якості вирішення якої залежить подальше підвищення продуктивності праці на будівництвах [18].

5.2. Аналіз потенційних, небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що виникають під час роботи.

При виконанні будь якого технологічного процесу виникають шкідливі або небезпечні виробничі фактори. Завдання охорони праці - виявити ці шкідливості та звести до мінімальної ймовірності поразки або захворювання працюючого з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці [29].

Аналіз небезпечних та шкідливих факторів

№	Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Джерела факторів (види робіт)	Кількісні оцінки	Нормативні документи
1	2	3	4	5
1	Транспортні засоби	Транспортні роботи: підвезення матеріалів та конструкцій	Швидкість руху на прямих ділянках- 10км/год на поворотах 5км/год	ДБН А.3.2-2 2009 Розділ 8 ДБН А.3.1-5-2009
2	Падіння людини з висоти	монтажні роботи а)зовнішні а)внутрішні	h=8,5 м h=8,5 м h=4,0м	ДБН А 3.2-2-2009 Розділ 10,14,17,15,
3	Падіння конструкцій і матеріалів з висоти	монтажні, покрівельні, опоряджувальні а)зовнішні б)внутрішні навант-розвант	h=8,5м h=8,5м h=8,5м h=8,5м h=4,0м	ДБН А 3.2-2-2009 Розділ 10,14,17,15
4	Ураження електричним струмом	електромонтажні, зварювальні, освітлення, машини й механізми	220В, 6000/380В, 220В 220В, 380В	ДБН А.3.2-2-2009 п. 9, п.18 НПАОП 40.1-1.21-92
5	Недостатнє освітлення робочих місць	монтаж конструкцій, монтажні, опоряджувальні: внутрішні, зовнішні,	30лк 30лк 30лк 50лк 30лк	ДСТУ Б.А.3.2-15-2011 ДБН А.3.2-2-2009 ДБН В.2.5-28:2018
6	Незадовільні параметри мікроклімату	Монтаж, експлуатація систем	t=20-22°C f=60-46% v=0,3 м/с	ГОСТ 12.1.005-88 ДСН 3.3.6.042-99

7	Атмосферна електрика	Захист від блискавки	II катег.	ДСТУ Б.В.2.5-38-2008
8	Пожежна безпека	Захист від пожежі	II ступ. вогнестійк. категор. пож.безп В	ДСТУ Б В.1.1-36:2016 ДБН В.1.1-7:2016

5.3. Заходи профілактики виявлення шкідливих і небезпечних виробничих факторів

5.3.1. Загальні вимоги безпеки

Проїзди, проходи та робочі місця необхідно регулярно чистити, не загороджувати, а в зимовий період посипати піском [23].

Майданчики для вантажних та розвантажувальних робіт повинні бути сплановані та мати уклін не більше 5 [25].

Входи до будинку, що споруджується, повинні бути захищені зверху суцільним козирком шириною не менше ширини входу з вилітом на відстань не менше 2 м від стіни будинку [24].

Робочі, інженерно-технічні працівники та службовці повинні бути забезпечені спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту [22]. До початку виконання основних будівельно-монтажних робіт повинні бути встановлені санітарно-побутові приміщення, в яких розташовані приміщення під влаштування аптечок з медикаментами та засобами для здійснення першої допомоги потерпілим [21].

5.3.2. Міри профілактики потенційно-небезпечних і шкідливих факторів

При організації будівельного майданчику проектом передбачено [25]:

- будівельний майданчик обнесено захисно-охоронною огорожею висотою 3 м із захисними козирками для обмеження доступу сторонніх осіб [21];

- зони постійно і потенційно діючих небезпечних факторів огороженні інвентарною захисною огорожею висотою 1,2 м [23];

- безпечність роботи в темний період доби забезпечується освітленням проїздів, проходів, складських майданчиків, робочих місць. Виробництво робіт в неосвітлених місцях заборонено [22].

5.3.3. Організація будівельного майданчика

Експлуатацію будівельних машин (механізмів, засобів малої механізації), включаючи технічне обслуговування, повинно здійснювати згідно вимогам ДБН А.3.1-5-09 і індустрії заводів-виробників [21]. Технічне обслуговування машин повинно здійснюватись тільки після зупинення двигуна і зняття тиснення в гідравлічній та пневматичній системах, крім тих випадків, які передбачені інструкцією заводу-виробника [25].

При виїзді і в'їзді на будівельний майданчик встановлена схема руху автотранспорту. Місце роботи машин виявлено так, щоб було забезпечено простір, достатній для огляду робочої зони і маневрування [22].

При застосуванні ручних машин належить дотримуватись правил безпечної експлуатації, які передбачені, а також інструкціями заводів-виробників [23].

5.3.4. Падіння людей з висоти

Організація робочого місця повинна забезпечувати безпеку праці, а також безпечний та зручний доступ до робочого місця. Однією з основних вимог безпечної праці по відношенню до організації безпечних умов праці монтажників сантехнічного обладнання — є застосування захисних пристосувань в місцях виконання робіт [25].

Безпека працюючих на висоті при прийманні, встановленні та проектному закріпленні конструкції забезпечує, як правило, застосування засобів колективного захисту. При цьому найбільш часто застосовуються приставні сходи з робочими площадками, металеві площадки, підмости і.т.п [24].

Поряд з вище перерахованими засобами колективного захисту в даний час застосовуються захисні сітки з синтетичних матеріалів : капронові та лавсанові [21].

Монтажні площадки, навісні драбини та інші засоби, необхідні для роботи монтажників на висоті, встановлюють і кріплять на монтуючих конструкціях до їх підйому. При монтажі конструкцій, при зварювальних роботах користуються монтажними каркасами. На підмостях є огороження висотою 0.9м. При покрівельних роботах робочі застосовують запобіжні паси та індивідуальні засоби захисту, необхідно зробити огороження висотою 1,5м [24].

5.3.5. Падіння конструкцій та інших предметів

Падіння предметів з висоти в процесі монтажу являється одним з найбільш вирішальних факторів профілактики виробничих травматизмів. Вдосконалення монтажу конструкцій ведеться по наступним основним напрямком: зниження маси конструкцій, укрупнення розмірів і зменшення кількості типорозмірів збірних елементів [18]. Аналіз причин травматизму при монтажу показав, що більша частина нещасних випадків виникає з людьми таким чином: падіння монтажних конструкцій; падіння працюючих з висоти; недосконалення і помилки при виборі монтажної оснастки, недосконалий або несправний стан механізмів і машин, а також електричного устаткування та іншими факторами (недостатнє освітлення, незадовільною послідовністю виконаних робочих операцій і т.п.) [19].

Падіння працюючих з висоти відбувається при наводці, установці і закріпленні елементів збірних конструкцій при растроповці, остаточному оформленні вузлів і особливо при переміщенні на нове робоче місце [20].

Елементи монтованих конструкцій або обладнання під час переміщення утримують від розгойдування і обертання гнучкими відтяжками. Під час перерв у роботі не дозволено залишати підняті елементи конструкцій і обладнання на висоті [22]. Не дозволено знаходження людей під монтажними елементами конструкцій і обладнання до установки їх у проектне положення і закріплення. Розстропування конструкцій встановлених у проектне положення проводять лише після тимчасового або

постійного закріплення. для підйому використовувати вантажо-захисні засоби, вибрані у відповідності з проектом [25].

Розташування зв'язків, які забезпечують стійкість закріплених конструкцій, вирішується в проекті виробництва робіт [23].

5.3.6. Заходи профілактики ураження електричним струмом

При виконанні електрозварювальних робіт існує небезпека ураження електричним струмом внаслідок несправності зварювального апарату чи мережі заземлення, невірною підключення зварювального обладнання до мережі, несправної електропроводки і невірною ведення зварювальних робіт. Ураження електричним струмом може виникнути при торканні до напружовувачих частин зварювального обладнання [22].

Всі струмоведучі випадкового дотику металеві частини (зварювальний апарат) заземлені. В місцях монтажних ділянок встановлені розподільчі щити, що дають змогу включати все обладнання. При прокладання та переміщенні зварюючих проводів прийняти міри проти пошкодження їх ізоляції і доторкання води, масла, металевими канатами [21]. Відстань від зварювальних проводів до гарячих трубопроводів і балонів з киснем не менше 0,5м, а з гарячими газами – не менше 1,0м. Захисне заземлення зварювального трансформатору із L50x50=2500 мм. Лінії електропередачі над дорогою виконати на висоті 6 м., над проходами 3,5м., над робочими місцями 2,5м [23].

При виконання робіт поблизу струмоведучих частин, які знаходяться під напругою, існує небезпека випадкового до них торкання [23].

Основні ізолюючі електрозахисні засоби, які можуть довгий час витримувати робоче напруження та їх використання дає можливість торкання до частин електроустановки яка знаходиться під напруженням (до 1000В). До них відносяться діелектричні гумові рукавиці, інструмент з ізольованими рукоятками, струмошукачі, в електроустановках напруженням вище 1000В - ізолюючі штанги, ізолюючі та струмоведучі клещі [23].

5.3.7. Шкідливі речовини

Основним джерелом виділення шкідливих газів при проведенні монтажу сантехнічних систем є зварювальні роботи, при проведенні яких виділяється значна кількість шкідливих оксидів. Для уникнення впливу газів на організм працюючих при виконанні зварювальних робіт потрібно використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання, а також слідкувати за наявністю природного видалення шкідливостей та асиміляції їх до ГДК [25].

5.3.8. Виробничий шум

Шумом називається різний небажаний звук. Це сукупність звуків різної частоти та інтенсивності.

До технологічних заходів по боротьбі з шумом відноситься вибір таких технологічних процесів, в котрих використовуються механізми та машини, які збуджують мінімальні динамічні навантаження [21].

Для захисту працюючих в виробничих приміщеннях з шумним обладнанням, застосовуються: звукоізоляція допоміжних приміщень, суміжних з шумною виробничою ділянкою; кабіни наглядання та дистанційного управління; акустичні екрани та звукоізоляційні кожухи; обробку стін та стелі звукопоглинаючим облицюванням або застосування штучних поглиначів [21].

В необхідних випадках засоби колективного захисту доповнюються застосуванням засобів індивідуального захисту від шуму у вигляді різних навушників, вкладишів, шлемів [23].

Для забезпечення нормативного шумового режиму проектом передбачено комплекс шумозахисних заходів, а саме [24]:

- підлога теплового пункту виконується “плаваючою” (по шару піску товщиною 50 мм) та відокремлюється від стін пружними прокладками
- використовуються малошумні насоси й електродвигуни;
- насоси встановлюються на фундаментах.

Для забезпечення нормативного шуму в приміщеннях і на прилеглий території передбачаються наступні заходи [22]:

- на припливних та витяжних повітропроводах систем вентиляції встановлені шумогасники [22];
- підключення повітропроводів до вентиляторів – за допомогою гнучких вставок [23];
- циркуляційні насоси застосовуються з еластичним підключенням трубопроводів [21];
- в підлозі венткамери передбачається влаштування теплозвукоізолюючого шару [21];
- швидкості повітря в повітропроводах і решітках, а також води в трубопроводах не перевищують нормативні [25].

5.3.9. Освітленість робочих місць

Освітленість на робочих місцях повинна відповідати характеру зорової роботи. Збільшення освітленості робочих поверхонь підвищує продуктивність праці. Однак існує межа, при якій подальше збільшення освітленості не дає ефекту та є економічно недоцільними [23].

Достатньо рівномірне розподілення яскравості на робочій поверхні. При нерівномірній яскравості в процесі праці очі вимушені переадаптуватися, що призводить до стомлення зору [22].

Для ділянок, де проводиться монтаж системи вентиляції та опалення передбачено рівномірне освітлення. При цьому освітленість повинна бути не менше 30 лк [22].

При недостатньому природному освітленні та для освітлення в той період, коли природного світла недостатньо або воно відсутнє, передбачено штучне електричне освітлення [22].

5.3.10. Незадовільні параметри мікроклімату

У приміщеннях, де проводяться монтажні роботи необхідно передбачити тимчасове опалення в холодний період року, надходження зовнішнього свіжого повітря та забезпечити нормовану швидкість руху повітря, відкриті прорізи дверей або вікон завісити поліетиленом або щільною тканиною для запобігання протягам [24].

Для запобігання переохолодження робітників, їм виданий теплий одяг, взуття. Спецодяг повинен бути повітро- та вологопроникним (бавовняним, з льону, грубововняного сукна), мати зручний крій. Для захисту голови від теплового опромінення застосовують дюралеві, фіброві каски, повсякденні капелюхи; очей - окуляри (темні, або з прозорим шаром металу); обличчя - маски з відкидним прозорим екраном. Захист від дії зниженої температури досягається використанням теплового спецодягу, а під час опадів - плащів та гумових чобіт [24].

Встановлений такий режим роботи, за яким є періодичні перерви для підігріву в спеціальних приміщеннях. Всі роботи на відкритому повітрі при швидкості вітру більше 15 м/с в умовах низьких температур заборонено за ГОСТ 12.1.005-88, ДБН А.3.2-2-2009 [21].

При внутрішніх роботах, для нормалізації мікроклімату також необхідно організувати достатній повітрообмін в приміщенні шляхом провітрювання [21].

5.3.11. Атмосферна електрика

Залежно від імовірності викликаного блискавкою пожежі або вибуху, виходячи з масштабу можливих руйнувань і шкоди дана будівля належить до II категорії. Відповідно до норм, будівлі II категорії підлягають блискавкозахисту в місцевостях з грозовий діяльністю 20 год і більше на рік, а тип зони захисту блискавковідводів залежить від ступеня вогнестійкості будинку [19]. Для даного об'єкта передбачена зона захисту типу А, що володіє ступенем надійності 99.5%. Для блискавкозахисту будівлі від прямих ударів блискавки (первинний вплив), блискавковідводи виконують окреmostоячими або встановлюють на будинку (але ізольовано від нього) стержневі блискавковідводи, які виготовляють із смугової, круглої сталі, водогазопровідних труб площею перетину не менше 100мм² і довжиною не менше 200мм [19].

5.3.12. Пожежне забезпечення

Пожежна безпека – це стан об’єкта, при якому з заданою ймовірністю виключається ймовірність пожежі, а при її виникненні забезпечуються умови для виявлення, обмеження поширення, захист людей та матеріальних цінностей [17].

Джерелом пожежі може бути згоряння електроізоляції кабелів при короткому замиканні або дії обслуговуючого персоналу, що порушують правила пожежної безпеки (використання відкритого вогню, паління в недоступних місцях) [17].

Технічні рішення системи запобігання пожежі

- застосування електрообладнання, що задовольняє вимогам електростатичної електробезпеки по ГОСТ 12.1.018-93;
- застосування захисту від короткого замикання на розподільному щиті теплового пункту;
- будинок має громовідвід.

Технічні рішення системи протипожежного захисту

Для всієї будівлі проектні рішення систем опалення, вентиляції та кондиціонування передбачають противибухові та протипожежні заходи у відповідності з вимогами норм та правил [18].

Основні з них такі:

- прийняті схеми систем загальнообмінної вентиляції і центрального кондиціонування з поперковим підключенням до вертикального колектора під стелею поперку, розташованого вище (повітряні затвори) чи підключення на поперсі, що обслуговується з встановленням вогнезатримувальних клапанів не допускають перетікання продуктів згоряння з нижніх поперхів у верхні. Усі повітропроводи проектується з необхідною межею вогнетривкості [18];
- при перетині стін з нормованою межею вогнетривкості встановлюються вогнезатримувальні клапани з необхідною межею вогнетривкості з електричним датчиком показником положення полотна клапана [18];

- у будівлі запроектована система протидимного захисту. Димовидалення запроектоване в торговельних залах з кожної димової зони, площею не більше 900 м², з коридорів без природного освітлення в підвалі [18];

- в підвалі, з приміщень без природного освітлення менше 200 м², димовидалення запроектоване через коридори. Витрата диму прийнята з розрахунку приміщень [18].

До встановлення прийняті сертифіковані дахові вентилятори ДВ, призначені для транспортування продуктів згоряння з температурою 600 °С з приміщень і 400 °С з коридорів. При пожежі всі вентилятори загальнообмінної вентиляції автоматично відключаються, а системи підпору включаються, одночасно включається система ДВ, що обслуговує димову зону, в якій трапилася пожежа [17].

На виробництві і будівельній площадці повинно бути організовано навчання всіх робочих правил пожежної безпеки і діям на випадок виникнення пожежі. Працівників, які не пройшли інструктаж, не можна допускати на будівельні майданчики. Кожний працюючий на підприємстві повинен обов'язково виконувати вимоги пожежної безпеки, а також приймати міри протипожежних порушень і ліквідацію загорянь і пожеж, що виникають [17].

Розділ 6. Технології та організація монтажу інженерних систем

6.1. Організація монтажу систем вентиляції та аспірації

6.1.1. Розробка календарного графіка будівництва.

Календарне планування — це процес складання й коригування розкладу, в якому роботи, що виконуються різними організаціями, взаємопов'язані між собою в часі і з можливостями їх забезпечення різними видами матеріально-технічних та трудових ресурсів. Розробку календарного графіка починаємо з визначення номенклатури всіх робіт. Перелік робіт складають в технологічній послідовності їхнього виконання [26].

Графік робіт є лінійним зображенням технологічного процесу монтажу [28].

Календарні строки виконання робіт встановлюємо з умов дотримання строгої технологічної послідовності з урахуванням в мінімально-можливий термін надати фронт для виконання наступних робіт [26].

Розрахунки ведемо в табличній формі. Результати розрахунку зведені в таблиці (дивись аркуш креслень) [27].

Після складання календарного плану будівельно-монтажних робіт визначають техніко-економічні показники об'єкту, які характеризують доцільність і економічність прийнятих рішень [26].

6.1.2. Побудова графіків зміни чисельності робітників на об'єкті

Побудову графіків руху робочих кадрів на об'єкті виконано за даними календарного планування з ув'язкою побудови лінійного графіка послідовності виконання робіт з урахуванням прийнятих методів організації монтажу: послідовно-паралельного чи потокового [29].

Графік, що відображує зміну кількості робочих впродовж будівництва, розробляємо за можливості з рівномірним нарощуванням та подальшим зменшенням кількості робочих на об'єкті відповідно до обсягу виконуваних ними робіт. Цього досягаємо шляхом комбінації за окремими видами робіт послідовного, паралельного і послідовно-паралельного методів організації

монтажу з урахуванням дотримання необхідної технологічної послідовності [31].

Встановлений графік руху робочих кадрів на об'єкті визначає важливий техніко-економічний показник по організації будівельного виробництва - коефіцієнт нерівномірності руху робочих, K_p , протягом всієї тривалості монтажу систем [29]. Коефіцієнт K_p визначається відношенням максимального числа робочих, n_{max} , до їх середньої кількості, $n_{сер}$, за весь час будівництва і при продуктивній організації виконання робіт складає від 1,1 до 1,3. Середню кількість робочих, $n_{сер}$, визначено шляхом ділення сумарних трудовитрат, $\sum Q_i$ люд.-дні, за видами робіт впродовж всього будівництва на загальну його тривалість $T_б$, днів [31].

$$K = \frac{n_{max}}{n_{сер}}$$
$$n_{сер} = \frac{\sum Q_i}{T_б}$$

У дипломному проекті коефіцієнт нерівномірності зміни чисельності робітників на об'єкті під час монтажу системи вентиляції та аспірації дорівнює:

$$n_{сер} = \frac{25 \cdot 2 + 27 \cdot 9 + 29 + 24 \cdot 2 + 23 \cdot 5 + 21 \cdot 21 + 13 \cdot 2 + 11 + 8 \cdot 6}{49}$$
$$= 20,6 \text{ роб}$$

$$K = \frac{29}{20,6} = 1,4$$

6.1.3. Організація будівельної готовності об'єкту до початку монтажних робіт

До складу основних завдань, які вирішуються при підготовці до виконання будівельно-монтажних робіт, належать [25]: розроблення і здійснення заходів з організації праці, забезпечення (за необхідності) будівельних бригад технологічними картами та інструкціями; організація інструментального господарства для забезпечення бригад необхідними засобами малої механізації, інструментом, засобами виміру і контролю,

огорожею і монтажною оснасткою в необхідному складі і кількості, згідно з проектом виконання робіт; обладнання майданчиків і стендів укрупнювального і конвеєрного складання конструкцій; створення запасу будівельних конструкцій, матеріалів і готових виробів, необхідного для виконання робіт із потрібною інтенсивністю; постачання або перебазування на робоче місце будівельних машин та пересувних (мобільних) механізованих установок [27].

Здійснюють підготовку до виконання будівельно-монтажних робіт функціональні підрозділи будівельних організацій, лінійні інженерно-технічні працівники та бригади [25].

Роботи, які виконують на етапах підготовки до будівництва об'єкта, підготовки будівельної організації та до виконання будівельно-монтажних робіт у нормативних документах із визначення тривалості будівництва, належать до підготовчого періоду [28].

Узгодження календарного плану робіт підготовчого періоду з календарним планом виконання робіт основного періоду зведення об'єкта виконують так, щоб була забезпечена прийнята черговість і порядок розгортання будівництва. Це сприяє своєчасному введенню в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів та значній економії матеріально-технічних ресурсів [30].

6.2. Технології монтажу систем вентиляції

6.2.1. Підготовчі роботи до монтажу систем

До початку монтажу систем вентиляції на об'єкті повинні бути закінчені такі загальнобудівельні роботи [25]: наявні міжповерхові та горищне перекриття, сходові марші, перегородки і стіни в місцях прокладання повітропроводів і встановлення вентиляційного обладнання; підготовані основи і фундаменти під вентиляційне обладнання; залишені або пробиті монтажні отвори для прокладання повітропроводів і виносні майданчики для подавання деталей і обладнання до місць монтажу; встановлені передбачені проектом закладні деталі й опорні конструкції для

прикріплення повітропроводів, герметичних дверей та інших деталей СВ; пробиті або залишені отвори для проходу повітропроводів через будівельні конструкції; збудовані вентиляційні канали (цегляні, шлакобетонні тощо); нанесені на стінах і колонах позначки чистих підлог; засклені вікна і ліхтарі; виконано електроосвітлення місць монтажних робіт і підготована силова електромережа для роботи електрифікованого інструменту; очищені від будівельного сміття місця монтажних робіт [29].

До підготовчих робіт належать приймання, комплектування і складування вентиляційних заготовок, що надходять на об'єкт з заготівельних підприємств [30]. Згідно з ПВР на будмайданчику створюють відкриті або напівзакриті склади для зберігання вентиляційних заготовок, а також закриті складські приміщення для зберігання матеріалів, інструменту, готових виробів (повітророзподільників тощо). На таких складах повинен зберігатись мінімально необхідний запас вентиляційних заготовок [32].

У підготовчі роботи перед монтажем також входять: підбирання і комплектування вентиляційного обладнання, а за необхідності - демонтажна ревізія обладнання; доставляння вузлів і деталей до місць монтажу; укрупнювальне збирання вузлів [30].

6.2.2. Монтаж повітропроводів

Повітропроводи переважно монтують після закінчення основних будівельних робіт на об'єкті або захватці паралельно із встановленням вентиляційного обладнання [26]. Повітропроводи СВ, що зв'язані з технологічним обладнанням, монтують незалежно від наявності технологічного обладнання, до якого повітропроводи приєднують після його встановлення [27].

Окремі ланки і елементи систем вентиляції (прямі ділянки, фасонні елементи) з'єднують різними способами: фланцевим, безфланцевим, хомутовим, розтрубним, рейковим тощо [29].

Вентиляційний канал збирається з численних деталей: прямих елементів, відводів, поворотних колін, трійників, врізок і т. д. Усі місця їх

з'єднань повинні бути герметичними, інакше ефективність системи вентиляції впаде, а витрата повітря та електроенергії, навпаки, зросте.

Залежно від типу повітроводу застосовуються такі типи з'єднань:

Фланцеве з'єднання.

Фланцеве. Фланець – це пластина з безліччю отворів по зовнішньому контуру, в яку вставляється і потім приварюється елемент повітроводу. При з'єднанні двох деталей фланці міцно притягуються один до одного болтами, встановленими в ці отвори.

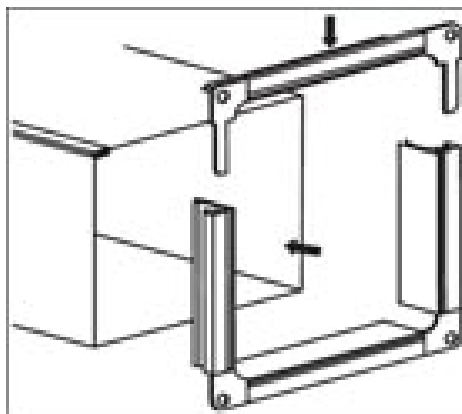


Рис. 6.1. Фланець

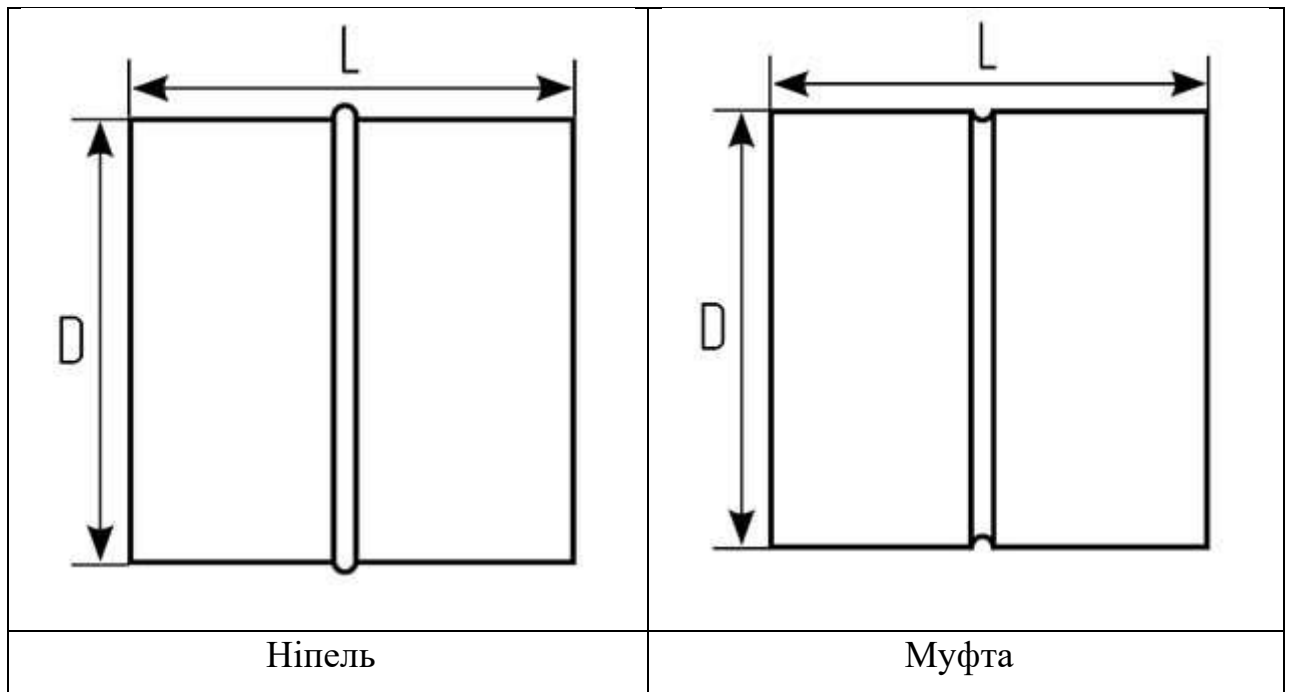
Для збільшення герметичності між фланцями вставляють ущільнювач. Цей вид з'єднання вимагає певної кваліфікації та відчутних витрат часу, але він незамінний при складанні вентиляційних каналів із зварних труб з товстими стінками, а також при особливих вимогах до герметичності, наприклад, у системах димовидалення;

Через муфту чи ніпель. У простіших вентиляційних системах зручніше і простіше використовувати безфланцеві з'єднання. Вони виконуються за допомогою перехідних деталей із ущільнюючою прокладкою, які встановлюються всередину (ніпель) або поверх (муфта) стику.

Для більш щільного примикання місця контакту промазують герметиком відповідно до умов експлуатації. Ніпельне з'єднання зверху закривають спеціальною алюмінієвою стрічкою.

Муфта (ніпель зовнішній)

Простота монтажу, швидкість робіт і висока надійність послужили причинами широко розповсюдженим ніпельного з'єднання на круглих повітропроводах, якщо призначення, особливості та конструкція системи не визначають необхідність використання іншого виду з'єднання. Ніпелі можуть бути і прямокутного перетину, вони використовуються набагато рідше. Стики ніпеля і повітропроводу покривають стрічкою-герметиком, як правило, алюмінієвої. Можуть бути встановлені ніпелі і інші деталі вентиляційної системи з ущільнювачем, в такому випадку монтажна стрічка не потрібна.



У розтруб. Цей спосіб застосовується тільки для повітряних каналів круглого перерізу – труби повітроводів вставляють одна в одну, проклавши в місці стику гумову прокладку або пластичний герметик. Найчастіше стики в розтруб роблять при влаштуванні повітроводів для витяжки або сендвіч-димоходів;

Бандажне з'єднання.

За допомогою бандажу. Це спеціальні хомути, які встановлюються поверх труб, що з'єднуються і затягуються болтами. На торцях стикованих елементів попередньо роблять відбортовку.



Рис. 6.2. Хомут

Зазвичай бандажі використовуються при складанні магістральних каналів із круглих труб великого перерізу та в системах вентиляції на хімічних виробничих підприємствах. Для побутових повітроводів метод практично не застосовується через його відносно високу вартість;

Єврошиною. Монтажна шина складається з чотирьох планок, які встановлюються по всіх гранях прямокутного повітроводу і фіксуються на ньому болтами або заклепками.

Потім відповідні планки стикованих деталей стягуються так само, як і фланці. Для ущільнення місця контакту воно змащується герметиком, а по периметру шини розміщуються стягуючі струбцини.

6.2.3. Монтаж VRF або VRV систем

Монтаж VRV або VRF системи включає наступний порядок дій:

Монтаж об'єднує між собою зовнішній і внутрішні блоки, модулі диспетчеризації і управління, рефнети, фреоновий трубопровід ізоляція та інші елементи.

1. Монтаж фреонових магістралей – на об'єкті прокладається трубопровід, для циркуляції холодоагенту. Діаметра труби визначається проектною документацією. Від правильного монтажу фреонових магістралей залежать експлуатаційні витрати системи. Паралельно з прокладкою фреонових магістралей здійснюється монтаж сигнальних і силових міжблочних кабелів. При монтажі трубопроводу необхідно

дотримуватися техніки безпеки і пожежну безпеку, тому що використовується пайка і проводяться роботи з відкритим вогнем.

2. Перевірка і тестування фреонових магістралей – після установки рефнетів обов'язково виконується перевірка всього фреонопровіда на герметичність. Для цього і в контур закачується азот під високим тиском. Для точної діагностики необхідно, щоб вся система перебувала в такому стані два тижні.

3. Установка внутрішніх блоків – роботи по монтажу внутрішніх блоків підлогово-стельового або настінного типу закріплюються на перегородках приміщення, а пристрої касетного або каналного видів розміщуються в зоні підстельового простору. Не якісний монтаж внутрішніх блоків може привести до протікання дренажу або до виходу з ладу внутрішніх пристроїв блоку.

4. Монтаж системи керування – монтаж пультів індивідуального керування роботою кожного внутрішнього блоку, а також установка консолі центрального керування системою.

5. Монтаж дренажних систем-призначений для відведення від внутрішніх блоків конденсату який утворюється під час роботи системи на охолодження. Дренажна система підключається, через сифон, до наявної побутової каналізації.

6. Установка зовнішнього блоку – обладнання може розміщуватися у внутрішньому дворі будівлі, встановлюватися на даху або в окремому приміщенні. Зовнішній блок монтується на основу на вібро-вставках на фундаменті. Місце установки блоку визначається планом проектування, з урахуванням місця для подальшого технічного обслуговування блоку.

7. Вальцювання фреонопровода – після того як встановлюються зовнішні і внутрішні блоки необхідно підключити фреоновий трубопровід до блоків, об'єднуючи трубопровід холодоагенту в єдину трасу.

8. Електрична схема – монтаж установки адресації в автоматичному або в ручному режимах. Автоматичний режим, використовується при

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа, опитувального листа	Код обладнання, виробу, матеріалу	Завод-виготовлювач	Одиниця виміру	К-сть	Маса одиниці, кг.	Примітки
	Розгалужувач для внутрішніх блоків	ARBLN07121			шт.	1		
	Безпроводний пульт управління				шт.	7		
	Провідний пульт управління				шт.	2		
ККБ ПВ2	Зовнішній блок Qx=18,5кВт, Qt=17,5кВт, 380В	ARUN120LSS0		LG	шт.	1		
	Пульт управління/Клапан ТРВ/Плата погодження				шт.	1		
ККБ ПВ3	Зовнішній блок Qx=58кВт, Qt=17,5кВт, 380В	ARUM380LTE5		LG	шт.	1		
	Пульт управління/Клапан ТРВ/Плата погодження				шт.	1		
	Матеріали							
	Труба мідна Ø6(1/4")				м.	110		
	Труба мідна Ø9,5 (3/8")				м.	160		
	Труба мідна Ø12 (1/2")				м.	150		
	Труба мідна Ø15 (5/8")				м.	64		
	Труба мідна Ø19 (3/4")				м.	16		
	Труба мідна Ø22 (7/8")				м.	20		
	Труба мідна Ø25 (1")				м.	30		
	Труба мідна Ø35 (1 1/8")				м.	30		
	Труба мідна Ø42 (1 5/8")				м.	30		
	Ізоляція фреоноводів KAIFLEX EF-E 6x06				м.	110		
	Ізоляція фреоноводів KAIFLEX EF-E 9x10				м.	160		
	Ізоляція фреоноводів KAIFLEX EF-E 9x12				м.	150		
	Ізоляція фреоноводів KAIFLEX EF-E 9x15				м.	64		
	Ізоляція фреоноводів KAIFLEX EF-E 9x18				м.	16		
	Ізоляція фреоноводів KAIFLEX EF-E 9x22				м.	20		
	Ізоляція фреоноводів KAIFLEX EF-E 13x35				м.	30		
	Ізоляція фреоноводів KAIFLEX EF-E 13x25				м.	30		
	Ізоляція фреоноводів KAIFLEX EF-E 13x45				м.	30		
	Лоток для монтажу фреоноводів				м.	541		
	Листовий термоізолятор бмм				м2.	128		

Зм.	К-сть	Лист	№ док.	Підпис	Дата

Лист

Список літератури:

1. ДБН В.2.2-23:2009 «Будинки і споруди. Підприємства торгівлі».
2. ДБН В.2.2-25:2009 Будинки і споруди. Підприємства харчування (заклади ресторанного господарства). Зі Змінами № 1 та № 2 - [Чинні від 2020-01-06]. - Міністерство регіонального розвитку та будівництва України.- К.: ДП „Укранархбудінформ”, 2020. -55с.
3. ДБН В.2.2-9:2018. ГРОМАДСЬКІ БУДИНКИ ТА СПОРУДИ. Зі Зміною № 1 - [Чинні від 2018-28-09]. - Міністерство розвитку громад та територій України.- К.: ДП „Укранархбудінформ”, 2022.- 43с.
4. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. - [Чинні від 2014-01-01]. - Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укранархбудінформ” Мінбуду України, 2014.- 149 с.
5. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. - [Чинні від 2011-10-10]. - Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укранархбудінформ”, 2011.- 123 с.
6. ДБН В.2.6-31.2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. - [Чинні від 2022-01-09]. - Міністерство розвитку громад та територій України.- К.: ДП „Укранархбудінформ”, 2022.- 23 с.
7. ДСТУ 9191:2022 Теплоізоляція будівель. Метод вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель – [Чинні від 2023-03-01]. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2022. – 63 с.
8. Глушко Ю.Ю. Опалення: навчальний посібник/ Глушко Ю.Ю. та ін. – Київ: Ресурсний центр ГУРТ, 2018. – 102 с.
9. Любарець О.П., Зайцев О.М., Любарець В.О. Проектування систем водяного опалення: посібник для проєктувальників, інженерів і студентів технічних ВНЗів. – Відень-Київ-Симферополь: ГЕРЦ Арматурен Г.м.б.Х, 2010.
10. Теплова потужність систем водяного опалення: методичні вказівки до виконання розділу курсового та дипломного проєктів з дисципліни

- опалення / уклад. О.П.Любарець, М.П.Сенчук., В.О.Любарець – К.: КНУБА, 2015. – 26с.
- 11.Опалення: методичні вказівки до виконання розділу "Гідравлічний розрахунок систем водяного опалення" курсового проекту / уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Мілейковський та інші. - К.: КНУБА, 2015. – 40с
- 12.Методичні вказівки «Розрахунок надходження шкідливостей до приміщень житлових та громадських будівель» до виконання практичних занять для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія.» ОПП «Теплогазопостачання і вентиляція» /уклад.: А.С. Москвітіна, М.О. Шишина, І.О. Пефтева. – Київ: КНУБА, 2023. – 60 с.
13. Росковшенко Ю. К.Центральні системи кондиціонування повітря: Навч. посібник. Київ : ІВНВКП "Укртеліотех", 2008.216 с.
14. Боженко, М. Ф. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель: навчальний посібник для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М. Ф. Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.
15. Джеджула В. В. Вентиляція та кондиціонування громадських об'єктів : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2021. -71 с.
16. Зінич. П.Л. Вентиляція громадських будівель. Навчальний посібник. – К.:КНУБА,2002.- 256 с.
- 17.ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – К.: Мінрегіонбуд України, 2017. – чинні з 01.03.2018. – Норми.
18. ДБН А.3.2-2-2014. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. – К.: Мінрегіон України, 2014. – чинні від 01.01.2015. – Норми.
- 19.Рожков А.П. Пожежна безпека: навчальний посібник. - К.: Пожінформтехніка. 1999. - 256 с.

20. Войналович О. Охорона праці на будівельних об'єктах АПК: навчальний посібник / О. Войналович, Д. Кофто, М. Мотрич. - Центр навчальної літератури. 2017. - 398 с.
21. Апостолук С.О. Безпека праці: ергономічні та естетичні основи: навчальний посібник / С.О Апостолук, В.С. Джигирей, А.С. Апостолук, І.А. Соколовський та ін. - К. : Знання. 2007. -215 с.
22. Протоєрейський О.С. Охорона праці в галузі: навчальний посібник / О.С. Протоєрейський, О.І. Запорожець. - К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. - 268 с.
23. Сафонов В.В. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів інженерно-будівельних спеціальностей: навчальний посібник: за редакцією В.В. Сафонова. - К.: Основа. 2011. - 480 с.
24. Законодавство України про охорону праці: у 3 т. - К.: Основа. 2008. - Т.1. - 368 с.. Т.2. - 352 с.. Т.3. - 464 с.
25. Вахонєва Т.М. Основи охорони праці в Україні. - Дакор. 2019. -508 с.
26. Довбуш О.М., Возняк О.Т., Жуковський С.С. Системи обігрівання та вентиляції. Технологіїзаготівельних і монтажних робіт: навчальний посібник. – Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2005. – 276 с. – (шифр: 697, авторський знак: Д58)
27. Сашко В.О., Терещенко В.М. Труби та арматура: навчальний посібник. – Київ: Ресурсний центр ГУРТ, 2019. – 102 с. – НП Труби та арматура, Київ, 2019.pdf.
28. Жуковський С.С., Кінаш Р.І. Технологія заготівельних та монтажних робіт: навчальний посібник. - – Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 1999. – 448 с. (шифр: 697, авторський знак: Ж86) НП Технологія заг. спец. монт. робіт, Дьвів,1999.djvu.
29. Степанов М.В., Вакалюк А.С. Організація будівельно-монтажних робіт: навчальний посібник. – К.: КНУБА, 2011. – 88 с. – https://library.knuba.edu.ua/books/20_1_11.rar.

- 30.Дорош А.М. Організація будівельного виробництва: навчальний посібник. – К.: Аграрна політика, 2011. – 255 с. – НП Організація-буд.-вир-ва, Київ, 2011.pdf.
31. ДБН А.3.1.-5:2016. Організація будівельного виробництва. – К.: Мінрегіон України, 2016. – чинні від 01.01.2017. – Норми.