

ЗМІСТ

ВСТУП.....	
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ ВАРІАНТІВ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ СКОРОЧЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ СИСТЕМАМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ І КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ	
1.1. Загальна характеристика використання енергетичних ресурсів системами енергозабезпечення будівель.....	
1.2. Оцінювання ефективності енерговикористання будівлі.....	
1.3. Аналіз способів підвищення рівня енергоефективності в системах вентиляції та кондиціонування	
1.3.1. Утилізація теплоти повітря.....	
1.3.2. Аналіз ефективності використання систем із змінною витратою повітря.....	
1.3.3. Метод безперервного введення в експлуатацію системи вентиляції.....	
РОЗДІЛ 2. ІНЖЕНЕРНІ РІШЕННЯ	
2.1 Характеристика об'єкта	
2.2 Вибір розрахункових параметрів зовнішнього повітря.....	
2.3 Вибір розрахункових параметрів внутрішнього повітря.....	
2.4. Визначення кількості теплоти, що надходить у приміщення в теплий період року	
2.4.1. Надходження теплоти від людей.....	
2.4.2. Надходження теплоти від джерел штучного освітлення.....	
2.4.3. Надходження теплоти від сонячної радіації.....	
2.4.4. Надходження теплоти від персональних комп'ютерів та телевізорів.....	
2.4.5. Розрахунок загальних теплонадходжень.....	
2.5. Розробка системи кондиціонування	
2.5.1. Характеристика системи кондиціонування.....	
2.5.2. Підбір фанкойлів.....	
2.5.3. Підбір чилера.....	
2.5.4. Гідравлічний розрахунок системи холодпостачання.....	
2.6. Розрахунок повітрообміну за нормативною кратністю.....	

2.7.Визначення мінімального повітрообміну по кількості людей і площі приміщення.....	
2.8. Розрахунок теплонадходжень для холодного періоду року для приміщення 103 (обідня зала ресторану)	
2.8.1. Надходження теплоти від людей.....	
2.8.2. Загальні надходження теплоти.....	
2.9. Розрахунок надходження вологи від людей.....	
2.10. Надходження діоксиду вуглецю від людей.....	
2.11. Розрахунок повітрообміну за надлишками теплоти і вологи.....	
2.12. Схема організації повітрообміну в приміщеннях комплексу відпочинку.....	
2.13.Розрахунок повітророзподілення для приміщення обідньої зали ресторану (103).....	
2.14. Аеродинамічний розрахунок системи ПВ1.....	
2.15.Вибір устаткування системи ПВ1.....	
2.16. Визначення терміну регенерації фільтра.....	
РОЗДІЛ 3. ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ ТА ЕКОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ ЗІ ЗМІННОЮ ВИТРАТОЮ ПОВІТРЯ У ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЛЯХ	
3.1. Загальна інформація.....	
3.2. Постановка задачі досліджень.....	
3.3. Заповнюваність обідньої зали ресторану (103) протягом дня.....	
3.4. Розрахунок теплонадходжень від людей по годинах доби.....	
3.5. Розрахунок надходжень теплоти від сонячної радіації по годинах доби.....	
3.6. Розрахунок надходжень теплоти від джерел штучного освітлення по годинах доби.....	
3.7. Сумарні надходження теплоти в приміщення (103) по годинах доби.....	
3.8. Розрахунок повітрообмінів для асиміляції надлишків теплоти для приміщення обідньої зали ресторану (103) по годинах доби в теплий та холодний період року.....	

3.9. Визначення економічного та екологічного ефекту в разі застосування системи вентиляції зі змінною витратою повітря.....

РОЗДІЛ 4. АВТОМАТИКА

4.1. Призначення систем автоматизації.....

4.2. Структурна схема припливно – витяжної установки.....

4.3. Функціональна схема автоматизації припливно – витяжної установки.....

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІКА

5.1 Кошторисна вартість монтажу систем вентиляції.....

5.2 Визначення експлуатаційних витрат.....

5.3 Локальний кошторис.....

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1. Освітлюваність робочих місць.....

6.2. Види виробничого освітлення.....

6.3. Основні вимоги до виробничого освітлення.....

6.4. Штучне освітлення.....

6.5. Експлуатація освітлювальних установок.....

ЛІТЕРАТУРА.....

ДОДАТОК А.....

ВСТУП

Вентиляція є обов'язковим елементом комплексу інженерії на об'єктах нерухомості всіх типів. Проектування системи необхідне на виробничих підприємствах, станціях технічного обслуговування, установ громадського харчування, офісних приміщень, торгово-розважальних центрах та ін. Припливно – витяжні системи забезпечують необхідний повітрообмін, видалення шкідливих речовин до гранично-допустимих концентрацій, здоровий мікроклімат у робочій зоні та громадських установах, що, у свою чергу, завжди веде до підвищення продуктивності праці та приємної атмосфери всередині установи.

При проектуванні систем вентиляції дуже важливим є критерій енергоефективності. Великий об'єм внутрішнього повітря видаляється з приміщення та замінюється великим об'ємом зовнішнього свіжого повітря. Якщо відобразити цей процес з боку енергобалансу будівлі, це означає, що колосальний об'єм теплової енергії разом з нагрітим або охолодженим (літом) повітрям просто викидається на вулицю. Вже давно відомо, що основними споживачами енергії в усьому світі це будівлі, які найбільше споживають електроенергії, в порівнянні з іншими секторами, у розвинених економіках. Основна частина електроенергії йде на опалення та кондиціонування, нагрівання та охолодження припливного повітря. Саме тому питання енергоефективності в системах вентиляції стоїть чи не на першому місці в потенціалі енергозбереження загалом.

Серед усіх норм, правил та способів підвищення енергоефективності системи вентиляції найбільш вагомий внесок даватимуть теплоутилізатори, їх ще називають «рекуператорами». Рекуператор – це теплообмінник поверхневого типу, який використовує тепло джерела. Такий механізм дозволяє відбирати тепло від витяжного повітря, що викидається на вулицю і передавати його (тепло) до повітря, що подається в середину приміщення. У цьому полягає суть енергозбереження системи вентиляції, адже енергія на нагрівання чи охолодження повітря не витрачається даремно. Ефективність рекуператора залежить від його типу, матеріалів з яких він зроблений,

правильного розрахунку та експлуатації. Вимірюється за допомогою коефіцієнта корисної дії (ККД) у відсотковому співвідношенні.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ ВАРІАНТІВ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ СКОРОЧЕННЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ СИСТЕМАМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ І КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ

На сьогоднішній день проблема скорочення споживання енергоносіїв є однією з найважливіших. Це пов'язано і з необхідністю збереження природних енергетичних ресурсів (природний газ, тверде паливо у вигляді вугілля та деревини), а також із необхідністю знизити негативний екологічний вплив, який має місце при їх спалюванні. В процесі експлуатації будівель різного призначення (промислових, цивільних) основними споживачами енергетичних ресурсів у вигляді електричної енергії та теплоти (гаряча вода) виступають системи забезпечення мікроклімату (опалення, вентиляція, кондиціонування). Саме з метою збереження енергоресурсів сьогодні у всьому світі простежується тенденція розробки і модернізації кліматичного обладнання. Застарілі елементи замінюють новими, підвищується ефективність роботи енергетичного обладнання шляхом його удосконалення.

1.1 Загальна характеристика використання енергетичних ресурсів системами енергозабезпечення будівель

Зменшення використання викопної енергії для опалення та охолодження залишається однією з найбільших проблем енергетичного переходу. Потреби в опаленні та охолодженні, враховуючі безпосередній температурний режим у приміщеннях, гарячому водопостачанні, приготуванні їжі, тепловій промисловості та сільському господарстві, становлять понад 40% світового енергоспоживання (рис. 1.1) [1].

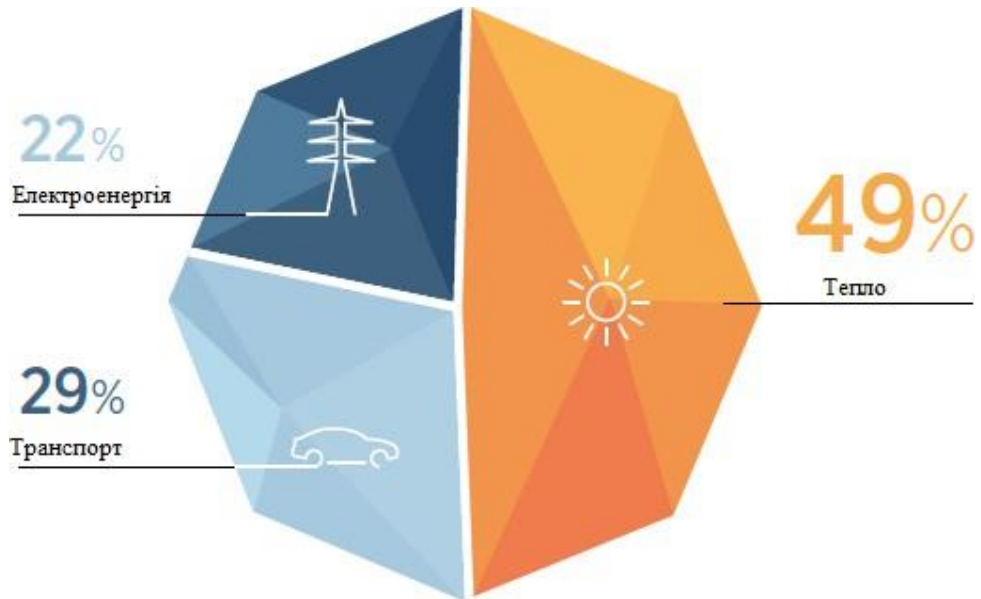


Рис. 1.1. Загальне кінцеве споживання енергії

Відповідно до статистичних умов та наявних даних категорія «тепло» на цьому рисунку включає електроенергію, що використовується для опалення.

Більша частина енергії, що використовується для опалення, вентиляції та кондиціонування (ОВіК), продовжує вироблятися з викопного палива (рис. 1.2) [2]. У 2019 році викопне паливо та невідновлювана електроенергія задовольнили понад 77% потреб, спожитими цими системами, при традиційному використанні біомаси на рівні 11,9%. В останні роки використання сучасних відновлюваних джерел для задоволення потреб систем мікроклімату залишається обмеженим. Стійка біоенергія, сонячна, відновлювана теплова та геотермальна енергія задовольнили 8% попиту системами ОВіК, а відновлювана електроенергія становила додаткові 2% .



Рис.1.2. Частка джерел енергії в загальному кінцевому споживанні енергії на системи ОВіК

Велика частка споживання енергії означає, що швидка декарбонізація енергії, яка використовується для задоволення цих потреб, є критично важливою для досягнення цілей щодо клімату, довкілля та сталого розвитку. Незважаючи на цю реальність, споживання енергії системами ОВіК продовжує зростати і в основному засноване на викопному паливі.

На житлові та комерційні будівлі в США припадає майже 42% загального споживання енергії, тоді як значна частина споживання енергії в цьому секторі припадає на опалення, вентиляцію і кондиціонування (35% у житлових та 32% у комерційних будівлях).

Також споживання енергії в будівлях є основною проблемою і в Європейському Союзі, де на будівельний сектор припадає 40% загального споживання первинної енергії. Держави-члени Європейського Союзу зобов'язані впроваджувати заходи з енергоефективності для будівель відповідно до Директиви про енергетичну ефективність будівель.

Відповідно до директиви, на суспільно використовуваних будівлях корисною площею більш 500м², мають вивіщуватися енергетичні паспорти.

Відносно будівель, що знаходяться в приватній власності, кожне рекламне оголошення про продаж або здачу в оренду повинно включати в себе показники витрати енергії. З 2021 року всі новобудови на території Європейського союзу повинні стати будівлями з низьким енергоспоживанням. Енергоефективними вважаються будівлі, при проектуванні яких був передбачений комплекс архітектурно-будівельних і інженерно-технічних заходів, що забезпечують істотне зниження витрат енергії на теплопостачання цих будинків у порівнянні зі звичайними (типовими) будівлями при одночасному підвищенні комфортності мікроклімату в приміщеннях.

1.2 Оцінювання ефективності енерговикористання будівлі

Для оцінювання ефективності енерговикористання існують наступні системи сертифікації:

а) *HERS*, 100-бальна оцінка, що розроблена компанією *RESNET*. У даній системі зміна оцінювального значення в один бал відповідає зниженню енергоспоживання будівлі на 1% в порівнянні з стандартним будинком *HERS*.

б) *LEED* (застосовується в енергетиці екологічного проектування), стандарт містить 6 розділів: прилегла територія; ефективність використання водних ресурсів; енергія і атмосфера будівлі; матеріали і ресурсна база; якість внутрішнього повітря; нові стратегії в проекті та інноваційні рішення. Ці розділи містять різну кількість вимог, за відповідність яким будівля отримує відповідні бали.

в) *BREEAM* (метод екологічної оцінки ефективності будівлі). Особливою рисою цієї системи є методика присудження балів за декількома критеріями, що відносяться до аспектів безпеки життєдіяльності, впливу на довколишнє середовище і комфорт. Бали сумуються, попередньо урівноважуючись ваговими коефіцієнтами, що відображають актуальність на місці забудови. Після цього будівлі присвоюється загальна оцінка за п'ятибальною системою.

г) *OBO (ASHRAE)*. Нульовий енергобаланс відповідає нулю на шкалі, а середнє значення сукупності відповідає 100. Будівля з нульовим енергетичним балансом знаходиться зверху, а типова будівля (100 балів) розташоване ближче до середини. Будівля з нульовим енергетичним балансом використовує відновлювальні джерела енергії (ВДЕ) для вироблення електроенергії чи тепла.

д) *DGNB* (стандарт Ради Німеччини зі сталого будівництва). Нестандартна концепція дозволяє даній системі оцінки будівель впевнено нарощувати свою популярність в будівельній індустрії. Основною відмінною рисою сертифікації за системою *DGNB* є використання принципів довгострокової оцінки. Система сертифікації враховує не тільки процес зведення будівлі і підбір використовуваних матеріалів, а й оцінює програму експлуатації будівлі на найближчі п'ятдесят років. Це суттєва перевага німецького стандарту над широко поширеними *BREEAM* і *LEED*. Німецька система передбачає присвоєння об'єкту одного з чотирьох рівнів. Нижча ступінь - «сертифіковано», потім - «бронза» і «срібло». Вищий знак якості - «золото».

Для отримання високого рівня сертифікації популярності набувають екологічні інноваційні рішення, що застосовуються в будівельній індустрії. Поняття «будівлі з нульовим споживанням» позначає всі будівлі і споруди, які повністю автономні і здатні самостійно забезпечити себе водними, тепловими ресурсами і електрикою з власних джерел. Для цього впроваджуються різні інтегровані системи з використанням відновлювальних джерел енергії.

За останні роки ВДЕ швидко зростали, неодноразово побиваючи щорічні рекорди встановленої потужності та постійно збільшуючи свою частку у виробництві електроенергії. На ранніх стадіях кризи *Covid-19* виробництво відновлюваної електроенергії продовжувало зростати, досягнувши рекордної популярності в деяких країнах, незважаючи на загальне падіння попиту на електроенергію. Однак сучасна відновлювана енергія все ще забезпечує лише невелику частку кінцевого попиту, переважно в енергетичному секторі.

24 лютого 2018 р. Україна отримала статус повноправного члена

Міжнародного агентства з відновлюваних джерел енергії (*IRENA*). Це міжурядова організація, яка підтримує країни у переході до стійкого енергетичного майбутнього і служить основною платформою для міжнародного співробітництва, центром передового досвіду та сховищем політики, технологій, ресурсів та фінансового знання з відновлюваної енергетики. *IRENA* сприяє широкому впровадженню та сталому використанню всіх видів відновлюваних джерел енергії, включаючи біоенергію, геотермальну енергію, гідроенергію, океан, сонячну енергію та енергію вітру [3].

За даними Держенергоефективності (рис. 1.3) [4] на сьогодні понад 27 тис. домогосподарств в Україні використовують сонячні електростанції (СЕС) та забезпечують свої потреби в електроенергії. Загальна потужність СЕС у домогосподарствах сягає вже 712 МВт, а сумарний обсяг вкладених ними коштів складає близько 560 млн євро.

Це мала розподілена генерація, яка дозволяє використовувати енергію в точці виробництва, а також спонукає власників до раціонального енергоспоживання та впровадження енергоефективних заходів.

Перетворення систем опалення, вентиляції та кондиціонування для декарбонізованого енергетичного майбутнього вимагає поєднання конкретних рішень, що відповідають потребам цих систем, доступності ресурсів, рівні розвитку сектору відновлюваної енергетики, існуючій інфраструктурі та макроекономічним умовам. Наявні рішення дуже різняться за багатьма параметрами, включаючи різні температури, залежність палива та ланцюги постачання.

Перший крок у трансформації передбачає вдосконалення енергоефективності для зменшення попиту та втрат, де це можливо. Наприклад, для ефективної роботи теплових насосів деякі будівлі можуть потребувати значного оновлення енергоефективності, тобто комплексної термомодернізації. Іншим важливим елементом для всіх шляхів є наявність спроможної інфраструктури.



Рис.1.3. Використання сонячних електростанцій домогосподарствами в Україні

(а - потужність СЕС домогосподарств у регіонах; б - кількість СЕС домогосподарств у регіонах; в - динаміка встановлення сонячних електроустановок домогосподарств)

У більшості варіантів модернізації, відновлювані джерела енергії все ще можуть доповнюватися традиційними джерелами енергії. Наприклад, сонячні теплові системи для підігріву води можуть потребувати резервного живлення (наприклад, від газового котла). Тому необхідно розглядати широку стратегію декарбонізації систем ОВіК та застосувати комбінацію різних параметрів.

Електрифікація систем ОВіК передбачає використання ефективних електричних технологій, що живляться відновлюваною електроенергією,

насамперед у будівлях та промислових підприємствах. Цей шлях поєднує зусилля щодо збільшення частки відновлюваних джерел енергії в енергетичному секторі, а також електрифікацію систем енергозабезпечення за допомогою енергоефективних приладів.

1.3 Аналіз способів підвищення рівня енергоефективності в системах вентиляції та кондиціонування

Одним із основних завдань при проектуванні систем забезпечення мікроклімату будівель різного призначення є забезпечення умов для комфортного перебування людей при зниженні витрат споживаних енергоресурсів.

До традиційних застосовуваних способів енергозбереження відносяться методи, пов'язані зі зниженням інфільтрації та ексфільтрації повітря, а також із зменшенням теплових втрат через огорожувальні конструкції будівель і споруд. Проте в сучасних умовах все більшої актуальності набувають роботи із застосуванням технологічних і технічних рішень по організації і конструктивним виконанням систем забезпечення мікроклімату приміщень житлових і громадських будівель, спрямованих на скорочення споживання енергії.

Відновлення тепла від витяжного вентиляційного повітря в існуючих будівлях вважається важливим засобом для досягнення цієї мети, оскільки вентиляція має значний вплив на енергетичні показники будівель. Ця енергія використовується для покриття втрат тепла на припливне вентиляційне повітря та переміщення повітряних мас при механічній вентиляції. Система вентиляції також впливає на проникнення повітря через огороження будівлі.

1.3.1 Утилізація теплоти повітря

З урахуванням зростання вартості енергоресурсів і обмежень на встановлену потужність вентиляційного обладнання стають популярні пристрої утилізації теплоти повітря, що видаляється з приміщення [5].

До способів зменшення споживання енергії в теплопостачанні відносяться рекуперація, регенерація і рециркуляція (рис. 1.4). Рекуперація - це процес, при якому припливне повітря обігрівается теплим викидним. В свою чергу регенерація є процесом відновлення складу повітря, з очищенням від продуктів життєдіяльності людини і технологічних викидів. Рециркуляція - це повторне використання відпрацьованого повітря, тобто підмішування повітря, що видаляється з приміщення, до зовнішнього повітря в пропорціях, визначених проектним рішенням, і подача цієї суміші в приміщення. При використанні двох двигунів можливе, як використання припливно-витяжної вентиляції, так і повної або часткової рециркуляції, і нагадує рух рідини в триходовому крані по малому або великому колу.

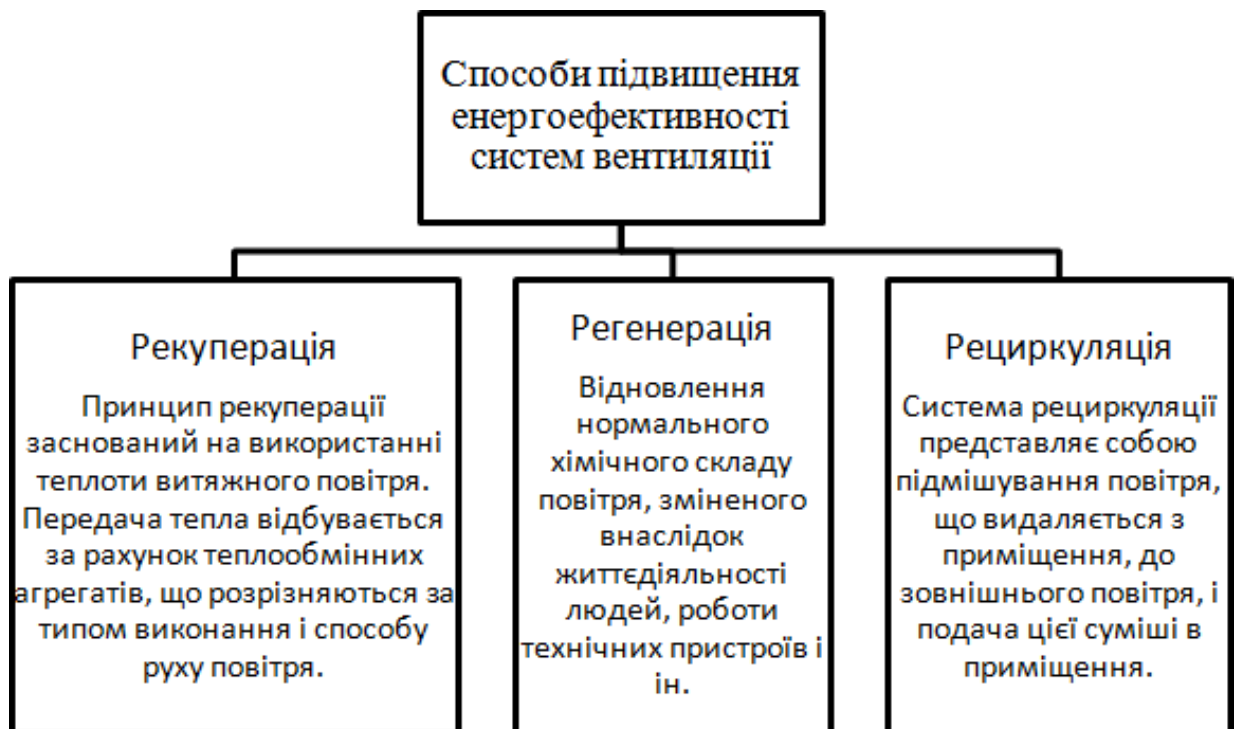


Рис. 1.4. Способи підвищення енергоефективності систем вентиляції

Одним із способів зменшення електроспоживання системами вентиляції є регулювання продуктивності вентиляційних установок шляхом зміни швидкості обертання їх робочого елемента. Ефективність даного способу регулювання продуктивності досягається за рахунок того, що зменшення швидкості обертання робочого колеса призводить до одночасного зменшення його продуктивності і напору на нагнітання повітря [6].

В даний час для здійснення теплообміну використовують кілька основних типів теплообмінників-утилізаторів теплоти витяжного повітря, які можна розділити за двома основними критеріями:

1) за ступенем централізації системи:

- теплообмінники-утилізатори, що входять до складу центральних вентиляційних установок;
- утилізатори теплоти в складі автономних кондиціонерів;
- місцеві, децентралізовані установки з утилізацією теплоти, як правило, призначені для забезпечення належного рівня повітряного комфорту в одному приміщенні (офіс, кімната, квартира, котедж);

2) за способом теплообміну:

- пластинчасті рекуператори - теплоутилізатори даного виду знайшли широке застосування при проектуванні вентиляційних систем за рахунок простоти своєї конструкції і відносно високого відсотка коефіцієнта корисної дії (ККД). Теплообмінник складається з пластин, найчастіше з міді або алюмінію, рідше з пластика чи міцної целюлози, які знаходяться в нерухомому стані. Повітря, потрапляючи в пристрій, проходить через ряд касет, передаючи тепло через стінки, в процесі роботи відбувається одночасний процес охолодження і нагрівання. Можливі варіанти виконання вказані на рис. 1.5. Даний вид рекуператора компактний і надійний, пластинчасті рекуператори дуже рідко виходять з ладу. Важливою перевагою таких рекуператорів є те, що вони не споживають електроенергію. Серед

недоліків пристрою - в холодний період року пластинчата модель працює з обмеженнями, так як її витяжні канали можуть збирати конденсат, який замерзає при мінусовій температурі. Ефективність, тобто ККД класичного пластинчастого рекуператора перехресного типу становить від 50 до 60%. Зараз з'явилися на ринку вискоефективні пластинчасті рекуператори перехресно-припливного типу, у яких, за рахунок збільшення поверхні теплообміну, ККД досягає 80% [7];

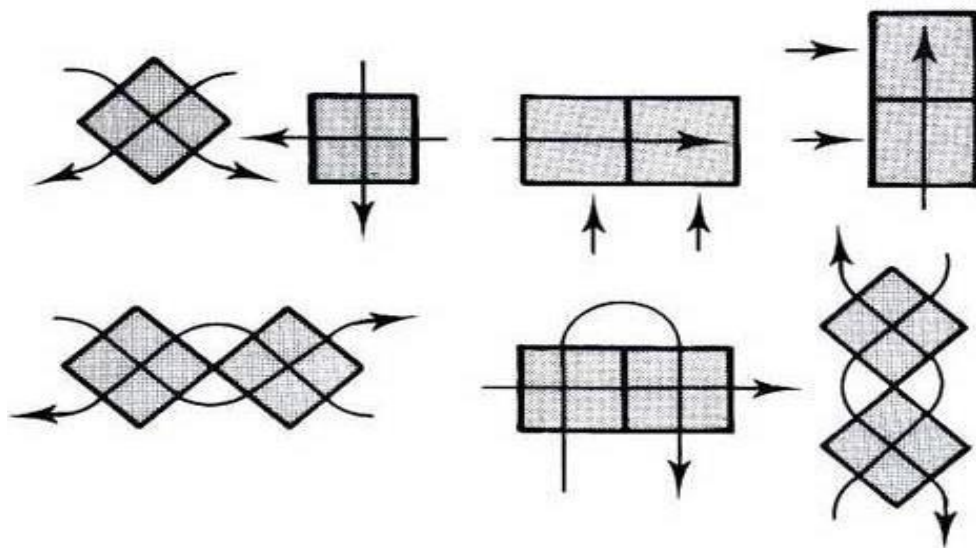


Рис. 1.5. Можливі варіанти виконання перетину повітряних потоків

- роторні рекуператори (рис. 1.6) - в таких установках теплообмінником виступає барабан, і завдяки своєму обертанню передає не тільки тепло, а й також частину вологи. Відмінною рисою такого рекуператора є захист від обмерзання. Тому його найефективніше використовувати в містах з суворим кліматом. ККД такого рекуператора може досягати до 85% [9,10]. Головний мінус такого варіанта рекуперації - змішування витяжного і припливного повітря, а в деяких випадках, наприклад у медичних установах при централізованій вентиляції, це заборонено. Ще до одного з недоліків можна віднести те, що для обертання теплообмінника потрібна електроенергія. Споживання її невелике, але все - таки воно присутнє;

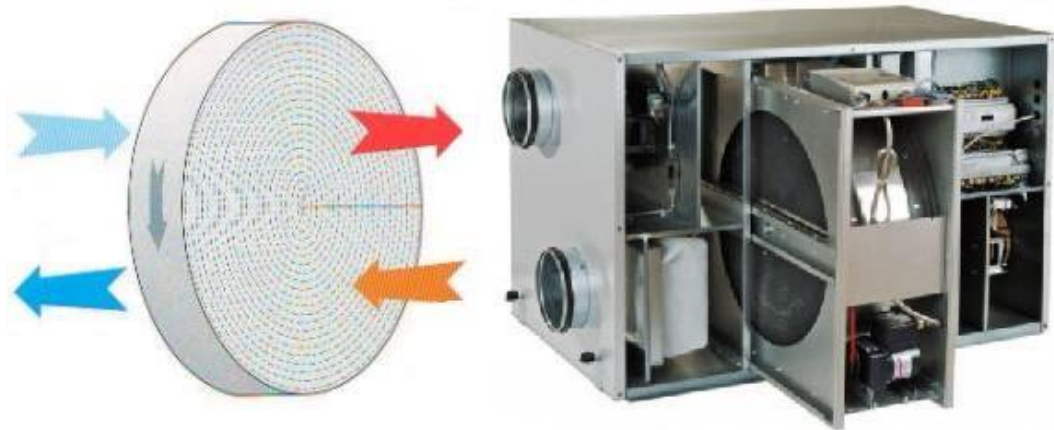


Рис. 1.6. Припливно-витяжна установка з роторним рекуператором

- теплообмінники з проміжним теплоносієм. Принцип роботи такого рекуператора полягає в наступному: на припливному і витяжному повітропроводах встановлюються теплообмінники повітря/вода. Між ними постійно циркулює рідина (як правило - антифриз). У витяжному каналі рідина підігрівається, отримуючи тепло від викидного повітря. У припливному каналі рідина охолоджується, нагріваючи тим самим зовнішнє повітря.

Головна відмінність і перевага рекуператорів з проміжним теплоносієм від роторних і пластинчастих - це можливість розміщення припливної та витяжної установок в різних місцях. Відстань між установками визначається тільки витрато-напірною характеристикою насоса і діаметром трубопроводів. Головний недолік рекуператора з проміжним теплоносієм - це відносно невеликий ККД (близько 40%) [11,12].

Основні переваги і недоліки кожного з розглянутих вище видів теплоутилізаторів зведені в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 - Порівняльний аналіз різних конструкцій теплообмінників

Вид теплообмінника	Основні переваги	Основні недоліки	ККД
Пластинчастий	<ol style="list-style-type: none"> 1. Порівняно високий ККД 2. Відносно невисока вартість 3. Простота конструкції 4. Надійність в експлуатації. 5. Не споживає електроенергію 6. Немає перетікання витяжного повітря в припливне 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Можливість обмерзання при температурах припливного повітря нижче 0 ° С. 2. Монтаж тільки в опалювальному приміщенні 	50 – 80%
Роторний	<ol style="list-style-type: none"> 1. Захист від обмерзання 2. Високий ККД 3. Повернення вологи 4. Можливий монтаж в неопалюваному приміщенні або на вулиці 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наявність двигуна для обертання ротора 2. Часткове змішування потоків повітря при експлуатації (до 5%) 	70– 85%
З проміжним теплоносієм	<ol style="list-style-type: none"> 1. Повністю виключений перетік витяжного повітря в припливне 2. Можливість розміщення притоку та видалення повітря в різних місцях 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наявність насоса 2. Невисокий ККД 	30– 40%

1.3.2 Аналіз ефективності використання систем із змінною витратою повітря

Вентиляційна система може характеризуватися як система із постійною (CAV) або змінною витратою (VAV). Система VAV вже є домінуючою в промислових, комерційних, шкільних та офісних будівлях через різну завантаженість приміщення протягом дня та непередбачувані коливання концентрації CO₂.

Слід зазначити, що така система є можливою лише в тому випадку, якщо рівень забруднення та потреба у вентиляційному повітрі з часом

змінюються. VAV-система базується на оптимізації управління для забезпечення високої продуктивності та ефективності використання, використовуючи наступні стратегії: оптимальний старт/ зупинка, оптимізація тиску вентилятора та вентиляції, режим очікування.

Оптимальний старт/ зупинка (рис. 1.7) використовує систему автоматизації будівель для врахування теплової інертності будівлі та графіка перебування людей. Ця стратегія зменшує кількість робочих годин системи та економить енергію, уникаючи необхідності підтримувати результуючу температуру в приміщенні, якщо будівля чи приміщення не використовуються.

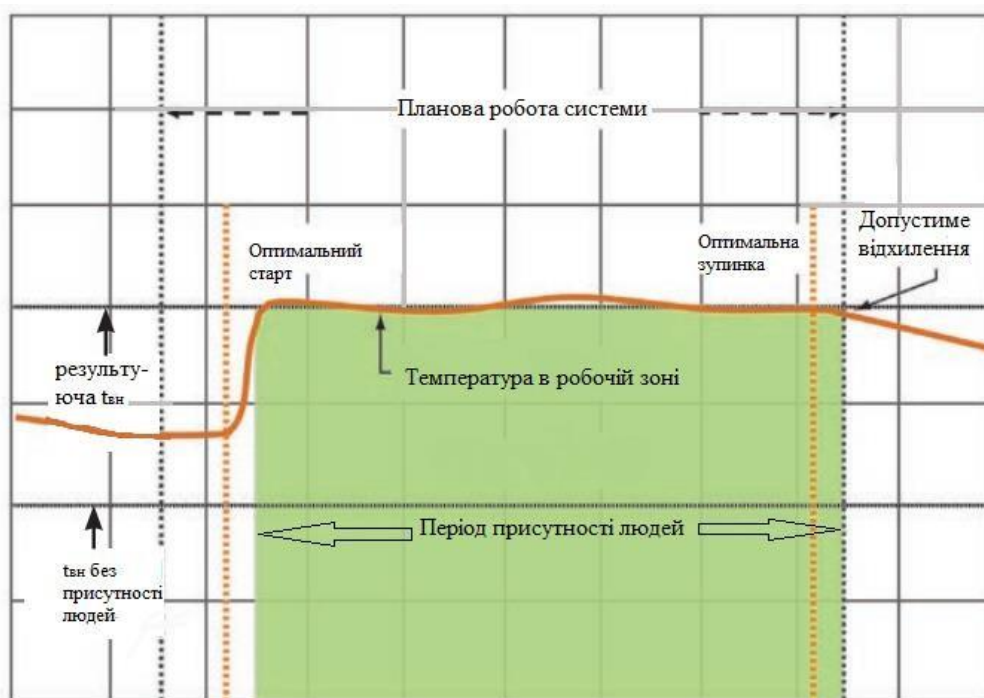


Рис. 1.7. Стратегія оптимального старту та зупинки

Оптимізація тиску вентилятора. У результаті зміни навантажень на систему вентиляції чи кондиціонування термінали VAV встановлюються для контролю потоку повітря, що подається в зони. Це призводить до зміни тиску в трубопроводах подачі. У багатьох системах датчик тиску розташований приблизно на двох третинах відстані по головному повітропроводу. Блок подачі повітря VAV варіює швидкість вентилятора живлення, щоб підтримувати статичний тиск у цьому місці на постійному заданому рівні.

Однак при такому підході система зазвичай генерує більше статичного тиску, ніж потрібно. Тому на терміналах VAV використовуються контролери зв'язку для оптимізації функції регулювання статичного тиску, щоб мінімізувати тиск у каналі та заощадити енергію вентилятора. В цьому випадку контролер VAV знає поточне положення заслінок при регулюванні повітряного потоку. Система автоматизації будівель постійно проводить моніторинг цих окремих контролерів, шукаючи термінал VAV з максимально відкритою заслінкою на даний момент. Потім задане значення для припливного вентилятора скидається, щоб забезпечити достатньо тиску, щоб принаймні одна заслінка була повністю відкрита. Це призводить до того, що припливний вентилятор генерує найменше значення статичного тиску, щоб проштовхнути необхідну кількість повітря через всі потрібні заслінки.

Оптимізація вентиляції. У типовій системі VAV система вентиляції подає свіже зовнішнє повітря до декількох індивідуально контрольованих зон. Вентиляція з контрольованим попитом передбачає зміну потоку вхідного повітря у відповідь на зміни в використанні зон. Хоча зазвичай застосовуються датчики вуглекислого газу (CO_2), датчики заповнення або графіки часу також можуть бути використані. Одним із підходів до оптимізації вентиляції в багатозонній системі VAV є поєднання цих різних стратегій на рівні зони (з використанням кожної, де це найкраще підходить) із зміною продуктивності вентиляції на рівні системи.

Режим очікування. Можливий варіант поєднання датчика заповнення з графіком часу доби. Ця комбінація може використовуватися для переключення зони в режим очікування. У цьому режимі всі або деякі освітлювальні прилади в цій зоні можна вимкнути, задані температури можна підвищити або знизити від $0,5^\circ\text{C}$ до 1°C , а також вимоги щодо вентиляції можуть бути зменшені, як правило, до рівня витрати припливного повітря, пов'язаної з забрудненням від огорожувальних конструкцій. Це зменшує як витрати на нагрів/охолодження зовнішнього повітря, так і використання енергії вентилятора. Коли датчик заповнення показує, що зона знову зайнята, ці налаштування повертаються до

нормального режиму [13].

1.3.3 Метод безперервного введення в експлуатацію системи вентиляції

Також під час експлуатації будівлі відбувається погіршення компонентів систем ОВіК, що призводить до зниження енергоефективності. Безперервне введення в експлуатацію систем вентиляції - це нова технологія для підтримання та підвищення енергоефективності. Іншими словами це постійне введення систем в експлуатацію протягом усього життєвого циклу будівлі. Цей метод спрямований на оцінку, вдосконалення та оптимізацію роботи всіх інженерних систем [14]. Згідно з Федеральною програмою енергоменеджменту у США, безперервне введення в експлуатацію забезпечило в середньому економію 20% із терміном окупності менше трьох років (часто один-два роки) у понад 130 великих будівлях. Для оцінки показників енергоспоживання будівлі необхідним етапом є енергетичне порівняння. Енергетичний бенчмаркінг визначається як макроскопічний рівень оцінки експлуатаційних характеристик будівлі, що використовує методи для вимірювання його ефективності щодо іншої будівлі або попередньої ефективності.

Загалом були розроблені різні методи енергетичного порівняльного аналізу. Ці методи можна класифікувати на метод білого, сірого та чорного ящика. Методом білого ящика називають метод, заснований на первинних принципах, який включає фізичні обмеження в моделювання будівельних компонентів і, отже, вимагає великої кількості проектною документації. Прикладами такого аналізу є модифікований метод акумулювання та детальний метод моделювання енергії.

В свою чергу, метод чорного ящика використовує прийоми підбору даних, а не фізичні знання, тому вимагає попередньо обраної статистичної моделі та вихідних даних. Приклади порівняльного аналізу включають метод штучної нейронної мережі та векторний машинний метод підтримки. Принцип

методу сірого ящика лежить посередині між методами білого та чорного ящика, оскільки він поєднує як фізичні знання системи, так і методи підбору даних для отримання корисної енергетичної моделі. Одним із прикладів такого принципу є метод денного ступеня та його різні варіації.

За існуючими методами порівняльного аналізу можна розрахувати чотири типи базових ліній: попередні показники та поточні показники порівнювальних будівель, попередні показники та передбачувані показники тієї самої будівлі. Незважаючи на те, що перші два типи вихідних показників часто використовуються регуляторами та оприлюднюються для громадськості, щоб заохотити власників підвищити енергоефективність своїх будівель, решта часто використовуються для відстеження та моніторингу енергії всередині середовища.

Вибір належного методу повинен базуватися на вимогах проекту, наявних вхідних даних, наявних даних моніторингу та досвіді енергоменеджера. Хоча методам білого ящика слід надавати вищий пріоритет через прозорість процедури обчислення, методів чорного або сірого ящиків може бути достатньо.

РОЗДІЛ 2 ІНЖЕНЕРНІ РІШЕННЯ

2.1 Характеристика об'єкта проектування

Для розробки систем вентиляції та кондиціонування передбачена для комплексу відпочинку в м. Хмельницький. Будівля комплексу п'ятиповерхова з розмірами в плані 34х65 м , заввишки 21,850 м. За умовну відмітку 0.000 прийнятий рівень чистої підлоги першого поверху.

На 5 поверхах знаходяться такі приміщення:

на відм. $\pm 0,000$ м:

- обідня зала ресторану
- зал для проведення конференцій
- спортивний зал
- салон краси
- приміщення охорони
- приміщення службового призначення
- серверна

на відм. +4,200м:

- обідня зала ресторану
- кухня
- цех приготування холодних блюд
- цех приготування гарячих блюд
- овочевий цех
- цех приготування кондитерських виробів
- приміщення технічного призначення
- кабінети

на відм. +8,400; +11,850; +15,300м:

- готельні номери
- приміщення технічного призначення

2.2 Вибір розрахункових параметрів зовнішнього повітря

Розрахункові параметри зовнішнього повітря приймаються відповідно до вимог, регламентованих [15] та [16] і зводяться в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 - Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Період року	Параметри повітря		Швидкість вітру м/с
	Температура °C	Ентальпія кДж/кг	
Теплий	+27	+54,7	1,0
Холодний	-21	-20,1	6,2

2.3 Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Розрахункові параметри повітря в робочій зоні приміщення приймаються відповідно до рекомендацій, наведених в [15].

Таблиця 2.2 - Розрахункові параметри внутрішнього повітря

Період року	Температура в робочій зоні, °C	Швидкість повітря в робочій зоні, м/с	Відносна вологість у робочій зоні, %	Температура припливного повітря, °C	Температура повітря, що видаляється, °C
Теплий	24	0,5	65	22	25,2
Холодний	20	0,2	45	18	20,6

Температура припливного повітря приймається:

- теплий період $t_{in}^T = 22 \text{ } ^\circ\text{C}$;

- холодний період, $^\circ\text{C}$:

$$t_{in}^X = t_{wz}^X - \Delta t \quad (2.1)$$

$$t_{in}^x = 20 - 2 = 18 \text{ } ^\circ\text{C}$$

де Δt - допустима різниця температур, прийнята по рекомендаціях при асиміляції теплонадлишків $\Delta t = 2 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Температура повітря, що видаляється, визначається за формулою, $^\circ\text{C}$:

$$t_l = t_{wz} + gradt(H - h_{p3}) \quad (2.2)$$

де $grad\ t$ – температурний градієнт;

H – висота приміщення, м; $H=3,2$ м;

h_{pz} – висота робочої зони, м; $h_{pz}=2$ м.

-теплий період: $t_i^T = 24 + 1(3,2 - 2) = 25,2^\circ C$

-холодний період: $t_i^X = 20 + 0,5(3,2 - 2) = 20,6^\circ C$

2.4 Визначення кількості теплоти, що надходить у приміщення в теплий період року

Розрахунок теплонадходжень виконується для наступних приміщень закладу: зал ресторану 103, вестибюль готелю 115, кімната рецепції 116, кімната охорони 117, конференц зал 122, кабінет 123, фітнес зал 131, кабінет інструктора 136, зал ресторану 201, вестибюль готелю 204, кабінет шеф кухаря 225, кабінет 240, кабінет 241, житлові кімнати на 3-5 поверхах.

2.4.1 Надходження теплоти від людей

У розрахунку враховується повне виділення теплоти від людей і визначається повне надходження теплоти, Q_d Вт, по формулі:

$$Q_d = q_{ч} \cdot n_{ч} + q_{жс} \cdot n_{жс} \quad (2.3)$$

де $q_{ч}$ – повне виділення теплоти від одного чоловіка, жінки і дитини, Вт/люд;

$$q_{жс} = 0,85 \cdot q_{ч} \quad (2.4)$$

n – кількість чоловіків і жінок, люд.

Повне виділення теплоти $q_{ч}$ визначається за [17] у залежності від віку людей у приміщенні, температури в робочій зоні приміщення.

Категорія робіт – середньої тяжкості та легка.

Для теплого періоду (легка робота):

$$t_{wz}^T = 24^\circ C;$$

$$q_{ч}^T = 93 \text{ Вт/люд};$$

Для теплого періоду (робота середньої важкості):

$$t_{wz}^T = 24 \text{ } ^\circ\text{C};$$

$$q_{ч}^T = 197 \text{ Вт/люд};$$

Результати розрахунків зводяться в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Надходження теплоти від людей

№ прим.	Кіл – ть чоловіків, пч, осіб	Кіл – ть жінок, пж, осіб	Тепло-надходження від 1 чоловіка, qч, Вт/чол	Сумарні теплонадходження, Qл, Вт
103	35	35	93	6022
116	2		93	186
117	2		93	186
115	10	10	93	1721
122	15	15	93	2581
123	2		93	186
131		20	197	3349
136	1		93	93
201	40	40	93	6882
204	20	20	93	3441
225	1		93	93
240		6	93	474
241	2		93	186
ЖК 3-5	1	1	93	172

2.4.2 Надходження теплоти від джерел штучного освітлення

Надходження теплоти від джерел штучного освітлення, $Q_{осв}$ Вт, визначається по формулі:

$$Q_{осв} = E \cdot F \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв} \quad (2.5)$$

де E – питома освітленість, лк, приймається за [17] у залежності від типу приміщення;

F – площа освітленої поверхні, м².

$q_{осв}$ - питомі виділення тепла від освітлення, Вт/(м²/лк), визначаються за [17] у залежності від площі і висоти приміщення, а також типу світильників.

$$q_{осв} = 0,056 \text{ Вт/(м}^2\text{/лк)};$$

$\eta_{осв}$ – частка теплоти, що надходить у приміщення, приймається в залежно від типу освітлення; $\eta_{осв} = 0,45$.

Результати розрахунку наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Надходження теплоти від штучного освітлення

№ прим.	Питома освітленість, Е, лк	Площа підлоги, F, м ²	Питомі теплонадходження, $q_{освт}$, Вт/м ²	Частка теплоти, η	Надходження теплоти, Q, Вт
103	200	377,11	0,056	0,45	1901
116	200	11,69	0,056	0,45	59
117	200	14,24	0,056	0,45	72
115	200	135,34	0,056	0,45	682
122	300	80,28	0,056	0,45	607
123	200	23,55	0,056	0,45	119
131	200	65,74	0,056	0,45	331
136	300	7,93	0,056	0,45	60
201	200	403	0,056	0,45	2031
204	200	135,53	0,056	0,45	683
225	300	13,08	0,056	0,45	99
240	300	32,58	0,056	0,45	246
241	200	14,87	0,056	0,45	75
ЖК 3-5	200	25,9	0,056	0,45	131
ЖК 3-5	200	38,39	0,056	0,45	193

2.4.3 Надходження теплоти від сонячної радіації

Даний вид теплонадходжень изначається за рівнянням:

$$Q_{с.р.} = F_{пр} \cdot q_{ср}^{пр} \cdot \beta + F_{пер} \cdot q_{ср}^{пер}, \quad (2.6)$$

де $F_{пр}, F_{пер}$ - площа відповідно світлопрозорих прорізів та перекриття, м²;

$q_{ср}^{пр}, q_{ср}^{пер}$ - питомі теплонадходження від сонячної радіації відповідно через світлопрозорі прорізи та перекриття, Вт/м²,

β – коефіцієнт, який враховує забруднення скління.

Розрахунок виконується в табличній формі. Для приміщень, які знаходяться на першому та середньому поверхах враховуються тільки теплонадходження через вікна, а для приміщень розміщених на останніх поверхах (2-ому та 5-ому) - теплонадходження через обидва джерела.

Результати розрахунків наведені в таблицях 2.5 – 2.7.

Таблиця 2.5 – Розрахунок теплонадходжень через світлопрорізи прорізи

№ приміщення	q _{пр} , Вт/м ²				F _{пр1} , м ²	F _{пр2} , м ²	β	Q _{пр} , Вт
	Пд	ПН	Зс	Сх				
103	186		186		14,3	20	0,8	5104
117				186	2,55		0,8	379
115			186		7,48		0,8	1113
122				186	11,22		0,8	1670
123			186		3,74		0,8	557
131				186	11,22		0,8	1670
136		92			1,8		0,8	132
201	186		186		20	14,3	0,8	5104
204				186	7,2		0,8	1071
225			186		3,74		0,8	557
240			186		7,48		0,8	1113
241		186			4,2		0,8	625
ЖК 310,312,314,316,318,320,323,410, 412,414,416,418,420,423,510, 512,514,516,518,520,523			186		3,74		0,8	557
ЖК 325,327,329,331,334,335,425, 427,429,431,434,435,525,527, 529,531,534,535				186	3,74		0,8	557

Таблиця 2.6 – Розрахунок теплонадходжень через перекриття

№ приміщення	q _{пер} , Вт/м ²	F, м ²	Q _{пер} , Вт
201	17	403	6851
204	17	135,53	2304
225	17	13,08	222
240	17	32,58	554
241	17	14,87	253
ЖК 510,512,514,516,518,520,523	17	25,9	440
ЖК 525,527,529,531,534,535	17	38,39	653

Таблиця 2.7 – Розрахунок сумарних теплонадходжень від сонячної радіації

№ приміщення	Q _{пр} , Вт	Q _{пер} , Вт	ΣQ, Вт
103	5104		5104
117	379		379
115	1113		1113
122	1670		1670
123	557		557

131	1670		1670
136	132		132
201	5104	6851	11955
204	1071	2304	3375
225	557	222	779
240	1113	554	1667
241	625	253	878
ЖК 310,312,314,316,318,320,323,410, 412,414,416,418,420,423	557		557
ЖК 510,512,514,516,518,520,524	557	440	997
ЖК 325,327,329,331,334,335,425, 427,429,431,434,435	557		557
ЖК 525,527,529,531,534,536	557	653	1210

2.4.4 Надходження теплоти від персональних комп'ютерів та телевізорів

Розрахунок виконується за рівнянням:

$$Q_{ПК+ТВ} = N_{ПК} \cdot q_{ПК} + N_{ТВ} \cdot q_{ТВ}, \quad (2.7)$$

де $N_{ПК}, N_{ТВ}$ – відповідно кількість персональних комп'ютерів та телевізорів в приміщенні, шт;

$q_{ПК}, q_{ТВ}$ - теплонадходження від 1 персонального комп'ютера та 1 телевізора відповідно, Вт/шт.

Для розрахунку приймається 190 Вт виділення теплоти на один комп'ютер та 150 Вт на один телевізор.

Результати розрахунку представлені в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 - Надходження теплоти від персональних комп'ютерів та телевізорів

№ прим	$N_{ПК}$, шт	$q_{ПК}$, Вт/шт	$N_{ТВ}$, шт	$q_{ТВ}$, Вт/шт	$Q_{ПК+ТВ}$, Вт
103			3	150	450
116	2	190			380
117	2	190			380
115			2	150	300
122			2	150	300
123	1	190	1	150	340
131			2	150	300

136	1	190			190
201			3	150	450
204			3	150	450
225	1	190			190
240	1	190	1	150	340
241	1	190	1	150	340
ЖК 3-5			1	150	150

2.4.5 Розрахунок загальних теплонадходжень

Розрахунок загальних надходжень теплоти, Вт, для приміщень закладу в теплий період року визначаються за рівнянням:

$$Q_{над}^T = Q_{л}^T + 0,5 \cdot Q_{осв} + Q_{с.р.} + Q_{ПК+ТВ} \quad (2.8)$$

Результати розрахунків наведені в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Визначення загальних теплонадходжень

№ прим.	Q _л , Вт	Q _{осв} , Вт	Q _{с.р.} , Вт	Q _{ПК+ТВ} , Вт	ΣQ, Вт
103	6022	1901	5104	450	12527
116	186	59		380	596
117	186	72	379	380	981
115	1721	682	1113	300	3475
122	2581	607	1670	300	4855
123	186	119	557	340	1143
131	3349	331	1670	300	5485
136	93	60	132	190	445
201	6882	2031	11955	450	20303
204	3441	683	3375	450	7608
225	93	99	779	190	1112
240	474	246	1667	340	2604
241	186	75	878	340	1442
ЖК 310,312,314,316,318,320,323,410, 412,414,416,418,420,423	172	131	557	150	945
ЖК 510,512,514,516,518,520,524	172	131	997	150	1385
ЖК 325,327,329,331,334,335,425, 427,429,431,434,435	172	193	557	150	976
ЖК 525,527,529,531,534,536	172	193	1210	150	1629

2.5 Розробка системи кондиціонування

2.5.1 Характеристика системи кондиціонування

Система кондиціонування на об'єкті, який розглядається, реалізована двома способами: для обідніх залів ресторану охолодження повітря влітку відбувається за рахунок роботи систем припливно – витяжної вентиляції (ПВ), а для приміщень вестибюлю 1-го та 2-го поверхів, конференцзали, фітнес – залу, кабінетів, котельних номерів на 3, 4 та 5-ому поверхах - за рахунок роботи системи типу «чилер – фанкойл».

Передбачається установка фанкойлів каналного типу виробництва «WITO». Вони будуть асимілювати надлишки теплоти і тим самим підтримувати температуру повітря в приміщеннях на комфортному рівні. В якості джерела холоду в системі «чилер-фанкойл» виступає чилер виробництва «DAIKIN». Його розміщення передбачено на покрівлі будівлі. Холодоносієм в системі виступає вода з параметрами 7-12°C. Циркуляцію холодоносія забезпечує насосна станція. Трубопроводи системи холодопостачання прокладаються в конструкції підвісної стелі.

2.5.2 Підбір фанкойлів

Підбір типорозміру та відповідної кількості фанкойлів здійснюється у відповідності до холодинної потужності приміщення (загальної кількості теплонадходжень, які необхідно асимілювати) [18].

Результати підбору наведені в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Вибір кількості та типу фанкойлів

№ приміщення	ΣQ , кВт	Модель	Холодопродуктивність, кВт	N, шт	Загальна холодопродуктивність, кВт
103	12,527	CUBE Line 05-2T	5,0	3	15
115	3,475	CUBE Line 04-2T	3,7	1	3,7
116	0,596	CUBE Line 04-2T	3,7	1	3,7
117	0,981	CUBE Line 04-2T	3,7	1	3,7

122	4,855	CUBE Line 04-2T	3,7	2	7,4
123	1,143	CUBE Line 04-2T	3,7	1	3,7
131	5,485	CUBE Line 04-2T	3,7	2	7,4
136	0,445	CUBE Line 04-2T	3,7	1	3,7
201	20,303	CUBE Line 08-2T	7,1	3	21,3
204	7,608	CUBE Line 10-2T	9,1	1	9,1
225	1,112	CUBE Line 04-2T	3,7	1	3,7
240	2,604	CUBE Line 04-2T	3,7	1	3,7
241	1,442	CUBE Line 04-2T	3,7	1	3,7
ЖК 310,312,314,316, 318,320, 323,410,412, 414,416, 418,420,423	0,945	CUBE Line 04-2T	3,7	1	3,7
ЖК 510,512,514, 516,518,520,524	1,385	CUBE Line 04-2T	3,7	1	3,7
ЖК 25,327,329,331, 334,335,425, 427,429,431,434,435	0,976	CUBE Line 04-2T	3,7	1	3,7
ЖК 525,527,529, 531,534,536	1,629	CUBE Line 04-2T	3,7	1	3,7
ІТОГО					104,6

2.5.3 Підбір чилера

Джерелом холоду в запроектованій системі теплопостачання виступає чилер. Підбір даного обладнання здійснюється по сумарній холодильній потужності з урахуванням 10% збільшення. Таким чином, для підбору враховується потужність 115,06 кВт. В результаті до установки приймається чилер виробництва DAIKIN EWAQ130DAYNN-HU [19].

2.5.4 Гідравлічний розрахунок системи холодопостачання

Гідравлічний розрахунок системи холодопостачання виконаний в програмному комплексі «Кан С.О.».

Результати розрахунку наведені в Додатку А.

2.6 Розрахунок повітрообміну за нормативною кратністю

Величина повітрообміну за кратністю визначається за формулою:

$$L = k \cdot Vn, \quad (2.9)$$

де k - кратність повітрообміну, год⁻¹ [20,21];

Vn – об'єм приміщення, м³.

Розрахунок повітрообміну за кратністю зводиться в таблицю 2.11.

Таблиця 2.11 – Розрахунок повітрообміну за нормативною кратністю

№ прим..	Найменування приміщення	Vп, м ³	Кратність повітрообміну, год ⁻¹		Витрата повітря, м ³ /год	
			К _п	К _в	L _п	L _в
1	2	3	4	5	6	7
Перший поверх						
105	Бар	108	10	10	1080	1080
106	Комора бару	26	-	1	-	30
107	Санвузол жіночий	32	-	100м ³ /г на од. 25м ³ /г на 1 умивальник	-	250
108	Санвузол чоловічий	33	-	100м ³ /г на од. 25м ³ /г на 1 умивальник	-	300
113	Сервізна	45	3	4	140	180
115	Вестибюль готелю	379	2	-	760	-
116	Кімната рецепції	40	3	120	3	120
117	Приміщення охорони	33	1,8	1,8	60	60
118	Бар	37	-	20,5	-	760
119	Підсобне приміщення бару	22	-	2	-	40
124	Підсобне приміщення	29	-	2	-	60
125	Хол	87	2	-	170	-
132	Роздягальня чоловіча	48	Для балансу	-	250	-
133	Санвузол з душовими	20	-	50м ³ /г на од. 25м ³ /г на 1 умивальник	-	250
134	Роздягальня жіноча	45	Для балансу	-	250	-
135	Санвузол з душовими	20	-	100м ³ /г на од. 25м ³ /г на 1 умивальник	-	250

137	Санвузол жіночий	24	-	100м³/г на од. 25м³/г на 1 умивальник	-	250
138	Санвузол чоловічий	23	-	100м³/г на од. 25м³/г на 1 умивальник	-	250
139	Приміщення інвентарю	16	-	50м³/г на од. 25м³/г на 1 умивальник	-	75
142	Серверна	12	-	2	-	20
Другий поверх						
204	Вестибюль	461	2	-	920	-
205	Сходова клітка	-	-	-	-	-
206	Санвузол жіночий	36	-	100м³/г на од. 25м³/г на 1 умивальник	-	250
207	Санвузол чоловічий	36	-	100м³/г на од. 25м³/г на 1 умивальник	-	300
209	Технічне приміщення	21	2	-	50	-
211	Гардероб персоналу	40	Для балансу	-	225	-
212	Санвузол з душовими	21	-	50м³/г на од. 25м³/г на 1 умивальник	-	225
213	Гардероб персоналу	57	Для балансу	-	225	-
214	Санвузол з душовими	21	-	50м³/г на од. 25м³/г на 1 умивальник	-	225
215	Коридор	269	Для балансу	-	1500	-
220	Овочевий цех	42	3	4	130	170
221	Комора напівфабрикатів	44	-	1	-	40
222	Цех приготування холодних блюд	165	3	4	500	660
223	Комора сипучих продуктів	36	-	1	-	40
224	Мийна кухонного посуду	36	4	6	140	220
227а	Яйцемойка	14	3	5	40	70
227б	Яйцебитка	11	3	5	30	60
228	М'ясний цех	79	3	4	240	320
230	Сервірувальна	105	3	4	320	420
232	Коридор	123	Для балансу	-	300	-
233	Мийна столового посуду	98	4	6	390	590
234	Приміщення чистого посуду	108	-	1	-	110
236	Комора бару	33	-	1	-	30
238	Приміщення інвентарю	13	-	1	-	10
Третій, четвертий та п'ятий поверх						

501	Хол	65	2	3	130	200
505	Тех. приміщення	23	2	-	40	-
508	Приміщення інвентарю	71	-	50м³/г на од. 25м³/г на 1 умивальник	-	75
509	Технічне приміщення	25	-	2	-	50

2.7 Визначення мінімального повітрообміну по кількості людей і площі приміщення

Розрахунок виконується за рівнянням:

$$L = n \cdot q_p + S \cdot q_v, \quad (2.10)$$

де n – проектна кількість людей у приміщенні;

q_p – питома витрата зовнішнього повітря на 1 людину, $\text{дм}^3/(\text{с} \cdot \text{людину})$;

S – площа приміщення, м^2 ;

q_v – питома витрата зовнішнього повітря на розбавлення будівельних забруднень, $\text{дм}^3/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$ [15].

Розрахунок виконується у вигляді таблиці 2.12.

Таблиця 2.12 - Розрахунок мінімального повітрообміну по кількості людей і площі приміщення

№ прим	Найменування приміщення	Кількість людей	Q_p , $\text{дм}^3/(\text{с} \cdot \text{людину})$	Площа, м^2	Q_v , $\text{дм}^3/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$	Повітрообмін, $\text{дм}^3/\text{с}$	Повітрообмін, $\text{м}^3/\text{год}$	Прийнятий повітрообмін, $\text{м}^3/\text{год}$
122	Зал для проведення конференцій	35	7	80,28	0,7	301,20	1087,35	1080
123	Кабінет	7	7	23,55	0,7	65,49	236,41	240
131	Фітнес зал	25	7	65,74	1,4	267,04	964,03	960
136	Кабінет інструктора	1	7	7,93	0,7	12,55	45,31	60
225	Кабінет шеф - кухаря	1	7	13,08	0,7	16,16	58,32	60
240	Кабінет	7	7	32,58	0,7	71,81	259,23	360
241	Кабінет	2	7	14,87	0,7	24,41	88,12	120

506	Кімната персоналу	2	7	10,02	0,7	21,01	75,86	120
510	Житлова кімната	2	7	25,9	0,7	32,13	115,99	120
512	Житлова кімната	2	7	24,45	0,7	31,12	112,33	120
514	Житлова кімната	2	7	24,45	0,7	31,12	112,33	120
516	Житлова кімната	2	7	24,56	0,7	31,19	112,61	120
518	Житлова кімната	2	7	23,55	0,7	30,49	110,05	120
520	Житлова кімната	2	7	23,55	0,7	30,49	110,05	120
523	Житлова кімната	1	7	38,39	0,7	33,87	122,29	120
525	Житлова кімната	2	7	22,99	0,7	30,09	108,64	120
527	Житлова кімната	2	7	23,55	0,7	30,49	110,05	120
529	Житлова кімната	2	7	24,56	0,7	31,19	112,61	120
531	Житлова кімната	1	7	24,45	0,7	24,12	87,06	100
534	Житлова кімната	1	7	19,67	0,7	20,77	74,98	100
535	Житлова кімната	1	7	19,81	0,7	20,87	75,33	100

2.8 Розрахунок теплонадходжень для холодного періоду року для приміщення 103 (обідня зала ресторану)

2.8.1 Надходження теплоти від людей

Повне надходження теплоти від людей визначається, Q_l Вт, за формулою:

$$Q_l = q_{ч} \cdot n_{ч} + q_{жс} \cdot n_{жс} \quad (2.11)$$

де $q_{п}$ – повне тепловиділення від одного чоловіка, жінки або дитини, Вт/люд;

$$q_{ж} = 0,85 \cdot q_{ч} \quad (2.12)$$

n – кількість чоловіків і жінок, люд.

Повне виділення теплоти $q_{\text{п}}$ визначається за [17] у залежності від віку людей у приміщенні, температури в робочій зоні приміщення.

Категорія робіт – легка.

Для холодного періоду:

$$t_{\text{wz}}^X = 20 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$q_{\text{ч}}^X = 116 \text{ Вт/люд};$$

$$Q_{\text{л}}^X = 116 \cdot 35 + 0,85 \cdot 116 \cdot 35 = 7511 \text{ Вт}$$

2.8.2 Загальні надходження теплоти

Розрахунок загальних надходжень теплоти, Вт, в холодний період року здійснюється за рівнянням:

$$Q_{\text{над}}^X = Q_{\text{л}}^X + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{тех}} \quad (2.13)$$

$$Q_{\text{над}}^X = 7511 + 1900 + 450 = 9861 \text{ Вт};$$

2.9 Розрахунок надходження вологи від людей

Кількість вологи від людей, $W_{\text{вл}}$, яка надходить в приміщення, визначається за формулою, г/год:

$$G_{\text{вл}} = g_{\text{м}} \cdot n_{\text{м}} + g_{\text{ж}} \cdot n_{\text{ж}} \quad (2.14)$$

де n – кількість чоловіків і жінок, що виконують роботу даної категорії;

$g_{\text{ч}}$, $g_{\text{ж}}$, – питоме виділення вологи від одного чоловіка або жінки, г/год; приймається за [17] у залежності від категорії робіт та температури в робочій зоні приміщення.

Категорія робіт – легка.

Для теплого періоду:

$$t_{\text{wz}}^T = 24 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$q_{\text{ч}}^T = 115 \text{ г/год};$$

$$q_{\text{ж}}^T = 0,85 \cdot 115 = 98 \text{ г/год};$$

Для холодного періоду:

$$t_{wz}^X = 20 \text{ C};$$

$$q_{ч}^X = 75 \text{ г/год};$$

$$q_{ж}^X = 0,85 \cdot 75 = 64 \text{ г/год};$$

- для теплого періоду року:

$$G_{л}^T = 35 \cdot 115 + 35 \cdot 98 = 7455 \text{ г/год};$$

- холодного періоду року:

$$G_{л}^X = 35 \cdot 75 + 35 \cdot 64 = 4865 \text{ г/год};$$

2.10 Надходження діоксиду вуглецю від людей

Надходження вуглекислого газу від людей, G_{CO_2} , залежить від категорії важкості робіт, які виконуються, і визначається за формулою, г/год:

$$G_{CO_2} = g_{CO_2M} \cdot n_M + g_{CO_2Ж} \cdot n_{Ж} \quad (2.15)$$

де $n_{л}$ – кількість чоловіків і жінок, що знаходяться в приміщенні, люд;

g_{CO_2} – питома виділення CO_2 одним чоловіком або жінкою, визначається за [17].

Значення кількості вуглекислого газу визначається однаково для всіх періодів року.

$$q_{ч} = 25 \text{ г/год};$$

$$q_{ж} = 0,85 \cdot 25 = 21,3 \text{ г/год};$$

$$G_{CO_2} = 35 \cdot 25 + 35 \cdot 21,3 = 1620 \text{ г/год};$$

Результати розрахунків зводяться в таблицю 2.13.

Таблиця 2.13 – Шкідливості, які поступають в приміщення

Найменування приміщення	Період року	Надлишки тепла, $Q_{над}$, Вт	Надлишки вологи, $G_{вл}$, г/год	Кількість CO_2 , г/год
Обідня зала	Теплий	12 527	7455	1620

ресторану (103)	Холодний	9861		
--------------------	----------	------	--	--

2.11 Розрахунок повітрообміну за надлишками теплоти і вологи

Повітрообміном називають кількість вентиляційного повітря, необхідного для забезпечення санітарно-гігієнічного рівня повітряного середовища приміщення та одночасно задовольняючі технологічним вимогам устаткування в приміщенні.

Для приміщень суспільних будівель з постійним перебуванням великої кількості людей і розсередженим виділенням шкідливостей, повітрообмін розраховується для всіх що надходять у приміщення шкідливостей, для кожного періоду року окремо.

Як розрахунковий повітрообмін для подальшого проектування приймається максимальний повітрообмін з отриманих.

Розрахунок повітрообміну в теплий період року

1. За параметрах зовнішнього повітря $t_{Ext}^T = 27\text{ }^\circ\text{C}$ і $I_{Ext}^T = 54,7\text{ кДж/кг}$ на Id-діаграмі вологого повітря будується точка Ext, що характеризує стан зовнішнього повітря.
2. Визначається значення кутового коефіцієнта проміню процесу, ε^T , кДж/кг :

$$\varepsilon^T = \frac{3600 \cdot Q_{над}^T}{G^T}, \quad (2.16)$$

де $Q_{над}^T$ - загальне надходження теплоти в теплий період, Вт;

G^T - виділення вологи в теплий період, кг/год.

$$\varepsilon^T = \frac{3600 \cdot 12527}{7455} = 6049\text{ кДж/кг}$$

3. Так як охолодження припливного повітря відбувається в поверхневому теплообміннику без адіабатичного зволоження, то положення т. In знаходиться на перетині $d_{ext}=10,9$ г/кг с.п. з ізотермою $t_{in}=22^{\circ}\text{C}$.
4. Через т. In проводиться лінія променя процесу. На її перетинанні з ізотермами $t_{wz}=24^{\circ}\text{C}$ та $t_f=25,2^{\circ}\text{C}$ знаходиться положення точок Wz та L відповідно.
5. Витрата припливного повітря за надлишками теплоти, G_{np}^T , кг/год, визначається за рівнянням:

$$G_{np}^T = \frac{3,6 \cdot Q_{над}^T}{I_L^T - I_{In}^T}, \quad (2.17)$$

де I_L^T , I_{Ext}^T - значення ентальпії відповідно в крапках L і Ext, кДж/кг.

$$I_L^T = 53,1 \text{ кДж/кг};$$

$$I_{Ext}^T = 49,8 \text{ кДж/кг};$$

$$G_{np}^T = \frac{3,6 \cdot 12527}{53,1 - 49,5} = 13665 \text{ кг} / \text{год}.$$

$$G_{np}^T = \frac{13665}{1,2} = 11340 \text{ м}^3 / \text{год}$$

6. Витрата припливного повітря за надлишками вологи, G_{np}^T , кг/год, визначається за рівнянням:

$$G_{np}^T = \frac{G_{над}^T}{d_L^T - d_{In}^T}, \quad (2.18)$$

де d_L^T , d_{In}^T - значення вологовмісту відповідно в точках L та In, г/кг_{с.п.}.

$$d_L^T = 11,7 \text{ г/кг}_{св};$$

$$d_{Ext}^T = 11,1 \text{ г/кг}_{св};$$

$$G_{np}^T = \frac{7455}{10,9 - 11,7} = 9318 \text{ кг} / \text{год}.$$

$$G_{np}^T = \frac{9318}{1,2} = 7765 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Розрахунок повітрообміну в холодний період року

1. За значенням температури t_{Ext}^X та ентальпії I_{Ext}^X зовнішнього повітря знаходиться положення т. Ext.
2. Процес підігрівання припливного повітря відбувається спочатку в рекуператорі, а потім в калорифері до температури припливного повітря.
3. З т. Ext проводиться лінія $d_{ext}=0,6$ г/кг с.п. На її перетинанні з ізотермою $t_{in}=18^\circ\text{C}$ знаходиться положення т. In.
4. Визначаємо значення кутового коефіцієнта проміну процесу, ε^x , кДж/кг:

$$\varepsilon^x = \frac{3600 \cdot Q_{над}^X}{G^X} \quad (2.19)$$

де $Q_{над}^X$ - загальне тепло надходження в холодний період, Вт;

G^X - вологовиділення в холодний період, кг/год.

$$\varepsilon^x = \frac{3600 \cdot 9861}{7455} = 4761 \text{ кДж/кг}.$$

5. Через т. In проводиться лінія, паралельна лінії променю процесу. На її перетинанні з ізотермами $t_{wz}=20^\circ\text{C}$ та $t_l=20,6^\circ\text{C}$ знаходиться положення точок Wz та L, які характеризують відповідно параметри повітря в робочій зоні приміщення та параметри видаляемого повітря.
6. Повітрообмін за надлишками теплоти визначається за рівнянням:

$$G_{np}^X = \frac{3,6 \cdot Q_{над}^X}{I_L^X - I_{in}^X}, \quad (2.20)$$

$$G_{np}^X = \frac{3,6 \cdot 9861}{25 - 19,5} = 6454 \text{ кг / год}$$

$$G_{np}^X = \frac{6454}{1,2} = 5380 \text{ м}^3 / \text{год}$$

7. Витрата припливного повітря за надлишками вологи, G_{np}^T , кг/год, визначається за рівнянням:

$$G_{np}^X = \frac{G_{над}^X}{d_L^X - d_{in}^X}, \quad (2.21)$$

$$G_{np}^X = \frac{7455}{1,8 - 0,5} = 5734 \text{ кг} / \text{год}$$

$$G_{np}^X = \frac{5734}{1,2} = 4780 \text{ кг} / \text{год}$$

В якості розрахункової величин повітрообміну в теплий період року приймається $G_{np}^T = 11340 \text{ м}^3 / \text{год}$

2.12 Схема організації повітрообміну в приміщеннях комплексу відпочинку

У всіх приміщеннях прийнятий повітрообмін достатній для асиміляції надлишків теплоти. Прийняті системи забезпечують подавання припливного повітря на 1 людини не менше необхідного у відповідності до санітарних норм в залежності від призначення приміщення та його об'єму.

З метою організації повітрообміну в приміщеннях закладу передбачена загальнообмінна припливно – витяжна система вентиляції з механічним спонуканням руху повітря. Всього запроектовано 2 припливно – витяжні системи ПВ1 та ПВ2, 11 припливних та 24 витяжних.

Системи ПВ1 та ПВ2 забезпечують подавання і видалення повітря з приміщень обідніх задів ресторану на 1-ому та 2-ому поверхах. В припливно – витяжних установках відбувається повна підготовка повітря в теплий і холодний період року: очищення, підігрівання (взимку) та охолодження (влітку). Установки обладнані пластинчастими рекуператорами для зниження навантаження на водяний калорифер.

Припливні системи П1-П3 здійснюють подавання свіжого повітря в готельні номери 3,4 та 5 поверхів, а витяжні системи В1-В3 видаляють з них забруднене.

Окремі припливні і витяжні системи обслуговують приміщення кухні, кабінети, вестибюлі.

Характеристики систем наведені на графічній частині проекту.

2.13 Розрахунок повітророзподілення для приміщення обідньої зали ресторану (103)

Розрахунок виконується у відповідності до методики, наведеної в [22].
Приймається схема розподілу припливного повітря №5, рис. 8.1.

1. Визначається необхідна площа живого перетину повітророзподільників, m^2 , по формулі:

$$F_H = \frac{L}{3600 \cdot v_{np}} \quad (2.22)$$

де L – витрата припливного повітря, $m^3/год$;

v_{np} – прийнята швидкість, $v_{np}=2,5 m/c$;

$$F_H = \frac{11340}{3600 \cdot 2,5} = 1,27 m^2$$

2. До установки приймаються повітророзподільники DSQ375x375 Madel [23] з площею живого перетину $f_0=0,694 m^2$.
3. Визначається кількість повітророзподільників, шт:

$$n = \frac{F_H}{f_0} \quad (2.23)$$

$$n = \frac{1,27}{0,694} = 18 \text{штук}$$

4. Визначається фактична швидкість повітря на виході з повітророзподільника, m/c :

$$v_0 = \frac{L}{3600 \cdot F_0 \cdot n} \quad (2.24)$$

де n - кількість повітророзподільників, шт.

$$v_0 = \frac{11340}{3600 \cdot 0,694 \cdot 18} = 2,54 m/c$$

5. Для можливості використання обраних повітророзподільників необхідно виконання наступних умов:

$$a) \quad v_x \leq k \cdot \sqrt{v_{wz}} \quad (2.25)$$

де v_x – дійсна швидкість руху повітря в робочій зоні, м/с;

v_{wz} – нормована швидкість у робочій зоні, м/с;

k - коефіцієнт переходу від нормованої до максимальної швидкості в робочій зоні, $k=1,4$

$$б) \quad \Delta t_x \leq \Delta t_{don} \quad (2.26)$$

де Δt_x – дійсне відхилення температури в припливному струмені від нормованої температури повітря в робочій зоні, °С;

Δt_{don} – припустиме відхилення температури в припливному струмені від нормованої температури повітря в робочій зоні, °С, $\Delta t_{don}=2$ °С.

$$в) \quad x_{відриву} \geq 0,75 \cdot l; \quad (2.27)$$

де $x_{відриву}$ – відстань від повітророзподільника до точки відриву струменя від стелі, м;

l – радіус обслуговування повітророзподільника, м.

З таблиці 8.2 [22] обираються розрахункові формули.

а) Розраховується швидкість повітря в робочій зоні по формулі, м/с:

$$v_x = \frac{v_0 \cdot m_2 \cdot K_e \sqrt{F_0}}{x_n + l} \quad (2.28)$$

$$v_x = \frac{2,54 \cdot 1,4 \cdot 1,21 \cdot \sqrt{0,0694}}{1,3 + 2,5} = 0,3 \text{ м/с}$$

$$k \cdot \sqrt{v_{p.z.}} = 1,4 \cdot \sqrt{0,18} = 0,6$$

$$0,3 < 0,6$$

Умова а) виконується.

б) Розраховується відхилення температури в припливному струмені від нормованої температури повітря в робочій зоні по формулі, °С

$$\Delta t_x = \Delta t_0 \frac{n_2 \cdot \sqrt{F_6}}{(x_n + l) \cdot K_c} \quad (2.29)$$

де Δt_0 – перепад температур; приймається 2°C ;

n_2 – коефіцієнт загасання, визначається з табл. 8.1;

K_c – поправочний коефіцієнт, $K_c=1,21$

$$\Delta t_x = 2 \cdot \frac{1,05 \cdot \sqrt{0,0694}}{(1,3 + 2,5) \cdot 1,21} = 0,12^\circ\text{C}$$

$0,12 < 2$

Умова б) виконується.

в) Визначається відстань від повітророзподільника до точки відриву струменя,

м:

$$x_{\text{відриву}} = 0,62 \sqrt{\frac{m_2^2 \cdot F_0}{n_2 \cdot Ar_{0,1}}} \quad (2.30)$$

де n_2 – коефіцієнти загасання різниці температур у струмені.

«Плинний критерій Архімеда» визначається для віялових струменів по формулі:

$$Ar_{0,1} = 11,1 \frac{\Delta t_o \cdot \sqrt{F_o}}{V_o^2 \cdot T_{\text{окр}}} \quad (2.25)$$

$$Ar_{0,1} = 11,1 \frac{2 \cdot \sqrt{0,0694}}{2,19^2 \cdot (273 + 24)} = 0,0041;$$

$$x_{\text{відриву}} = 0,62 \sqrt{\frac{1,4^2 \cdot 0,0694}{1,05 \cdot 0,0041}} = 3,48 \text{ м};$$

$$0,751 = 0,75 \cdot 2,5 = 1,88 \text{ м}$$

$$3,48 > 1,88$$

Умова в) виконується.

Виконання всіх 3-х умов дає право застосувати повітророзподільники DSQ375x375 Madel в кількості 18 штук для приміщення обідньої зали ресторану (103).

2.14 Аеродинамічний розрахунок системи ПВ1

Метою аеродинамічного розрахунку є визначення розмірів повітропроводів і втрат тиску на ділянках системи вентиляції в цілому.

Методика розрахунку:

а) необхідна площа перетину розрахункової ділянки повітропроводу визначається за формулою, м²:

$$F_{op} = \frac{L}{3600v_{max}} \quad (2.26)$$

де, L - витрата повітря на ділянці, м³/год.

V_{max} – максимально допустима швидкість на ділянці, м/с:

– у магістралях $V_{max}=5\text{м/с}$;

– у відгалуженнях $V_{max}=3\text{м/с}$.

Розміри перетину повітропроводу підбираються так, щоб площа перетину була більше або дорівнювала F_{op} .

б) фактична швидкість руху повітря на ділянках повітропроводу визначається за формулою, м/с:

$$v = \frac{L}{3600 \cdot a \cdot b} \quad (2.27)$$

в) еквівалентний діаметр для повітропроводу прямокутного перерізу визначається, мм:

$$d_{\text{екв.}} = \frac{2ab}{a+b} \quad (2.28)$$

г) втрати тиску на тертя на ділянці визначаються за формулою, Па:

$$\Delta P_{tp} = Rl \quad (2.29)$$

де R – питома витрата тиску на тертя, Па/м;

n – коефіцієнт, що враховує шорсткість стінок повітропроводу;

l – довжина ділянки, м.

д) втрати тиску на місцеві опори визначається за формулою, Па:

$$\Delta P_{m.c.} = Z = \sum \zeta \cdot P_0 \quad (2.30)$$

$\sum \xi$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів на даній ділянці, зводяться у таблицю 2.4 та 2.5.

P_0 – динамічний тиск, Па;

е) втрати тиску на ділянці визначаються за формулою:

$$\Delta P_0 = \Delta P_{тр} + \Delta P_{м.с.} = R \ln + \sum \xi \cdot P_0 \quad (2.31)$$

Після розрахунку кожного з відгалужень здійснюється їх ув'язування з відповідними паралельними ділянками магістрального напрямку.

Розрахунок зводено в таблицю 2.14.

Таблиця 2.14 - Визначення коефіцієнтів місцевих опорів для припливної частини

№ ділянки	Тип місцевого опору	Кількість	ξ	$\Sigma \xi$
1-2	Решітка	1	2,2	2,5
	Перехід	1	0,1	
	Трійник на прохід	1	0,2	
2-3	Перехід	1	0,1	0,3
	Трійник на прохід	1	0,2	
3-4	Відвід 90 ⁰	1	1,12	1,52
	Перехід	1	0,15	
	Трійник на прохід	1	0,25	
4-5	Трійник на прохід	1	0,3	0,3
5-6	Перехід	1	0,15	0,35
	Трійник на прохід	1	0,2	
6-7	Перехід	1	0,16	0,37
	Трійник на прохід	1	0,21	
7-8	Відвід 90 ⁰	1	1,25	1,53
	Трійник на прохід	1	0,28	
8-9	Відвід 90 ⁰	3	1,2	3,95
	Трійник на прохід	1	0,2	
	Перехід	1	0,15	
9-10	Трійник на прохід	1	0,3	0,5
	Перехід	1	0,2	
10-11	Перехід	1	0,3	0,3
11-12	Перехід	1	0,3	1,4
	Вихід в атмосферу	1	1,1	

Таблиця 2.15 - Визначення коефіцієнтів місцевих опорів для витяжної частини

№ ділянки	Тип місцевого опору	Кількість	ξ	$\Sigma\xi$
1	2	3	4	5
1-2	Решітка	1	2,2	3,8
	Перехід	1	0,1	
	Трійник на поворот	1	1,5	
2-3	Перехід	1	0,1	1,4
	Відвід 90 ⁰	1	1,1	
	Трійник на прохід	1	0,2	
3-4	Перехід	1	0,1	0,3
	Трійник на прохід	1	0,2	
4-5	Трійник на прохід	1	0,22	0,22
5-6	Перехід	1	0,11	0,33
	Трійник на прохід	1	0,22	
6-7	Перехід	1	0,11	1,55
	Відвід 90 ⁰	1	1,2	
	Трійник на прохід	1	0,24	
7-8	Трійник на прохід	1	0,25	0,25
8-9	Перехід	1	0,15	1,6
	Відвід 90 ⁰	1	1,2	
	Трійник на прохід	1	0,25	
9-10	Відвід 90 ⁰	2	1,21	1,62
	Перехід	1	0,15	
	Трійник на прохід	1	0,26	
10-11	Відвід 90 ⁰	1	1,23	1,5
	Трійник на прохід	1	0,26	
11-12	Відвід 90 ⁰	1	1,23	1,38
	Перехід	1	0,15	
12-13	Перехід	1	0,15	11,7
	Відвід 90 ⁰	6	1,23	
	Відвід 45 ⁰	4	0,75	
	Вихід в атмосферу	1	1,2	

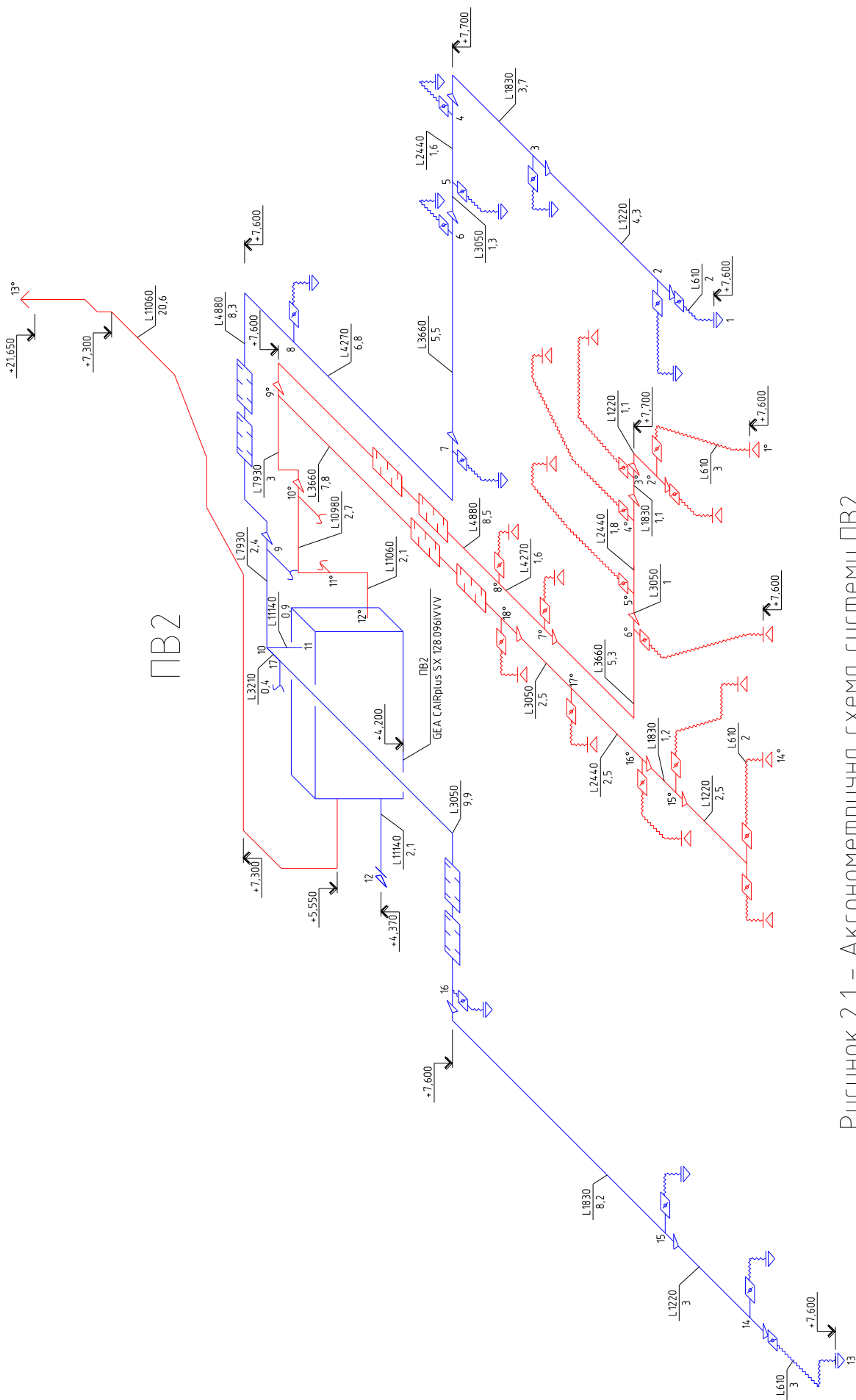


Рисунок 2.1 – Аксонометрична схема системи PB2

Таблиця 2.16 – Аеродинамічний розрахунок системи ПВ2

№	L, м³/год	l, м	Розміри, мм			V, м/с	R, Па/м	n	Rl, Па	P _д , Па	Σξ	z, Па	Rln+ z, Па	Σ(Rl n+z), Па
			a	b	d _{ек}									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Приплив														
1=2	610	2	250	250	250	2,7	0,45	1,28	0,9	4,37	2,5	10,9	11,8	23,6
2=3	1220	4,3	300	300	300	3,8	0,74	1,31	3,18	8,66	0,3	2,6	5,78	29,38
3=4	1830	3,7	400	300	342,9	4,2	0,79	1,3	2,92	10,58	1,52	16,1	19,02	48,4
4=5	2440	1,6	500	400	444,4	3,4	0,4	1,31	0,64	6,94	0,3	2,1	2,74	51,14
5=6	3050	1,3	500	400	444,4	4,2	0,61	1,31	0,79	10,58	0,35	3,7	4,49	55,63
6=7	3660	5,5	600	400	480	4,2	0,56	1,31	3,08	10,58	0,37	3,9	6,98	62,61
7=8	4270	6,8	750	400	521,7	4	0,47	1,31	3,2	9,6	1,53	14,7	17,9	80,51
8=9	4880	8,3	750	400	521,7	4,5	0,59	1,34	4,9	12,15	3,95	48	52,9	133,41
9=10	7930	2,4	900	600	720	4,1	0,36	1,36	0,86	10,09	0,5	5	5,86	139,27
10=11	11140	0,9	900	700	787,5	4,9	0,47	1,37	0,42	14,41	0,3	4,3	4,72	143,99
11=12	11140	2,1	1200	700	884,2	3,7	0,24	1,4	0,5	8,21	1,4	11,5	12	155,99
														Σ 276 Па
Витяжка														
1=2	610	3	250	250	250	2,7	0,45	1,28	1,35	4,37	3,8	16,6	17,95	35,9
2=3	1220	1,1	300	300	300	3,8	0,74	1,31	0,81	8,66	1,4	12,1	12,91	48,81
3=4	1830	1,1	400	300	342,9	4,2	0,79	1,3	0,87	10,58	0,3	3,2	4,07	52,88
4=5	2440	1,8	500	400	444,4	3,4	0,4	1,31	0,72	6,94	0,22	1,5	2,22	55,1
5=6	3050	1	500	400	444,4	4,2	0,61	1,31	0,61	10,58	0,33	3,5	4,11	59,21
6=7	3660	5,3	600	400	480	4,2	0,56	1,31	2,97	10,58	1,55	16,4	19,37	78,58
7=8	4270	1,6	750	400	521,7	4	0,47	1,31	0,75	9,6	0,25	2,4	3,15	81,73
8=9	4880	8,5	750	400	521,7	4,5	0,59	1,34	5,02	12,15	1,6	19,4	24,42	106,15
9=10	7930	3	900	600	720	4,1	0,36	1,36	1,08	10,09	1,62	16,3	17,38	123,53
10=11	10980	2,7	900	700	787,5	4,8	0,45	1,37	1,22	13,82	1,5	20,7	21,92	145,45
11=12	11060	2,1	900	700	787,5	4,9	0,47	1,4	0,99	14,41	1,38	19,9	20,89	166,34
12=13	11060	²⁰ / ₆	900	700	787,5	4,9	0,47	1,4	9,68	14,41	11,7	168,6	178,28	344,6
														Σ 464 Па
Відгалуження приплив														
13=14	610	3	250	250	250	2,7	0,45	1,31	1,35	4,37	3,1	13,5	14,85	29,7
14=15	1220	3	300	300	300	3,8	0,74	1,31	2,22	8,66	0,4	3,5	5,72	35,42
15=16	1830	8,2	400	300	342,9	4,2	0,79	1,31	6,48	10,58	1,6	16,9	23,38	58,8
16=17	3050	9,9	500	400	444,4	4,2	0,61	1,31	6,04	10,58	1,65	17,5	23,54	82,34
17=10	3210	0,4	500	400	444,4	4,5	0,7	1,34	0,28	12,15	1,7	20,7	20,98	103,32
														Σ 223 Па
Відгалуження витяжка														
14=15	610	2	250	250	250	2,7	0,45	1,28	0,9	4,37	3,2	14	14,9	29,8
15=16	1220	2,5	300	300	300	3,8	0,74	1,31	1,85	8,66	0,3	2,6	4,45	34,25
16=17	1830	1,2	400	300	342,9	4,2	0,79	1,3	0,95	10,58	0,31	3,3	4,25	38,5
17=18	2440	2,5	500	400	444,4	3,4	0,4	1,31	1	6,94	0,37	2,6	3,6	42,1
18=19	3050	2,5	500	400	444,4	4,2	0,61	1,31	1,53	10,58	0,39	4,1	5,63	47,73
19=9	3660	7,8	600	400	480	4,2	0,56	1,31	4,37	10,58	1,6	16,9	21,27	69
														Σ 189 Па

$$\Delta = \frac{276 - 223}{223} \cdot 100\% = 23\%$$

Умова не виконана, тому передбачаємо установку дросель-клапана типу ДК-500х400.

2.15 Вибір устаткування системи ПВ1

До установки приймається обладнання фірми «GEA». Склад установки наведено на графічній частині проекту.

2.16 Визначення терміну регенерації фільтра

Для повітряних фільтрів властиві наступні характеристики: ефективність очищення, пиломісткість, питома повітряне навантаження.

Для виконання розрахунків їх чисельні показники приймаються на рівні:

ефективність очищення касетних фільтрів: $A_m = 0,8$;

концентрація пилу в зовнішньому припливному повітрі: $C_{Bx} = 0,5$ мг/м³.

Концентрація пилу в повітрі після фільтра C_{Bux} , мг/м³, визначається за рівнянням:

$$C_{Bux} = C_{Bx} - \frac{A_m \cdot C_{Bx}}{100} \quad (2.32)$$

$$C_{Bux} = 0,5 - \frac{80 \cdot 0,5}{100} = 0,1 \text{ мг / м}^3$$

Розраховується час роботи фільтра, τ_ϕ , після завершення якого кінцевий опір зростає до припустимого значення:

$$\tau_\phi = \frac{M \cdot 1000 \cdot F_\phi}{(C_{Bx} - C_{Bux}) \cdot L} \quad (2.33)$$

де M - пиломісткість фільтра, г/м²;

F_ϕ - площа фільтруючої поверхні, м²;

L - витрата повітря, м³/год.

$$\tau_\phi = \frac{560 \cdot 1000 \cdot 0,45}{(0,5 - 0,1) \cdot 11140} = 56 \text{ год.}$$

РОЗДІЛ 3

ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ ТА ЕКОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦІЇ ЗІ ЗМІННОЮ ВИТРАТОЮ ПОВІТРЯ У ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЛЯХ

3.1 Загальна інформація

Основними перевагами VAV-систем є:

- індивідуальне керування параметрами повітря в окремих приміщеннях;
- можливість використання датчиків CO₂, датчиків відносної вологості та реле часу для регулювання об'ємної витрати повітря;
- скорочення необхідних капіталовкладень, а також вартості монтажу та введення в експлуатацію;
- зменшення енергоспоживання;
- спрощення пусконаладжувальних робіт;
- безперервне керування об'ємною витратою повітря в різних елементах системи;
- інтеграція з системами керування будівлею з використанням протоколів обміну даними MPbus, BACnet, MODbus та EIB/KNX;
- проста модернізація системи при появі нових умов.

Але, перш за все, основна перевага VAV - системи в порівнянні із системами із сталою кількістю повітря, яке подається (CAV), це зменшення витрати припливного повітря. Загальна витрата повітря у вентиляційній системі CAV визначається, виходячи з максимального теплового навантаження. Але, як показує практика, при різних режимах експлуатації приміщень, їх теплове навантаження різне і залежить від багатьох факторів: часу доби, орієнтації вікон по сторонах світу, кількості людей в приміщеннях і т. д. Це означає, що на практиці потреба в максимальній витраті повітря в

усіх частинах об'єкту не виникає одночасно. Тому використання VAV-систем, регулятори якої змінюють витрату повітря в залежності від поточної потреби кожного приміщення.

Однією з ключових відмінностей від традиційних вентиляційних систем є підтримання постійної температури повітря, що подається. Керування кліматом забезпечується шляхом подачі точного обсягу повітря, необхідного в конкретний момент часу. Кількість повітря для подачі до приміщення визначається за допомогою набору опорних параметрів (температура повітря, відносна вологість, рівень CO₂ тощо).

3.2 Постановка задачі досліджень

У випадку, що розглядається, в якості опорного параметру пропонується прийняти температуру повітря. Температурний сенсор, встановлений в приміщенні, буде відслідковувати внутрішню температуру і направляти сигнал до VAV регулятора, який, в свою чергу, буде подавати сигнал на сервопривід, що керує регулюючим клапаном. Регулюючий клапан «зформує» необхідну продуктивність припливного повітря для асиміляції тепло- вологонадлишків.

Основним регулюючим органом в даних системах є залежні і незалежні від тиску термінали VAV. Найбільшого поширення набули термінали, що не залежать від тиску в системі (рис.3.1).

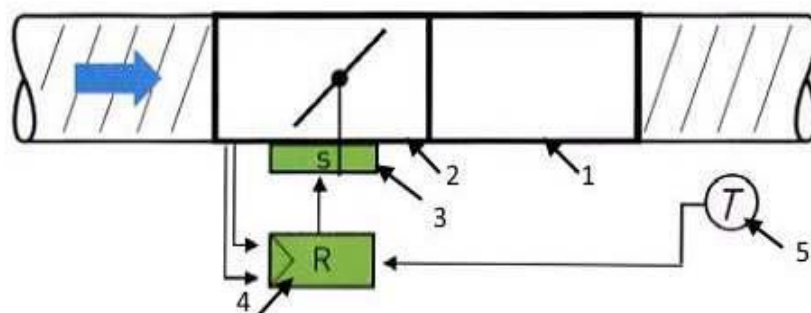


Рис.3.1. Незалежний від тиску термінал VAV: 1 – повітропровід, 2 – регулюючий клапан, 3 – сервопривід, 4 – VAV- регулятор, 5 – сенсор температури

Аналіз результатів розрахунку, наведених в таблиці 2.9, показав, що основними джерелами теплонадходжень в приміщення є люди та сонячна радіація. Якщо говорити про основні приміщення закладу - обідні зали ресторану (103) та (201), - то для першого поверху ці величини майже рівні (з різницею в 15% на користь теплонадходжень від людей), а для другого поверху теплонадходження за рахунок сонячної радіації переважають майже в двічі за рахунок додавання кількості теплоти, яка надходить через перекриття.

Беручі до уваги той факт, що в якості розрахункового повітрообміну для приміщення (103) був прийнятий повітрообмін за надлишками теплоти, то для обґрунтування економічної та екологічної ефективності системи вентиляції зі змінною витратою повітря (VAV) в порівнянні із системою зі сталою кількістю повітря, що подається (CAV), доцільно визначити теплонадходження в приміщення в різний час доби.

Для цього необхідно проаналізувати наповненість обідньої зали в найбільш завантажений день тижня в різні години. В залежності від цього визначити теплонадходження від людей та освітлення. Також визначити надходження теплоти за рахунок сонячної радіації в кожний окремий час. При чому розрахунок доцільно провести як для теплого, так і для холодного періоду року.

3.3 Заповнюваність обідньої зали ресторану (103) протягом дня

Для проведення аналізу заповнюваності зали ресторану (103) протягом тижня були взяті два дні – з найменшою та найбільшою завантаженістю – понеділок та субота.

Результати спостережень наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Заповнюваність приміщення зали ресторану

Час доби	Кількість відвідувачів, людей		Розрахункова кількість, люди.
	Понеділок	Субота	
10-00	10	12	70
11-00	10	13	
12-00	10	10	
13-00	20	15	
14-00	25	15	
15-00	18	18	
16-00	19	25	
17-00	20	30	
18-00	22	40	
19-00	30	70	
20-00	32	70	
21-00	35	70	
22-00	35	50	
23-00	40	45	

Результати статистичного аналізу відвідування обідньої зали ресторану наведений на рис.3.2.

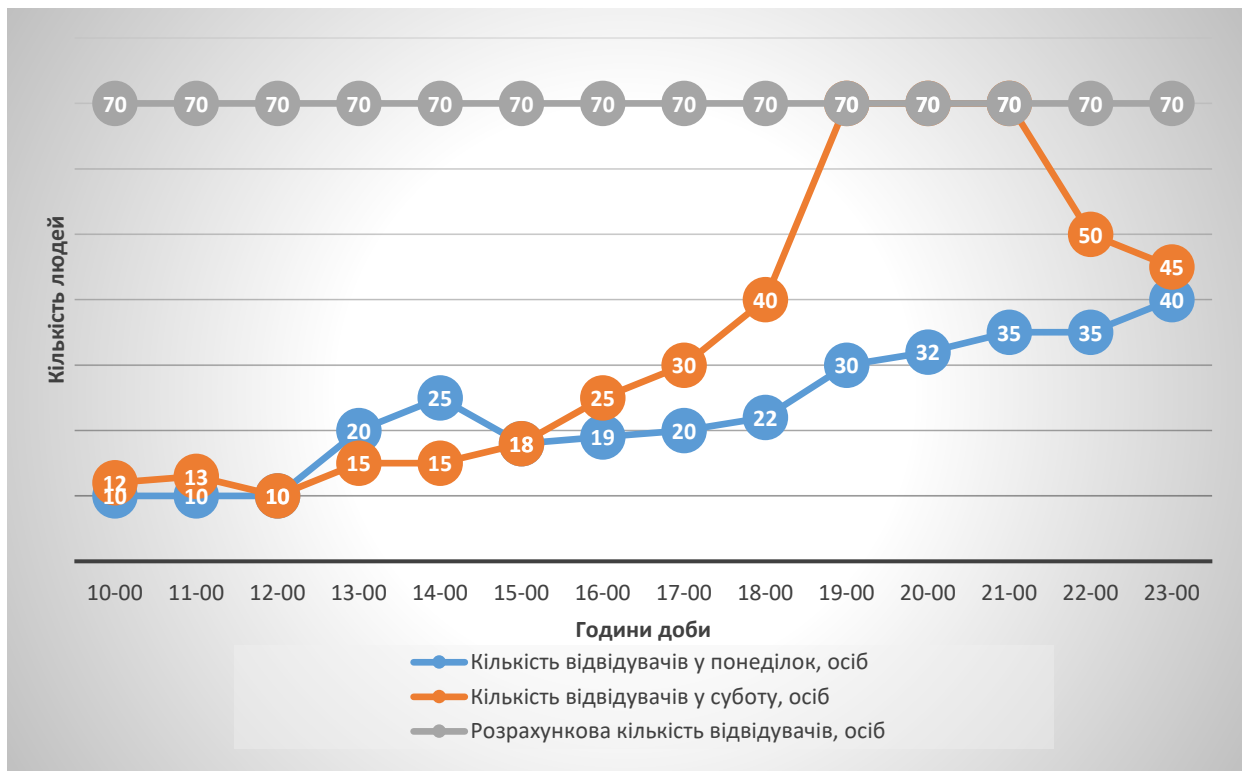


Рис.3.2. Результати статистичного аналізу відвідування обідньої зали ресторану (103)

Отримані результати заповнюваності обідньої зали ресторану (103)

показали, що максимальне навантаження припадає суботу в період з 19.00 до 21.00. При чому аналогічна ситуація спостерігається як в понеділок, так і в суботу з різницею в кількості людей: в суботу вона максимальна. Мінімальна кількість людей спостерігається в ранішні часи доби з 10.00 до 12.00. Ця тенденція характерна як для понеділка, так і для суботи.

3.4 Розрахунок теплонадходжень від людей по годинах доби

Визначення кількості теплоти, яка надходить від людей, в приміщення обідньої зали ресторану (103) розраховується у відповідності до методики, наведеної в п.2.3.1. Для проведення розрахунків приймається, що кількість відвідувачів розподіляється на 50% чоловіків та 50% жінок від загальної кількості.

Результати розрахунків для двох періодів року наведені в таблицях 3.2 та 3.3.

Таблиця 3.2 – Надходження теплоти від людей в теплий період року

Час доби	Кількість чоловіків, осіб	Кількість жінок, осіб	Повне виділення теплоти від одного чоловіка, q_p , Вт/люд	Q_L , Вт
10-00	6	6	94	1043
11-00	6	7	94	1123
12-00	5	5	94	870
13-00	7	8	94	1297
14-00	7	8	94	1297
15-00	9	9	94	1565
16-00	12	13	94	2167
17-00	15	15	94	2609
18-00	20	20	94	3478
19-00	35	35	94	6087
20-00	35	35	94	6087
21-00	35	35	94	6087
22-00	25	25	94	4348
23-00	22	23	94	3906

Таблиця 3.3 - Надходження теплоти від людей в холодний період року

Час доби	Кількість чоловіків, осіб	Кількість жінок, осіб	Повне виділення теплоти від одного чоловіка, q_n , Вт/люд	Q_L , Вт
10-00	6	6	116	1288
11-00	6	7	116	1386
12-00	5	5	116	1073
13-00	7	8	116	1601
14-00	7	8	116	1601
15-00	9	9	116	1931
16-00	12	13	116	2674
17-00	15	15	116	3219
18-00	20	20	116	4292
19-00	35	35	116	7511
20-00	35	35	116	7511
21-00	35	35	116	7511
22-00	25	25	116	5365
23-00	22	23	116	4820

3.5 Розрахунок надходжень теплоти від сонячної радіації по годинах доби

В даному випадку (для приміщення (103)) розрахунок здійснюється тільки для вертикальних світлопрозорих огорожувальних конструкцій, так як приміщення розміщено на 1 поверсі.

Розрахунок ведеться за рівнянням (2.6) тільки для теплого періоду року.

Для виконання погодинного розрахунку теплонадходжень через скляні огорожуючі використовується наступне рівняння, Вт:

$$Q_{np} = (q_{en} + q_{ep}) \cdot F_o \cdot \beta_{cz} \cdot K_o \cdot K_a \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (3.1)$$

де q_{en} , q_{ep} – питоме надходження теплоти крізь вертикальне скління, відповідно від прямої і розсіяної радіації;

F_o – площа скління однакового спрямування, m^2 ;

β_{cz} – коефіцієнт, що враховує затемнення вікон; $\beta_{cz}=0,4$;

K_a – коефіцієнт, що враховує акумуляцію теплоти внутрішніми

огороджуючими конструкціями приміщення, $K_a=1$;

K_o – коефіцієнт, що враховує тип скління; для подвійного скління приймається $K_o=0,9$;

K_1 – коефіцієнт, що враховує тип скління і забруднення атмосфери; для подвійного скління в металевому плетінні $K_1= 0,54$;

K_2 – коефіцієнт, що враховує забруднення скла; для чистого скла: $K_2= 0,85$.

В розрахунковому приміщення (103) світлопрозорі конструкції орієнтовані на захід та північ. Розрахунок виконується в табличній формі (таблиці 3.4 - 3.6).

Таблиця 3.4 – Теплонадходження через скління, орієнтовані на південь

	10-00	11-00	12-00	13-00	14-00	15-00	16-00	17-00	18-00	19-00
$q_{вп}$	186	271	317	317	271	186	80	3	55	27
$Q_{вр}$	86	87	88	88	87	86	81	73		
F_0	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
$\beta_{сз}$	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
K_0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
K_a	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
K_1	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
K_2	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Q	2679	3526	3989	3989	3526	2679	1586	749	542	266

Таблиця 3.5 – Теплонадходження через скління, орієнтовані на захід

	10-00	11-00	12-00	13-00	14-00	15-00	16-00	17-00	18-00	19-00
$q_{вп}$	58	60	54	37	193	372	497	542	472	327
$Q_{вр}$				72	81	100	121	129	114	65
F_0	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3
$\beta_{сз}$	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
K_0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
K_a	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
K_1	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72
K_2	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Q	408	423	380	768	1930	3324	4352	4725	4127	2761

Таблиця 3.6 – Сумарні теплонадходження через скління в приміщення (201)

	10-00	11-00	12-00	13-00	14-00	15-00	16-00	17-00	18-00	19-00
$\Sigma Q, \text{Вт}$	3088	3949	4369	4757	5456	6003	5938	5474	4669	3027

3.6 Розрахунок надходжень теплоти від джерел штучного освітлення по годинах доби

Розрахунок виконується за рівнянням (2.5) з урахуванням вірогідності використання штучного світла в певні години доби для теплового та холодного періоду року. До розрахункового рівняння (2.5) додається коефіцієнт β , який враховує долю використання штучного освітлення в приміщенні в конкретний час доби.

Результати розрахунку зведені в таблиці 3.7 та 3.8.

Таблиця 3.7 - Надходжень теплоти від джерел штучного освітлення по годинах доби в теплий період року

	10-01	11-01	12-01	13-01	14-01	15-01	16-01	17-01	18-01	19-01	20-01	21-01	22-01	23-01
$E, \text{лк}$	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
$F, \text{м}^2$	377,11	377,11	377,11	377,11	377,11	377,11	377,11	377,11	377,11	377,11	377,11	377,11	377,11	377,11
$Q_{\text{осв}}, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{лк})$	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056
η	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
β	0,2	0,1	0	0	0	0	0,1	0,2	0,4	0,6	1	1	1	1
$Q_{\text{осв}}, \text{Вт}$	380	190	0	0	0	0	190	380	760	1140	1901	1901	1901	1901

Таблиця 3.8 - Надходжень теплоти від джерел штучного освітлення по годинах доби в холодний період року

	10-00	11-00	12-00	13-00	14-00	15-00	16-00	17-00	18-00	19-00	20-00	21-00	22-00	23-00
E, лк	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
F, м ²	377,11	377,11	377,11	377,11	377,11	377,11	377,11	377,11	377,11	377,11	377,11	377,11	377,11	377,11
$Q_{осв}, \frac{Вт}{(м^2 \cdot лк)}$	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056
η	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
β	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,7	1	1	1	1	1	1	1	1
$Q_{осв}, Вт$	950	950	950	760	760	1330	1901	1901	1901	1901	1901	1901	1901	1901

3.7 Сумарні надходження теплоти в приміщення (103) по годинах доби

Сумарні надходження теплоти від всіх джерел в теплий період року наведені в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Сумарні надходження теплоти в приміщення (103) в теплий період року

	10-00	11-00	12-00	13-00	14-00	15-00	16-00	17-00	18-00	19-00	20-00	21-00	22-00	23-00
Qл, Вт	1043	1123	870	1297	1297	1565	2167	2609	3478	6087	6087	6087	4348	3906
Qосв, Вт	380	190	0	0	0	0	190	380	760	1140	1901	1901	1901	1901
Qср, Вт	3088	3949	4369	4757	5456	6003	5938	5474	4669	3027	0	0	0	0
$\Sigma Q, Вт$	4511	5262	5239	6054	6753	7568	8295	8463	8907	10253	7987	7987	6248	5806

Графічна залежність кількості теплонадходжень від години доби для приміщення (103) в теплий період року наведена на рис.3.3.

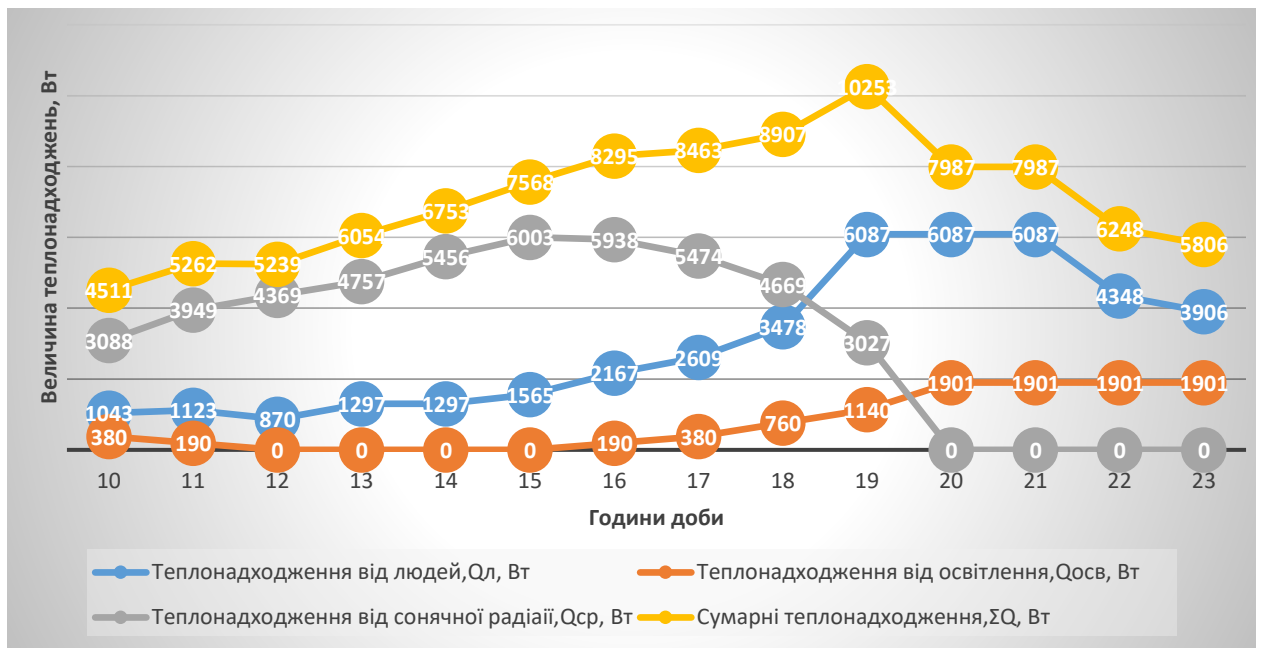


Рис. 3.3. Графічна залежність кількості теплонадходжень від години доби для приміщення (103) в теплий період року

Пікові теплонадходження в теплий період року припадають на 19.00 вечора.

Сумарні надходження теплоти від всіх джерел в холодний період року наведені в таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 - Сумарні надходження теплоти в приміщення (103) в холодний період року

	10-00	11-00	12-00	13-00	14-00	15-00	16-00	17-00	18-00	19-00	20-00	21-00	22-00	23-00
Qл, Вт	1288	1386	1073	1601	1601	1931	2674	3219	4292	7511	7511	7511	5365	4820
Qосв, Вт	950	950	950	760	760	1330	1901	1901	1901	1901	1901	1901	1901	1901
ΣQ, Вт	2238	2337	2023	2361	2361	3262	4574	5120	6193	9412	9412	9412	7266	6720

Графічна залежність кількості теплонадходжень від годин доби для приміщення (103) в холодний період року наведена на рис.3.4.

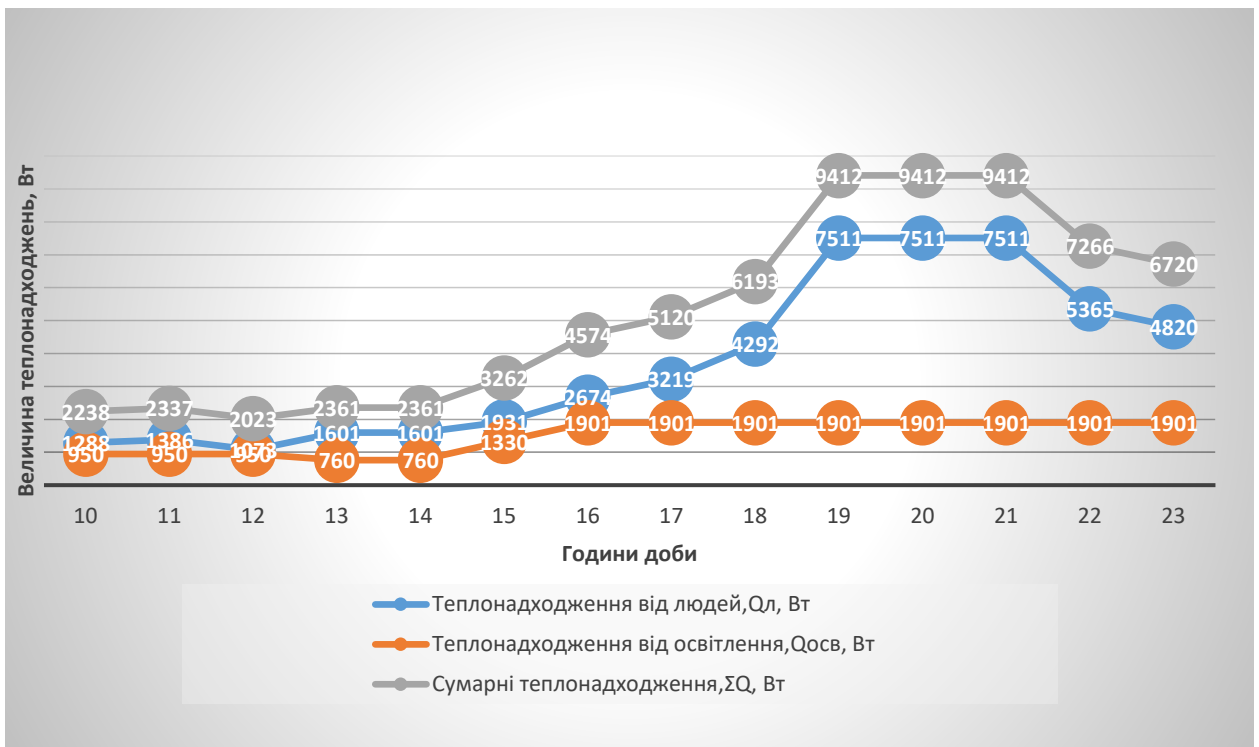


Рис. 3.4. Графічна залежність кількості теплонадходжень від годин доби для приміщення (103) в холодний період року

Пікові теплові навантаження в приміщенні (103) в холодний період року спостерігаються з 19.00 до 21.00.

Динаміка зміни сумарних теплонадходжень в приміщення (103) в теплий та холодний період року носить однаковий характер – поступово збільшується від початку роботи закладу до 19.00, потім деякий час зберігає постійне значення і починає зменшуватись. Аналогічна зміна величин повинна спостерігатись і у випадку значень кількості повітрообмінів в зазначені години доби.

3.8 Розрахунок повітрообмінів для асиміляції надлишків теплоти для приміщення обідньої зали ресторану (103) по годинах доби в теплий та холодний період року

Повітрообмін для асиміляції надлишків теплоти, м³/год, визначається за рівнянням:

$$L = \frac{Q_{над}}{c \cdot \rho \cdot (t_l - t_{in})}, \quad (3.2)$$

де $Q_{над}$ – кількість надлишкової теплоти в приміщенні в певний час доби, Вт (таблиці 3.9 та 3.10);

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

ρ – густина повітря, кг/м³;

t_l та t_{in} – температура видаляемого та припливного повітря відповідно в певний період року, °C (таблиця 2.2).

Результати розрахунків погодинного повітрообміну, необхідного для асиміляції теплоти, наведені в таблицях 3.11 та 3.12.

Таблиця 3.11 – Результати розрахунку погодинного повітрообміну в теплий період року

	10-00	11-00	12-00	13-00	14-00	15-00	16-00	17-00	18-00	19-00	20-00	21-00	22-00	23-00
$Q_{над}, \text{Вт}$	4511	5262	5239	6054	6753	7568	8295	8463	8907	10253	7987	7987	6248	5806
$c, \text{кДж}/(\text{кг}\cdot^\circ\text{C})$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$\rho, \text{кг}/\text{м}^3$	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
$t_l, ^\circ\text{C}$	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2	25,2
$t_{in}, ^\circ\text{C}$	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
$L, \text{м}^3/\text{год}$	1169	1364	1358	1569	1750	1961	2149	2193	2308	2657	2070	2070	1619	1505

Графічна залежність величини повітрообміну в приміщенні (103) в теплий період року від години доби наведена на рис. 3.5.

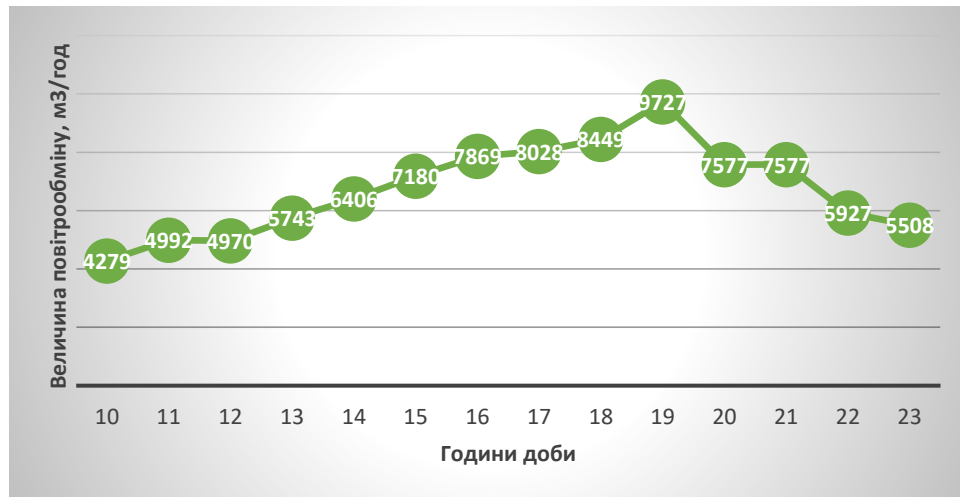


Рис.3.5. Графічна залежність величини повітрообміну в приміщенні (103) від години доби в теплий період року

Таблиця 3.12 - Результати розрахунку погодинного повітрообміну в холодний період року

	10-00	11-00	12-00	13-00	14-00	15-00	16-00	17-00	18-00	19-00	20-00	21-00	22-00	23-00
$Q_{над}, Вт$	2238	2337	2023	2361	2361	3262	4574	5120	6193	9412	9412	9412	7266	6720
$C, кДЖ/(кг·°C)$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
$\rho, кг/м³$	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
$t_i, °C$	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6
$t_{in}, °C$	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
$L, м³/ГОД$	2569	2683	2323	2711	2711	3745	5252	5878	7110	10806	10806	10806	8342	7716

Графічна залежність величини повітрообміну в приміщенні (103) в холодний період року від години доби наведена на рис. 3.6.

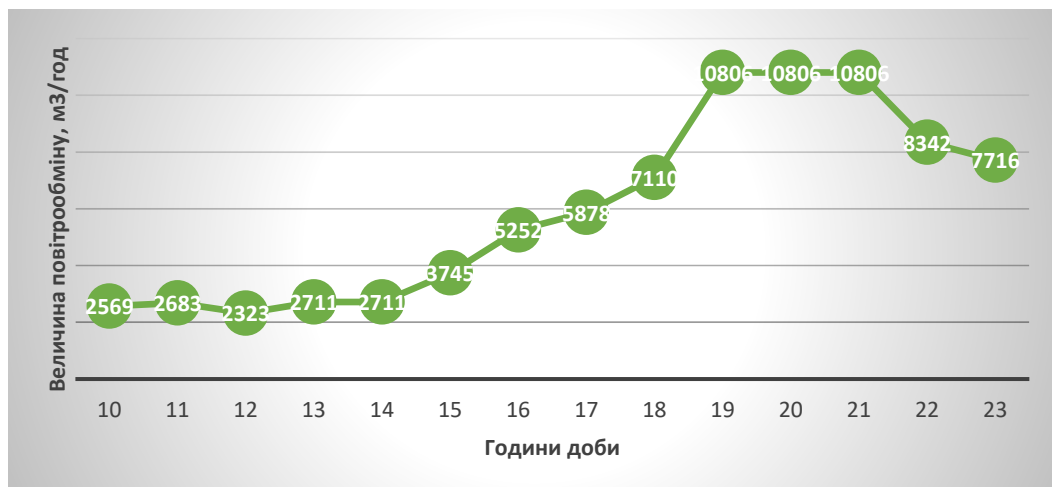


Рис.3.6. Графічна залежність величини повітрообміну в приміщенні (103) в холодний період року від години доби

Динаміка зміни величини повітрообмінів, необхідних для асиміляції теплоти, в приміщенні (103) в холодний та теплий період року очікувано повністю співпадають з динамікою зміни кількості теплонадходжень.

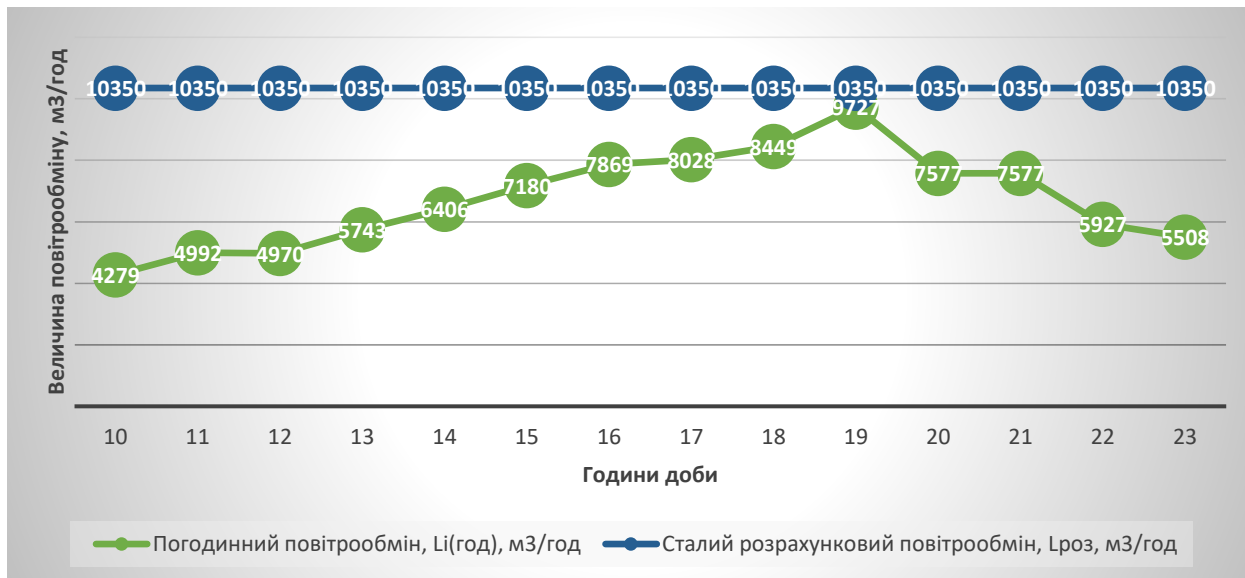


Рис.3.7. Співставлення величини повітрообмінів в теплий період року в разі роботи системи вентиляції зі змінною витратою повітря (VAV) із величиною повітрообміну в разі роботи системи вентиляції зі сталою витратою повітря (CAV)

В усі години доби погодинні витрати повітря в VAV – системі вентиляції менші за розрахункову величину при роботі системи вентиляції за сталою витратою повітря.

Аналогічне співставлення проведено і для холодного періоду року. Результати наведені на рис.3.8.

У всі години робочого дня розрахункові погодинні витрати повітря менші за сталу розрахункову величину. Виключенням є період з 19.00 до 21.00, коли погодинний розрахунковий повітрообмін при роботі VAV – системи вентиляції перевищує величину постійного повітрообміну.

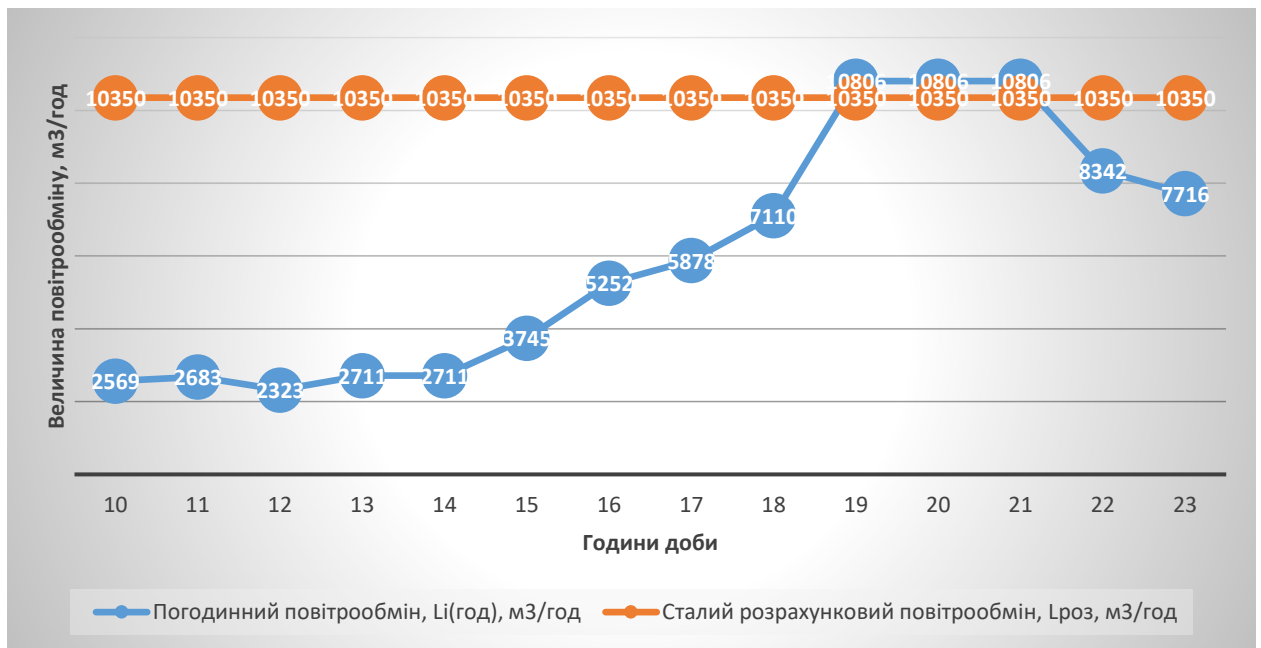


Рис.3.8. Співставлення величини повітрообмінів в холодний період року в разі роботи системи вентиляції зі змінною витратою повітря (VAV) із величиною повітрообміну в разі роботи системи вентиляції зі сталою витратою повітря (CAV)

3.9 Визначення економічного та екологічного ефекту в разі застосування системи вентиляції зі змінною витратою повітря

Економічна ефективність застосування системи вентиляції зі змінною витратою повітря в порівнянні із системою зі сталою кількістю повітря полягає в різниці кількості енергоносіїв, які витрачаються на підготовку повітря в теплий та холодний період року (підігрівання та охолодження), а також на роботу вентиляторних агрегатів, які забезпечують рух відповідної кількості повітря по системі повітропроводів.

Різниця між сталим та погодинним повітрообміном для теплового періоду року наведена на рис. 3.9.

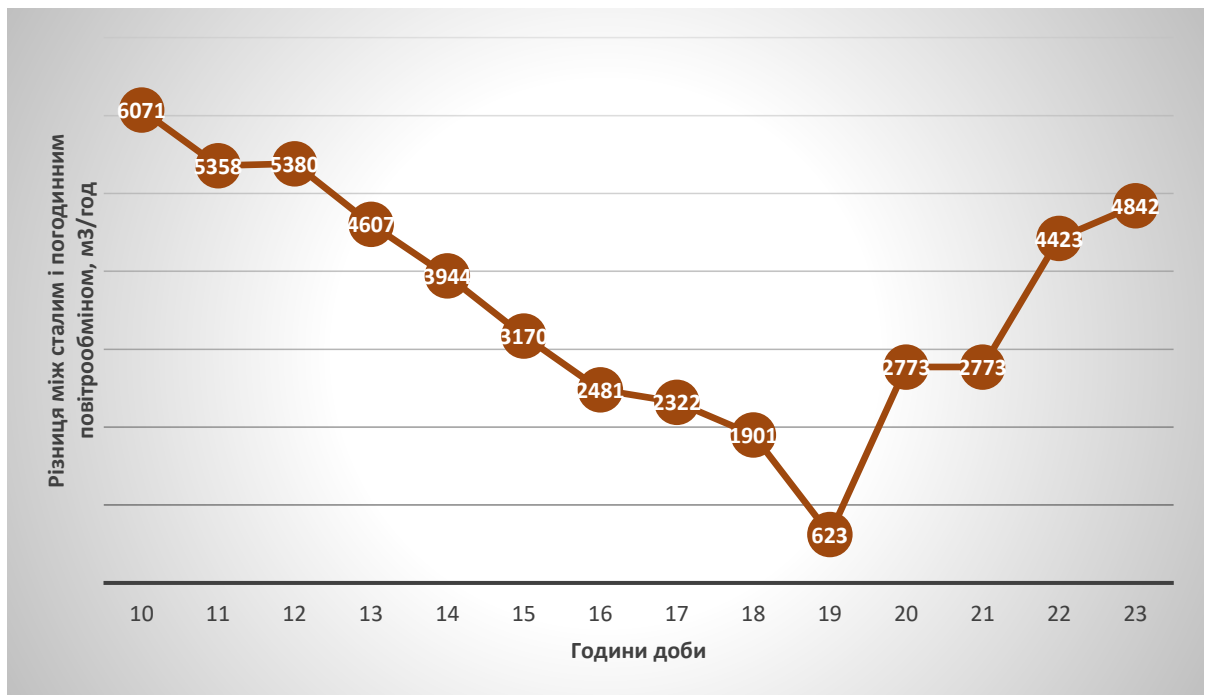


Рис.3.9. Різниця між сталим та погодинним повітрообміном для теплого періоду року для приміщення (103)

Різниця між сталим та погодинним повітрообміном для теплого періоду року наведена на рис. 3.10.

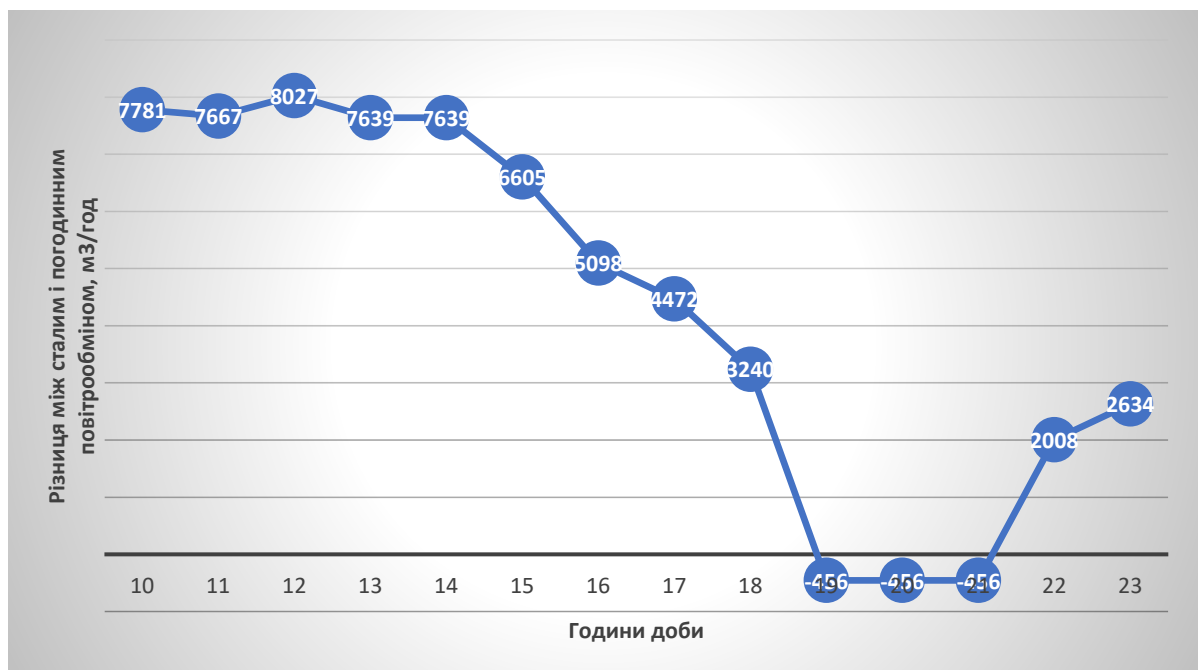


Рис.3.10. Різниця між сталим та погодинним повітрообміном для холодного періоду року для приміщення (103)

Для проведення повноцінного аналізу економічної ефективності доцільно визначити різницю в енергоспоживанні між двома системами по місяцях теплового та холодного періодів року, базуючись на отриманих різницях у величині повітрообмінів.

Для цього використовуються статистичні дані погоди за 2023 рік для м. Хмельницький [22].

Таблиця 3.13 – Статистичні дані погоди по місяцях для м. Хмельницький

Місяць	Максимальна температура	Мінімальна температура
1.2023		-5.2°
2.2023		-14.4°
3.2023		-4°
4.2023		-2°
5.2023	+25.8°	
6.2023	+28.5°	
7.2023	+31.5°	
8.2023	+35.6°	
9.2023	+27.7°	
10.2023		-0.8°
11.2023		-10.3°
12.2023		-8.6°

У відповідності до статистичних даних погоди до теплового періоду року від травня до вересня включно, до холодного – від січня до квітня включно та від жовтня до грудня включно.

Скорочення холодильної потужності, Вт, на охолодження припливного повітря в теплий період року у разі використання VAV системи вентиляції в порівнянні з САV системою визначається за рівнянням:

$$\Delta Q_{хол} = \Delta L \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{ext} - t_{in}), \quad (3.3)$$

де ΔL – скорочення кількості повітрообміну, м³/год (рис.3.8);

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

ρ – густина повітря, кг/м³;

t_{ext} та t_{in} – температура зовнішнього та припливного повітря відповідно в теплий період року, °С.

Для проведення розрахунків в якості розрахункового приймається найбільш навантажений день (субота). В дні з меншою завантаженістю скорочення споживання холодительної потужності припливно – витяжної установки буде більшим.

Таблиця 3.14 – Результати розрахунку скорочення холодительної потужності, Вт, на охолодження припливного повітря в теплий період року у разі використання VAV системи вентиляції в порівнянні з САV системою в теплий період року

Години доби	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Травень														
ΔL , м ³ /год	6071	5358	5380	4607	3944	3170	2481	2322	1901	623	2773	2773	4423	4842
ρ , кг/м ³	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
C, кДж/(кг·°С)	1,005	1,005	1,005	1,005	1,005	1,005	1,005	1,005	1,005	1,005	1,005	1,005	1,005	1,005
t_{ext} , °С	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8	25,8
t_{in} , °С	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
ΔQ , кВт	11,60	10,24	10,28	8,80	7,54	6,06	4,74	4,44	3,63	1,19	5,30	5,30	8,45	9,25
Червень														
t_{ext} , °С	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5	28,5
ΔQ , кВт	17,00	15,00	15,06	12,90	11,04	8,88	6,95	6,50	5,32	1,74	7,76	7,76	12,38	13,56
Липень														
t_{ext} , °С	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5	31,5
ΔQ , кВт	23,00	20,30	20,38	17,45	14,94	12,01	9,40	8,80	7,20	2,36	10,51	10,51	16,75	18,34
Серпень														
t_{ext} , °С	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6	35,6
ΔQ , кВт	31,20	27,54	27,65	23,67	20,27	16,29	12,75	11,93	9,77	3,20	14,25	14,25	22,73	24,88
Вересень														
t_{ext} , °С	27,7	27,7	27,7	27,7	27,7	27,7	27,7	27,7	27,7	27,7	27,7	27,7	27,7	27,7
ΔQ , кВт	15,40	13,59	13,65	11,69	10,00	8,04	6,29	5,89	4,82	1,58	7,03	7,03	11,22	12,28

Для визначення загального скорочення споживання холодительної потужності за весь теплий період приймається, що ситуація, аналогічна розрахованій, спостерігається щодня протягом розрахункового місяця. Результати розрахунку наведені в таблиці 3.15.

Таблиця 3.15 – Загальне скорочення холодоспоживання протягом теплого періоду року

Місяць	Скорочення холодоспоживання протягом робочого дня, кВт	Кількість днів в місяці	Скорочення холодоспоживання, $\Sigma\Delta Q$, кВт
Травень	96,81	31	3000,99
Червень	141,87	30	4256,13
Липень	191,94	31	5950,23
Серпень	260,37	31	8071,62
Вересень	128,52	30	3855,55
		ВСЬОГО	25134,5

Графічне відображення залежності кількості холодоспоживання від місяця теплого періоду наведено на рис. 3.11. Пік скорочення припадає на серпень як найжаркіший місяць періоду.

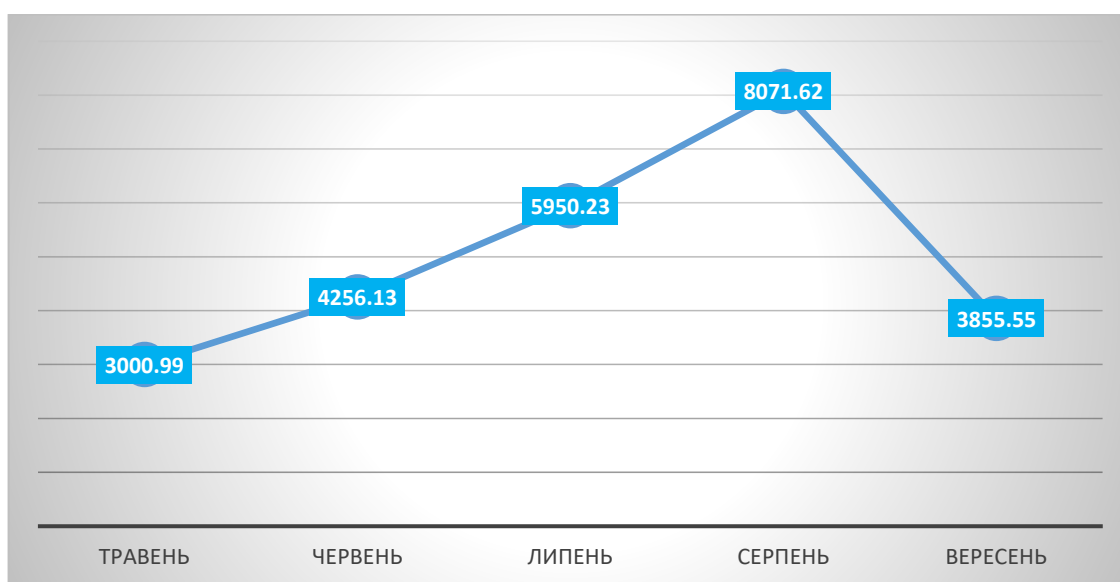


Рис.3.11. Залежність скорочення холодоспоживання від місяця теплого періоду

Коефіцієнт енергоефективності холодильної секції припливно – витяжної установки дорівнює $EER=3,8$ (за даними виробника). З урахуванням цього скорочення споживання електричної енергії на роботу компресорно – конденсаційного блоку буде дорівнювати:

$$\Delta N = \frac{\Sigma \Delta Q}{EER}, \quad (3.4)$$

$$\Delta N = \frac{25134,5}{3,8} = 6614 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

При вартості 1 кВт·год 10,00 грн економічний ефект від скорочення холодоспоживання протягом теплого періоду року буде дорівнювати 66 140 грн.

Екологічний ефект від скорочення холодоспоживання буде полягати в скорочення кількості викидів діоксиду вуглецю CO₂ на 3,15 тонни.

Скорочення кількості спожитої теплоти, Вт, на нагрівання припливного повітря в холодний період року у разі використання VAV системи вентиляції в порівнянні з CAV системою визначається за рівнянням:

$$\Delta Q_m = \Delta L \cdot \rho \cdot c \cdot (t_{in} - t_p), \quad (3.4)$$

де ΔL – скорочення кількості повітрообміну, м³/год (рис.3.8);

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

ρ – густина повітря, кг/м³;

t_h та t_{in} – температура зовнішнього повітря після рекуператора та температура припливного повітря після калорифера відповідно, °C.

Температура повітря рекуператора, °C, визначається за рівнянням:

$$t_p = (t_{wz} - t_{ext}) \cdot \eta + t_{wz}, \quad (3.5)$$

де η – ККД рекуператора.

Результати розрахунку наведені в таблиці 3.16.

Таблиця 3.16 - Результати розрахунку скорочення холодильної потужності, Вт, на охолодження припливного повітря в теплий період року у разі використання VAV системи вентиляції в порівнянні з САV системою в холодний період року

	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Січень														
ΔL , м ³ /год	7781	7667	8027	7639	7639	6605	5098	4472	3240	-456	-456	-456	2008	2634
ρ , кг/м ³	1,005	1,005	1,005	1,005	1,005	1,005	1,005	1,005	1,005	1,005	1,005	1,005	1,005	1,005
C, кДж/(кг·°C)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
t_{in} , °C	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
t_p , °C	11,04	12,44	12,44	12,44	12,44	12,44	12,44	12,44	12,44	12,44	12,44	12,44	12,44	12,44
ΔQ , кВт	18,14	14,28	14,95	14,23	14,23	12,30	9,50	8,33	6,04	-0,85	-0,85	-0,85	3,74	4,91
Лютий														
t_p , °C	8,28	8,28	9,68	9,68	9,68	9,68	9,68	9,68	9,68	9,68	9,68	9,68	9,68	9,68
ΔQ , кВт	25,34	24,97	22,37	21,29	21,29	18,41	14,21	12,46	9,03	-1,27	-1,27	-1,27	5,60	7,34
Березень														
t_p , °C	11,4	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8
ΔQ , кВт	17,20	13,36	13,98	13,31	13,31	11,51	8,88	7,79	5,64	-0,79	-0,79	-0,79	3,50	4,59
Квітень														
t_p , °C	12	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4
ΔQ , кВт	15,64	11,82	12,37	11,77	11,77	10,18	7,86	6,89	4,99	-0,70	-0,70	-0,70	3,09	4,06
Жовтень														
t_p , °C	12,36	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76	13,76
ΔQ , кВт	14,70	10,89	11,40	10,85	10,85	9,38	7,24	6,35	4,60	-0,65	-0,65	-0,65	2,85	3,74
Листопад														
t_p , °C	9,51	10,91	10,91	10,91	10,91	10,91	10,91	10,91	10,91	10,91	10,91	10,91	10,91	10,91
ΔQ , кВт	22,13	18,21	19,07	18,14	18,14	15,69	12,11	10,62	7,70	-1,08	-1,08	-1,08	4,77	6,26
Грудень														
t_p , °C	10,02	11,42	11,42	11,42	11,42	11,42	11,42	11,42	11,42	11,42	11,42	11,42	11,42	11,42
ΔQ , кВт	20,80	16,90	17,69	16,84	16,84	14,56	11,24	9,86	7,14	-1,00	-1,00	-1,00	4,43	5,81

Результати загального скорочення споживання теплоти по місяцях холодного періоду наведені в таблиці 3.17.

Таблиця 3.17 – Загальне скорочення теплоспоживання протягом холодного періоду року

Місяць	Скорочення теплоспоживання протягом робочого дня, кВт	Кількість днів в місяці	Скорочення теплоспоживання протягом місяця, кВт
Січень	118,10	30	3542,89
Лютий	178,50	28	4998,12
Березень	110,69	31	3431,27
Квітень	98,34	30	2950,07

Жовтень	90,93	31	2818,69
Листопад	149,59	30	4487,70
Грудень	139,09	31	4311,86
		ВСЬОГО	26540,61

Графічна залежність скорочення теплоспоживання від місяця холодного періоду наведена на рис. 3.12.

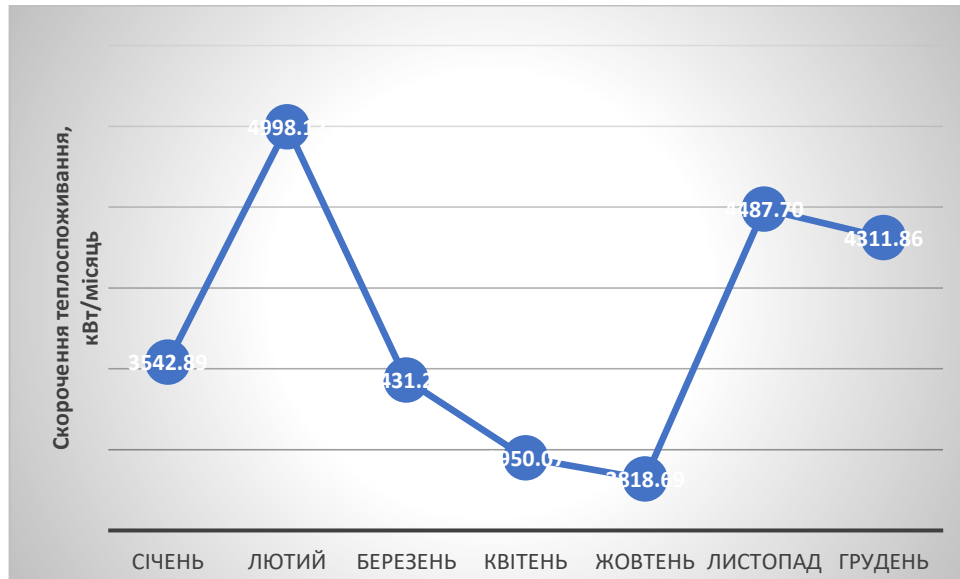


Рис.3.12. Залежність скорочення теплоспоживання від місяця холодного періоду

Джерелом теплопостачання калориферних установок в даному випадку виступає власна котельня. Скорочення в споживанні газу протягом холодного періоду року на приготування гарячої води буде дорівнювати 2654 м³. При вартості газу 15 500 грн/1000 м³ економічний ефект досягне 41 137 грн.

Екологічний ефект в даному випадку також буде полягати в скороченні кількості викидів діоксиду вуглецю на 5,89 т.

Загальнорічний економічний ефект за рахунок впровадження системи вентиляції із змінною витратою повітря буде дорівнювати 107 277 грн, а екологічний – 9,04 т CO₂.

РОЗДІЛ 4

АВТОМАТИКА

4.1 Призначення систем автоматизації

До завдань, які виконує система автоматизації при роботі систем вентиляції, можна віднести:

- управління та моніторинг параметрів системи: сигнал поломки, небезпечних режимів і інших непередбачених робочих моментів. Сучасні контролери пов'язані з оператором в режимі реального часу. Це дозволяє оператору спостерігати за роботою всіх системних показників і встановлювати їх відповідність з потрібним режимом;
- індивідуальний аналіз вироблення будь-якого механізму і процесу в загальному згідно із заданими параметрами через моніторинг. Автомат управління приймає дані, отримані за допомогою датчиків, і проводить дослідження обчислювальними потужностями. Якщо необхідно вносити коригування в загальну продуктивність через сигнал діючої механіки або через систему пуску-включення;
- захист клапанної частини і водних контурів обігрівального елемента від промерзань. Системний термостат стежить за температурами калориферів, не дозволяючи опуститися за критичну позначку;
- управління робочими процесами за допомогою перемикачів режиму. Це необхідно для раціонального використання автоматичної системи в зв'язку зі зміною навантаження на приміщення, тижневої деєвності, часу доби або кліматичних умов. Програми автоматичного управління вентиляційною системою, спираючись на відомості моніторингу, мають можливість використовувати в якості доповнення силові установки, завершувати діяльність або змінювати швидкість руху лопатей вентиляторів, запускати і відключати повітроосушувачі і так далі;

- блокування механізму в разі ураження електричним струмом чи будь-якого аварійного випадку, пов'язаного з електронікою, щоб виключити можливий спалах;
- автоматика в системі вентиляції має ключову роль і виконує цілий ряд потрібних завдань, без неї виконання всіх перерахованих опцій силами обслуговуючого персоналу неможливо [24].

4.2 Структурна схема припливно – витяжної установки

Структурна схема припливно – витяжної установки наведена на рис. 4.1.

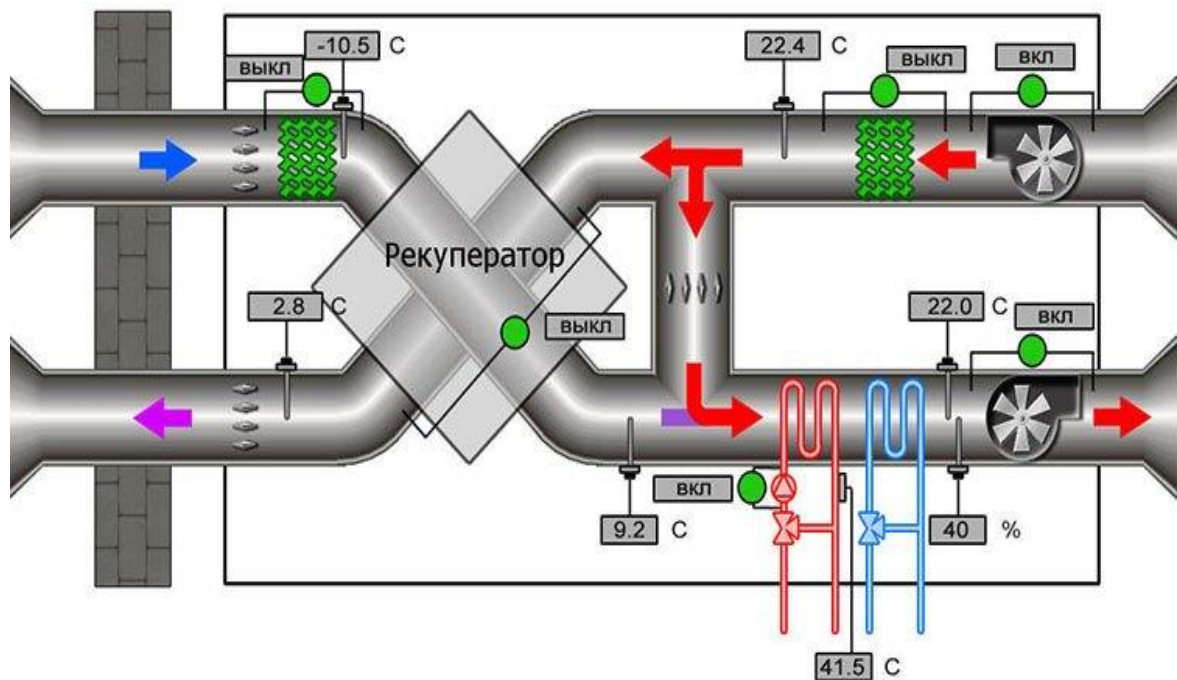


Рис.4.1. Структурна схема припливно – витяжної установки

До складу схеми входять:

- заслінки припливного і витяжного повітря з електроприводом;
- фільтр для очищення повітря;
- пластичний рекуператор;
- електропривід байпасного клапану (напруга 220В з пружиною повернення)
- вентилятор припливного і витяжного повітря;

- водяний калорифер (водяний нагрівач);
- водяний охолоджувач;
- змішувальний вузол (подача гарячої та холодної води за допомогою насоса);
- циркуляційний насос з давачем зворотної води;
- датчик температури повітря;
- автоматизований щит управління;
- датчики швидкості потоку повітря, датчик концентрації газів;
- датчик вологи.

Датчик температури зовнішнього повітря. Визначає сезон режиму роботи. При заданих в налаштуваннях межі температури АСУ автоматично вибирає режим роботи «Літо» (температура в приміщенні 18-20 градусів) або «Зима» (16-18 градусів). За допомогою цього датчика здійснюється визначення температура підігріву водяного калорифера для більш швидкого виходу на заданий температурний режим.

Заслінка зовнішнього повітря. Запобігає потраплянню зовнішнього повітря до системи при вимкненій системі. Це устаткування необхідно для захисту водяного калорифера та пластинчатого рекуператора від замерзання в холодну пору року. На вал заслінки встановлюється електропривод, при поданні електричного сигналу про відкриття клапан відкривається на потрібний кут. В конструкції клапана передбачена пружина повернення клапану в закритий стан, це передбачено для аварійних ситуації, а саме: виникнення пожежі, зникнення сигналу збурення і т.д.

Контроль забрудненості фільтра. Повітряний фільтр призначений для очистки припливного або витяжного повітря від пилу, домішок речовин, що знаходяться в повітрі. Для визначення ступеню забруднення використовують реле тиску. Цей пристрій контролю різницю тиску перед фільтром та після нього. При забрудненні фільтра виникає сильний перепад тиску, що викликає спрацювання механічного реле, і АСУ видає сигнал попередження на дисплей, пульт оператора або на лицьову сторону щита жовтим світлодіодної лампи «Фільтр» .

Пластинчастий рекуператор. Рекуперація – це процес повернення частини тепла від витяжного повітря до припливного, це є ефективне рішення

енергозберігання. В пластинчастому теплообмінний процес відбувається за рахунок руху двох різних за температурою повітряних мас проходячи через паралельні пластини, повітря при цьому не змішуються. У разі обмерзання рекуператора спрацьовує диференційне реле тиску, яке сигналізує о проблемі, після цього спрацьовує лінія байпасу, усе повітря проходить через нього до тих пір поки рекуператор не нагріється.

Водяний калорифер. При подачі сигналу на ввімкнення системи, клапун вузла теплообмінника відкривається на 100%, циркуляція гарячої води прогріває теплообмінник, що в свою чергу прогріває повітря.

Якщо включити систему, попередньо не прогрівши теплообмінник, при низькій температурі спрацьовує захист від замерзання, сигнал приходить від капілярного термостату. Коли температура досягає необхідної позначки відкривається заслінка та вмикаються вентилятори. Циркуляційний насос змішує воду припливну і зворотну. Регулювання клапаном циркуляційного насосу регулює відношення зворотної води з припливною, таким чином регулюється температура теплообмінника.

Водяний охолоджувач. АСУ СВ отримавши інформацію з каналного датчика температури, здійснює підтримку температури повітря. Здійснюючи безпосередній вплив на триходовий клапан змішувального вузла. Для точного і плавного регулювання встановлюється привід з аналоговим сигналом керування 0-10В.

Припливний та витяжний вентилятор. Є головними елементами системи вентиляції. Головним завданням вентилятора є забезпечення санітарно-гігієнічних норм для перебування працівників та нормального протікання технологічних процесів. Санітарно-гігієнічні норми виконуються за рахунок видалення та подачі повітря у виробниче приміщення в потрібний для того час.

4.3 Функціональна схема автоматизації припливно-витяжної установки

Функціональна схема автоматизації припливно – витяжної установки наведена на рис. 4.2.

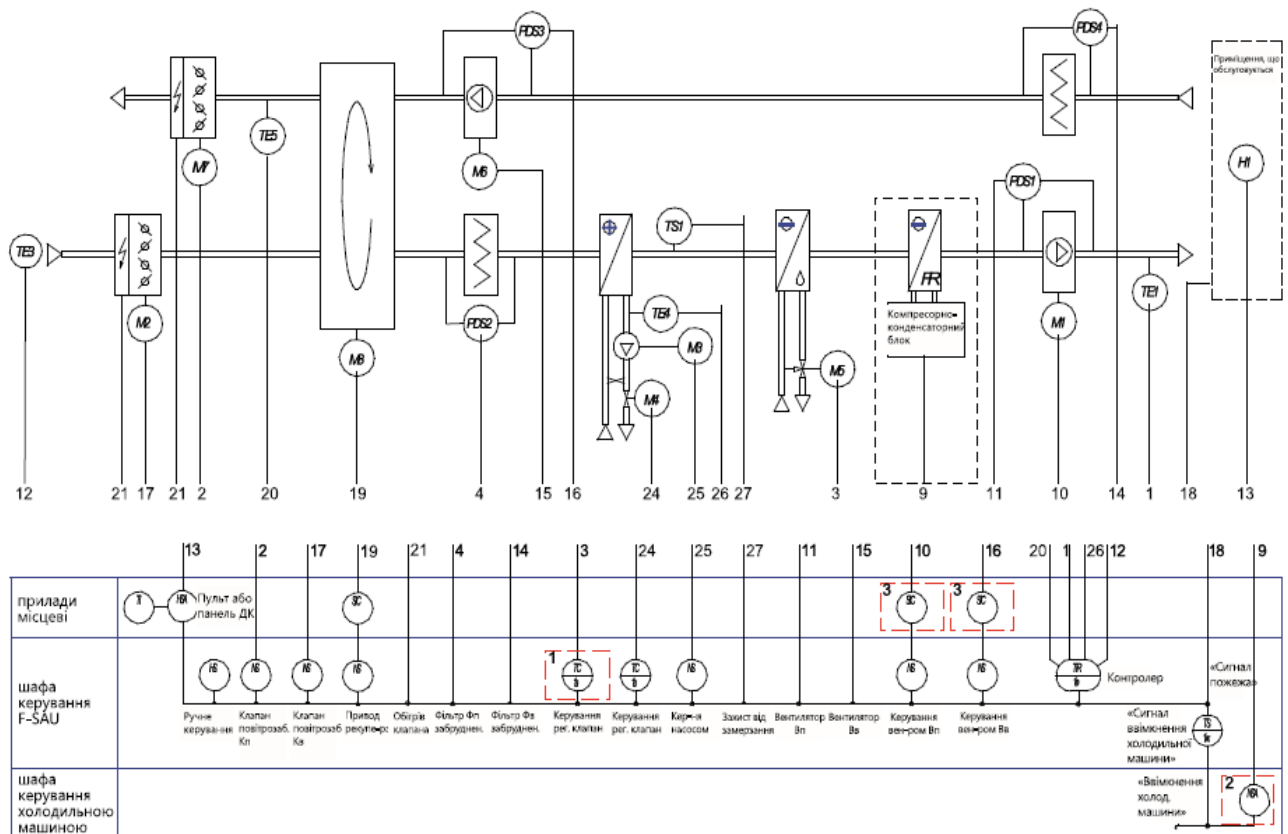


Рис.4.2. Функціональна схема автоматизації припливно – витяжної установки

СПЕЦИФІКАЦІЯ

Позначення	Назва
TE1	датчик температури припливного повітря (NTC 10K)
TE2*	датчик температури кімнатний (NTC 10K)
TE3	датчик температури зовнішнього повітря (NTC 10K)

PDS1,PDS3	реле перепаду тиску (контроль роботи припливного вентилятора)
PDS2,PDS4	реле перепаду тиску (контроль засмічення фільтра)
PDS5	реле перепаду (контроль обмерзання рекуператора)
TS1,TS2	термостати захисту електричного нагрівача від перегріву
M1,M6	електропривод вентилятора
M2,M7	електропривод повітряної заслінки (220 В, 3-и поз. керування)
M5	електропривод клапана водяного повітроохолоджувача (живлення 24 В, керування 0 ... 10 В)
M8	електропривод повітряної заслінки обвідного каналу (220 В, 3-и поз. керування)
H1	пульт або панель дистанційного керування

РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІКА

5.1 Кошторисна вартість монтажу системи вентиляції

Для визначення кошторисної вартості монтажу системи вентиляції в проекті виконано розрахунок локального кошторису на будівельно-монтажні роботи системи вентиляції та зведений кошторисний розрахунок.

Перераховані вище документи були складені з використанням програмного комплексу АВК-5.

5.2 Визначення експлуатаційних витрат

Річні експлуатаційні витрати визначаються за формулою:

$$V_p = V_t + V_e + A_v + V_{pr}, \quad (5.1)$$

де V_t – річні витрати на теплову енергію, тис.грн;

V_e – річні витрати на електроенергію, тис.грн;

A_v – річні амортизаційні відрахування, тис.грн;

V_{pr} – річні витрати на поточний ремонт, тис.грн;

Річні витрати на теплову енергію: визначаються за формулою:

$$V_t = P_e \cdot C_e \quad (5.2)$$

де P_e - річна витрата теплової енергії, Гкал;

C_e - вартість 1Гкал, грн.

$V_t =$	0,077	·	10	·	185	·	1654,4	=	235,671	тис.грн.

Річні витрати на електроенергію визначаються за формулою:

$$V_e = P_e \cdot C_e, \quad (5.3)$$

де P_e - річна витрата електроенергії, кВт·г/рік;

C_e - вартість 1кВт·г, грн..

$$V_e = 11,0 \cdot 10 \cdot 185 \cdot 4,65 = 94,628 \text{ тис.грн.}$$

Річні амортизаційні витрати, визначаються за формулою:

$$A_v = K \cdot 1/T, \quad (5.4)$$

де K - капітальні вкладення на монтаж устаткування, тис.грн.;

T – термін використання устаткування, роки.

$$A_v = 589,496 \cdot 0,10 = 58,950 \text{ тис.грн.}$$

Річні витрати на поточний ремонт, визначаються за формулою:

$$Z_{pr} = A_o \cdot 0,2 \quad (5.5)$$

$$Z_{pr} = 58,950 \cdot 0,2 = 11,790 \text{ тис.грн.}$$

Річні експлуатаційні витрати складуть:

$$V_p = 235,671 + 94,628 + 58,950 + 11,790 = 401,039 \text{ тис.грн.}$$

**Локальний кошторис на на будівельні роботи №02-01-01 з виділенням матеріалів
на вентиляція
11200**

Основа:
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 589,496 тис. грн.
Кошторисна трудомісткість 0,57456 тис.люд.год.
Кошторисна заробітна плата 46,512 тис. грн.
Середній розряд робіт 3,3 розряд

Складений за поточними цінами станом на "25 жовтня" 2024 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год.			
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин			
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати	тих, що обслуговують машини	
												на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	КБ20-42-2	Установлення камер припливних типових без секції зрошення продуктивністю до 20 тис.м3/год <i>У тому числі матеріали:</i>	камера	1	9151,13 7375,37	637,56 166,62	9151	7375	638 167	94,8600 1,9618	94,86 1,96		
	С111-306	Вироби гумові технічні морозостійкі	кг	3,4	130,66		444,24						
	С111-311	Каболка	т	0,00023	106905,72		24,59						
	С111-319	Картон будівельний прокладний, марка Б	т	0,00083	27952,95		23,20						
	С111-388	Фарба земляна густотерта олійна, мумія, сурик залізний, МА-015	т	0,00043	41990,48		18,06						
	С111-628	Оліфа комбінована К-3	т	0,00022	128905,89		28,36						
	С111-1519	Електроди, діаметр 4 мм, марка Э55	т	0,00054	44187,69		23,86						
	С111-1848	Болти будівельні з гайками та шайбами	т	0,00784	68994,02		540,91						
		Енергоносії машин, врахованих в складі загальнопромислових витрат											
	С1999-9005	Мастильні матеріали	кг	0,2144	163,15		34,98						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		<i>Разом матеріалів</i>					1138,20				
2	C130-1 варіант 2	Приточно-витяжна установка GEA, 11200 м3/год	шт	1	338652,76	-	338653	-	-	-	-
3	КБ20-27-7	Установлення шумоглушників ШГД 400х600х1000 мм У тому числі матеріали:	шт	4	2034,86 180,70	63,33 16,86	8139	723	253 67	2,4750 0,2046	9,9 0,82
	C111-1521	Електроди, діаметр 5 мм, марка Э42	т	0,0006	34853,17		20,91				
	C111-1805	Сталь листовая, тонколистова вуглецева, марка ВСтЗсп	т	0,00828	27450,42		227,29				
	C130-478	Хомути для кріплення повітроводів СТД 205	т	0,01482	11072,38		164,09				
	C130-526	Пластини звукопоглинальні із листової гарячекатаної та тонколистової оцинкованої сталі, наповнювач - полотно із супертонкого скловолокна БСТ марки Ш, марка пластини ППЗ-1, ВПЗ-1 переріз 400х500 мм, довжина 0,75 м, маса наповнювача 2,96 кг Енергоносії машин, врахованих в складі загальнопромислових витрат	шт	6	1124,50		6747,00				
	C1999-9005	Масильні матеріали Разом матеріалів	кг	0,0246	163,15		4,01 7163,31				
4	КБ20-27-9	Установлення шумоглушників ШГД 400х750х1000 мм У тому числі матеріали:	шт	4	2708,71 120,47	42,22 11,24	10835	482	169 45	1,6500 0,1364	6,6 0,55
	C111-1521	Електроди, діаметр 5 мм, марка Э42	т	0,0004	34853,17		13,94				
	C111-1805	Сталь листовая, тонколистова вуглецева, марка ВСтЗсп	т	0,00552	27450,42		151,53				
	C130-478	Хомути для кріплення повітроводів СТД 205	т	0,00988	11072,38		109,40				
	C130-528	Пластини звукопоглинальні із листової гарячекатаної та тонколистової оцинкованої сталі, наповнювач - полотно із супертонкого скловолокна БСТ марки Ш, марка пластини ППЗ-3, ВПЗ-3, переріз 400х1000 мм, довжина 1 м, маса наповнювача 7,88 кг	шт	4	2476,64		9906,56				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		<i>Енергоносії машин, врахованих в складі загальнопромислових витрат</i>									
	C1999-9005	<i>Масильні матеріали Разом матеріалів</i>	кг	0,0164	163,15		2,68 10184,10				
5	КБ20-27-8	Установлення шумоглушників ЩГД 400х500х1000 мм У тому числі матеріали:	шт	4	<u>1580,39</u> 120,47	<u>42,22</u> 11,24	6322	482	<u>169</u> 45	<u>1,6500</u> 0,1364	<u>6,6</u> 0,55
	C111-1521	<i>Електроди, діаметр 5 мм, марка Э42</i>	т	0,0004	34853,17		13,94				
	C111-1805	<i>Сталь листовая, тонколистовая вуглецева, марка ВСтЗсп</i>	т	0,00552	27450,42		151,53				
	C130-478	<i>Хомути для кріплення повітроводів СТД 205</i>	т	0,00988	11072,38		109,40				
	C130-527	<i>Пластини звукопоглинальні із листової гарячекатаної та тонколистової оцинкованої сталі, наповнювач - полотно із супертонкого скловолокна БСТ марки Ш, марка пластини ППЗ-2, ВПЗ-2, переріз 400х500 мм, довжина 1 м, маса наповнювача 3,94 кг</i>	шт	4	1348,32		5393,28				
		<i>Енергоносії машин, врахованих в складі загальнопромислових витрат</i>									
	C1999-9005	<i>Масильні матеріали Разом матеріалів</i>	кг	0,0164	163,15		2,68 5670,82				
6	КБ20-10-1	Установлення дифузорів DSQ 375х375, масою до 20 кг У тому числі матеріали:	шт	34	<u>239,27</u> 166,68	<u>31,44</u> 9,50	8135	5667	<u>1069</u> 323	<u>2,0700</u> 0,1153	<u>70,38</u> 3,92
	C111-306	<i>Вироби гумові технічні морозостійкі</i>	кг	4,692	130,66		613,06				
	C111-975	<i>Сортовий гарячекатаний прокат із сталі вуглецевої звичайної якості марки Ст0, штабовий, товщина 10-75 мм при ширині 100-200 мм</i>	т	0,017	20907,26		355,42				
	C111-1521	<i>Електроди, діаметр 5 мм, марка Э42</i>	т	0,0068	34853,17		237,00				
	C111-1848	<i>Болти будівельні з гайками та шайбами</i>	т	0,00238	68994,02		164,21				
		<i>Енергоносії машин, врахованих в складі загальнопромислових витрат</i>									
	C1999-9005	<i>Масильні матеріали</i>	кг	0,1802	163,15		29,40				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		<i>Разом матеріалів</i>					1399,09				
7	2415-2330 варіант 3	Повітророзподілювач DSQ 375x375	шт	34	<u>546,13</u>	-	18568	-	-	-	-
8	КБ20-3-3	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,5 мм, периметром 800, 1000 мм <i>У тому числі матеріали:</i>	100м2	0,1825	<u>80323,35</u> 17958,32	<u>483,06</u> 151,22	14659	3277	<u>88</u> 28	<u>239,7000</u> 1,8349	<u>43,75</u> 0,33
	C111-27	Азбестовий шнур загального призначення [ШАОН-1], діаметр 8,0-10,0 мм	т	0,001624	348934,85		566,76				
	C111-306	Вироби гумові технічні морозостійкі	кг	1,46	130,66		190,76				
	C111-605	Мастика герметизувальна нетверднуча "Гелан"	т	0,000914	50044,23		45,76				
	C111-1504	Електроди, діаметр 2 мм, марка Э42	т	0,000074	72054,16		5,39				
	C111-1848	Болти будівельні з гайками та шайбами	т	0,002737	68994,02		188,87				
	C130-1125	Повітроводи класу Н з тонколистової оцинкованої з неперервних ліній сталі товщиною 0,5 мм, прямокутного перерізу, розмір більшої сторони до 250 мм <i>Разом матеріалів</i>	м2	18,25	564,16		10295,92				
							11293,46				
9	КБ20-3-10	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі 400x300 класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм, периметром від 1100 до 1600 мм <i>У тому числі матеріали:</i>	100м2	0,153	<u>80973,94</u> 15538,41	<u>441,31</u> 138,07	12389	2377	<u>68</u> 21	<u>207,4000</u> 1,6753	<u>31,73</u> 0,26
	C111-27	Азбестовий шнур загального призначення [ШАОН-1], діаметр 8,0-10,0 мм	т	0,001285	348934,85		448,45				
	C111-306	Вироби гумові технічні морозостійкі	кг	1,15974	130,66		151,53				
	C111-605	Мастика герметизувальна нетверднуча "Гелан"	т	0,000785	50044,23		39,28				
	C111-1504	Електроди, діаметр 2 мм, марка Э42	т	0,000059	72054,16		4,30				
	C111-1848	Болти будівельні з гайками та шайбами	т	0,001683	68994,02		116,12				
	C130-1128	Повітроводи класу Н з тонколистової оцинкованої з неперервних ліній сталі товщиною 0,7 мм, прямокутного перерізу, розмір більшої сторони від 300 до 1000 мм	м2	15,3	600,29		9184,44				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		<i>Разом матеріалів</i>					9944,12				
10	КБ20-3-11	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі 500х400 класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм, периметром до 2400 мм <i>У тому числі матеріали:</i>	100м2	0,273	<u>77941,26</u> 11692,02	<u>346,00</u> 103,19	21278	3192	<u>94</u> 28	<u>156,0600</u> 1,2521	<u>42,6</u> 0,34
	C111-27	Азбестовий шнур загального призначення [ШАОН-1], діаметр 8,0-10,0 мм	т	0,003003	348934,85		1047,85				
	C111-306	Вироби гумові технічні морозостійкі	кг	2,70543	130,66		353,49				
	C111-605	Мастика герметизувальна нетверднуча "Гелан"	т	0,000734	50044,23		36,75				
				4							
	C111-1504	Електроди, діаметр 2 мм, марка Э42	т	0,000101	72054,16		7,28				
	C111-1848	Болти будівельні з гайками та шайбами	т	0,002184	68994,02		150,68				
	C130-1128	Повітроводи класу Н з тонколистової оцинкованої з неперервних ліній сталі товщиною 0,7 мм, прямокутного перерізу, розмір більшої сторони від 300 до 1000 мм <i>Енергоносії машин, врахованих в складі загальновиробничих витрат</i>	м2	27,3	600,29		16387,92				
	C1999-9005	Мастильні матеріали	кг	0,046655	163,15		7,61				
				7							
		<i>Разом матеріалів</i>					17991,58				
11	КБ20-3-11	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі 600х400 класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм, периметром до 2400 мм <i>У тому числі матеріали:</i>	100м2	0,28	<u>77941,26</u> 11692,02	<u>346,00</u> 103,19	21824	3274	<u>97</u> 29	<u>156,0600</u> 1,2521	<u>43,7</u> 0,35
	C111-27	Азбестовий шнур загального призначення [ШАОН-1], діаметр 8,0-10,0 мм	т	0,00308	348934,85		1074,72				
	C111-306	Вироби гумові технічні морозостійкі	кг	2,7748	130,66		362,56				
	C111-605	Мастика герметизувальна нетверднуча "Гелан"	т	0,000753	50044,23		37,69				
				2							
	C111-1504	Електроди, діаметр 2 мм, марка Э42	т	0,000103	72054,16		7,46				
				6							
	C111-1848	Болти будівельні з гайками та шайбами	т	0,00224	68994,02		154,55				
	C130-1128	Повітроводи класу Н з тонколистової оцинкованої з неперервних ліній сталі товщиною 0,7 мм, прямокутного перерізу, розмір більшої сторони від 300 до 1000 мм	м2	28	600,29		16808,12				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	C1999-9005	<i>Енергоносії машин, врахованих в складі загальнопромислових витрат</i> <i>Мастильні матеріали</i> <i>Разом матеріалів</i>	кг	0,047852	163,15		7,81 18452,91				
12	КБ20-3-11	Прокладання повітроводів з оцинкованої 750х400 сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм, периметром до 2400 мм <i>У тому числі матеріали:</i>	100м2	0,415	<u>77941,26</u> 11692,02	<u>346,00</u> 103,19	32346	4852	<u>144</u> 43	<u>156,0600</u> 1,2521	<u>64,76</u> 0,52
	C111-27	<i>Азбестовий шнур загального призначення [ШАОН-1], діаметр 8,0-10,0 мм</i>	т	0,004565	348934,85		1592,89				
	C111-306	<i>Вироби гумові технічні морозостійкі</i>	кг	4,11265	130,66		537,36				
	C111-605	<i>Мастика герметизувальна нетверднуча "Гелан"</i>	т	0,001116	50044,23		55,87				
	C111-1504	<i>Електроди, діаметр 2 мм, марка Э42</i>	т	0,000153	72054,16		11,06				
	C111-1848	<i>Болти будівельні з гайками та шайбами</i>	т	0,00332	68994,02		229,06				
	C130-1128	<i>Повітроводи класу Н з тонколистової оцинкованої з неперервних ліній сталі товщиною 0,7 мм, прямокутного перерізу, розмір більшої сторони від 300 до 1000 мм</i> <i>Енергоносії машин, врахованих в складі загальнопромислових витрат</i>	м2	41,5	600,29		24912,04				
	C1999-9005	<i>Мастильні матеріали</i> <i>Разом матеріалів</i>	кг	0,070923	163,15		11,57 27349,85				
13	КБ20-3-12	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі 900х600 класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм, периметром до 3200 мм <i>У тому числі матеріали:</i>	100м2	0,12	<u>75444,07</u> 9450,41	<u>352,95</u> 105,39	9053	1134	<u>42</u> 13	<u>126,1400</u> 1,2787	<u>15,14</u> 0,15
	C111-27	<i>Азбестовий шнур загального призначення [ШАОН-1], діаметр 8,0-10,0 мм</i>	т	0,00132	348934,85		460,59				
	C111-306	<i>Вироби гумові технічні морозостійкі</i>	кг	1,0908	130,66		142,52				
	C111-605	<i>Мастика герметизувальна нетверднуча "Гелан"</i>	т	0,000288	50044,23		14,41				
	C111-1504	<i>Електроди, діаметр 2 мм, марка Э42</i>	т	0,000039	72054,16		2,85				
	C111-1848	<i>Болти будівельні з гайками та шайбами</i>	т	0,00072	68994,02		49,68				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	C130-1128	Повітроводи класу Н з тонколистової оцинкованої з неперервних ліній сталі товщиною 0,7 мм, прямокутного перерізу, розмір більшої сторони від 300 до 1000 мм Енергоносії машин, врахованих в складі загальновиробничих витрат	м2	12	600,29		7203,48				
	C1999-9005	Мастильні матеріали Разом матеріалів	кг	0,020508	163,15		3,35 7876,89				
14	КБ20-3-13	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі 900х700 класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм, периметром до 3600 мм У тому числі матеріали:	100м2	0,65	75007,04 8698,96	334,58 98,31	48755	5654	217 64	116,1100 1,1928	75,47 0,78
	C111-27	Азбестовий шнур загального призначення [ШАОН-1], діаметр 8,0-10,0 мм	т	0,00715	348934,85		2494,88				
	C111-306	Вироби гумові технічні морозостійкі	кг	6,4415	130,66		841,65				
	C111-605	Мастика герметизувальна нетверднуча "Гелан"	т	0,001085	50044,23		54,32				
	C111-1504	Електроди, діаметр 2 мм, марка Э42	т	0,000214	72054,16		15,46				
	C111-1848	Болти будівельні з гайками та шайбами	т	0,00637	68994,02		439,49				
	C130-1128	Повітроводи класу Н з тонколистової оцинкованої з неперервних ліній сталі товщиною 0,7 мм, прямокутного перерізу, розмір більшої сторони від 300 до 1000 мм Енергоносії машин, врахованих в складі загальновиробничих витрат	м2	65	600,29		39018,85				
	C1999-9005	Мастильні матеріали Разом матеріалів	кг	0,111085	163,15		18,12 42882,77				
15	КБ20-3-14	Прокладання повітроводів з оцинкованої сталі 1200х700 класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм, периметром 4000 мм У тому числі матеріали:	100м2	0,058	74038,35 7947,51	317,19 92,83	4294	461	18 5	106,0800 1,1263	6,15 0,07
	C111-27	Азбестовий шнур загального призначення [ШАОН-1], діаметр 8,0-10,0 мм	т	0,000638	348934,85		222,62				
	C111-306	Вироби гумові технічні морозостійкі	кг	0,57478	130,66		75,10				
	C111-605	Мастика герметизувальна нетверднуча "Гелан"	т	0,000097	50044,23		4,85				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	C111-1504	Електроди, діаметр 2 мм, марка Э42	m	0,0000168	72054,16		1,21				
	C111-1848	Болти будівельні з гайками та шайбами	m	0,000406	68994,02		28,01				
	C130-1128	Повітроводи класу Н з тонколистової оцинкованої з неперервних ліній сталі товщиною 0,7 мм, прямокутного перерізу, розмір більшої сторони від 300 до 1000 мм	m2	5,8	600,29		3481,68				
	C1999-9005	Енергоносії машин, врахованих в складі загальновиробничих витрат	кг	0,0085666	163,15		1,40				
		Мастильні матеріали									
		Разом матеріалів					3814,88				
16 &	C118-13-3-112	Кріплення повітроводів та обладнання	т	0,086	36287,32	-	3121	-	-	-	-
варіант 1						-					
		Разом прямі витрати по кошторису					567522	38950	3066878		511,6410,6
		Разом будівельні роботи, грн.					567522				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.					525506				
		всього заробітна плата, грн.					39828				
		Загальновиробничі витрати, грн.					21974				
		трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.					52,32				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					6684				
		Всього будівельні роботи, грн.					589496				

		Всього по кошторису					589496				
		Кошторисна трудоємність, люд.год.					574,56				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		Кошторисна заробітна плата, грн.						46512				

Склав

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

РОЗДІЛ 6

ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Освітлюваність робочих місць

Світлові випромінювання – це електромагнітні випромінювання певної частки оптичного діапазону. За довжиною хвилі оптичні випромінювання знаходяться в діапазоні довжини хвилі від 10 до 340000 нм. У цьому діапазоні видимі випромінювання займають незначну ділянку – діапазон від 380 до 760 нм. Таким чином, при однаковому енергетичному рівні оптичні випромінювання з довжиною хвилі 380–760 нм сприймаються органами зору людини, а за межами цього хвильового діапазону не сприймаються.

Світло – один із суттєвих чинників виробничого середовища, завдяки якому забезпечується зоровий зв'язок працівника з його оточенням. Відомо, що біля 80% всієї інформації про навколишнє середовище надходить до людини через очі – наш зоровий апарат. Правильно організоване освітлення позитивно впливає на діяльність центральної нервової системи, знижує енерговитрати організму на виконання певної роботи, що сприяє підвищенню працездатності людини, продуктивності праці і якості продукції, зниженню виробничого травматизму тощо. Так, наприклад, збільшення освітленості від 100 до 1000 люкс при напруженій зоровій роботі приводить до підвищення продуктивності праці на 10–20%, зменшення браку на 20%, зниження кількості нещасних випадків на 30%. Вважають, що 5% травм можуть спричинюватись такою професійною хворобою як робоча міокопія (короткозорість).

Слід відмітити особливо важливу роль в життєдіяльності людини природного освітлення, його ультрафіолетової частини спектру. Природне освітлення стимулює біохімічні процеси в організмі, поліпшує обмін речовин, загартовує організм, йому властива проти бактеріцидна дія тощо. У зв'язку з цим при недостатньому природному освітленні в умовах виробництва санітарно-гігієнічні нормативи вимагають у системі штучного освітлення застосовувати джерела штучного світла з підвищеною складовою ультрафіолетового випромінювання - еритемні джерела світла.

Спроможність зорового сприйняття визначається енергетичними, просторовими, часовими та інформаційними характеристиками сигналів, що надходять до людини. Видимість об'єкту залежить від властивості ока, а також освітлення (або власного світла об'єкту).

Під час здійснення будь-якої трудової діяльності втомлюваність очей, в основному, залежить від напруженості процесів, що супроводжують зорове сприйняття. До таких процесів відносяться адаптація, акомодация, конвергенція.

Адаптація – здатність ока пристосовуватися до різної освітленості звуженням і розширенням зіниці в діапазоні 2–8 мм.

Акомодация – пристосування ока до зрозумілого бачення предметів, що знаходяться від нього на різній відстані, за рахунок зміни кривизни кришталика.

Конвергенція – здатність ока при розгляданні близьких предметів займати положення, при якому зорові осі обох очей перетинаються на предметі.

6.2 Види виробничого освітлення

Залежно від джерел світла освітлення може бути природним, що створюється прямими сонячними променями та розсіяним світлом небосхилу; штучним, що створюється електричними джерелами світла, та суміщеним, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

Природне освітлення поділяється на: бокове (одно або двобічне), що здійснюється через світлові отвори (вікна) в зовнішніх стінах; верхнє, здійснюється через отвори (ліхтарі) в дахах і перекриттях; комбіноване – поєднання верхнього та бокового освітлення.

Штучне освітлення може бути загальним та комбінованим. Загальне освітлення передбачає розміщення світильників у верхній зоні приміщення (не нижче 2,5 м над підлогою) для здійснення загального рівномірного або загального локалізованого освітлення (з урахуванням розташування обладнання та робочих місць). Місцеве освітлення створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях. Комбіноване освітлення складається із

загального та місцевого. Його доцільно застосувати при роботах високої точності, а також, якщо необхідно створити певний або змінний, в процесі роботи, напрямок світла. Одне місцеве освітлення у виробничих приміщеннях заборонене.

За функціональним призначенням штучне освітлення поділяється на робоче, чергове, аварійне, евакуаційне, охоронне .

Робоче освітлення створює необхідні умови для нормальної трудової діяльності людини.

Чергове освітлення – знижений рівень освітлення, що передбачається у неробочий час, при цьому використовують частину світильників інших видів освітлення.

Аварійне освітлення вмикається при вимиканні робочого освітлення. Світильники аварійного освітлення живляться від автономного джерела і повинні забезпечувати освітленість не менше 5% величини робочого освітлення, але не менше 2 лк на робочих поверхнях виробничих приміщень і не менше 1 лк на території підприємства.

Евакуаційне освітлення вмикається для евакуації людей з приміщення під час виникнення небезпеки. Воно встановлюється у виробничих приміщеннях з кількістю працюючих більше 50, а також у приміщеннях громадських та допоміжних будівель промислових підприємств, якщо в них одночасно можуть знаходитися більше 100 чоловік. Евакуаційна освітленість у приміщеннях має бути 0,5 лк, поза приміщенням – 0,2 лк.

Охоронне освітлення передбачається вздовж границь територій, що охороняються, і має забезпечувати освітленість 0,5 лк.

6.3 Основні вимоги до виробничого освітлення

Для створення сприятливих умов зорової роботи освітлення робочих приміщень повинне задовольняти таким умовам:

- рівень освітленості робочих поверхонь має відповідати гігієнічним нормам для даного виду роботи згідно до ДБН В. 2.5 -28 – 2018 «Природне та штучне освітлення» ;
- мають бути забезпечені рівномірність та часова стабільність рівня освітленості у приміщенні, відсутність різких контрастів між освітленістю робочої поверхні та навколишнього простору, відсутність на робочій поверхні різких тіней (особливо рухомих);
- у полі зору предмета не повинно створювати сліпучого блиску;
- штучне світло, що використовується на підприємствах, за своїм спектральним складом має наближатися до природного;
- не створювати небезпечних та шкідливих факторів (шум, теплові випромінювання, небезпеку ураження струмом, пожежо- та вибухонебезпечність);
- бути надійним, простим в експлуатації та економічним.

6.4 Штучне освітлення

Штучне освітлення передбачається у всіх приміщеннях будівель, а також на відкритих робочих ділянках, місцях проходу людей та руху транспорту.

Штучне освітлення проектується для двох систем: загальне (рівномірне або локалізоване) та комбіноване (до загального додається місцеве).

При штучному освітленні нормативною величиною є абсолютне значення освітленості, яке залежить від характеристики зорової праці та системи освітлення (загальне, комбіноване). Всього визначено вісім розрядів (в залежності від розміру об'єкта розпізнавання), в свою чергу розряди (I–V) містять чотири підрозряди (а, б, в, г) – в залежності від контрасту між об'єктом і фоном та характеристики фону (коефіцієнта відбиття). Найбільша нормована освітленість складає 5000 лк (розряд I а), а найменша – 30 лк (розряд VIII в). Витяг з ДБН В. 2.5 -28 – 2018 «Природне та штучне освітлення» нормативних значень освітлення приводиться у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Нормативні значення освітлення

Характеристика та розряд зорової роботи	Найменший лінійний розмір об'єкта розпізнавання, мм	Штучне освітлення, лк		Природне освітлення, КПОШ, %	
		комбіноване	загальне	верхнє	бокове
Найвищої точності – I	менше 0,15	5000–1500	1500–400	10	3,5
Дуже високої точності – II	0,15–0,3	4000–1000	1250–300	7	2,5
Високої точності – III	0,3–0,5	2000–400	500–200	5	2
Середньої точності – IV	0,5–1	750–300	300–150	4	1,5
Малої точності – V	1–5	300–200	200–100	3	1
Груба – VI	більше 5	–	150	2	0,5
Робота з матеріалами, що світяться – VII	більше 0,5	–	200	3	1
Загальне спостереження за ходом технологічного процесу – VIII	–	–	75–30	1	0,3

Як джерела світла при штучному освітленні використовуються лампи розжарювання та газорозрядні лампи. Основними характеристиками джерел світла є номінальна напруга, споживана потужність, світловий потік, питома світлова віддача та строк служби.

У газорозрядних лампах балон наповнюється парами ртуті та інертним газом, на внутрішню поверхню балона можа наноситись люмінофор. Газорозрядні лампи бувають низького (люмінесцентні) та високого тиску. Люмінесцентні лампи мають великий строк служби (10000 год), більшу світлову віддачу (50–80 лм/Вт), малу яскравість поверхні, що світиться, кращий спектральний склад світла – ближчий до денного. До недоліків люмінесцентних ламп відноситься: пульсація світлового потоку, нестійка робота при низьких температурах і зниженій напрузі та більш складна схема вмикання. Пульсація світлового потоку негативно впливає на стан зору, а також може викликати стробоскопічний ефект, який полягає у тому, що

частини обладнання, що обертаються, здаються нерухомими або такими, що обертаються у протилежному напрямі. Стробоскопічний ефект можна знизити вмиканням сусідніх ламп у різні фази мережі, але повністю усунути його не вдається. Зниження негативної дії пульсуючого світлового потоку здійснюють підвищенням частоти (до 11 кГц) струму живлення, що пов'язано з інерційною характеристикою формування зорового образу.

Розрізняють кілька типів люмінесцентних ламп залежно від спектрального складу світла: ЛД – лампи денні, ЛБ – білі, ЛДЦ – денного світла правильної кольорової передачі, ЛТБ – теплобілі, ЛХБ – холоднобілі.

Лампи високого тиску – дугові ртутні (ДРЛ) та натрієві лампи (ДНаТ) мають строк служби більш 10000 год та світловіддачу відповідно 50 і 130 лм/Вт.

У галогенних лампах колби наповнені парами галогену (йоду або броду). За принципом дії вони бувають розжарювання, газорозрядні і металогалогенові. Галогенні лампи мають строк служби (2000–5000 год) і світловіддачу (20–75 лм/Вт).

Джерело світла (лампи) разом з освітлюваною арматурою складає світильник. Він забезпечує кріплення лампи, подачу до неї електричної енергії, запобігання забрудненню, механічному пошкодженню, а також вибухову і пожежобезпеку та електробезпеку. Здатність світильника захищати очі працюючого від надмірної яскравості джерела характеризується захисним кутом.

При проектуванні освітлювальних установок необхідно, дотримуючись норм та правил освітлення, визначити потребу в освітлювальних пристроях, установчих матеріалах і конструкціях, а також в електричній енергії. Проект, як правило, складається з чотирьох частин: світлотехнічної, електричної, конструктивної та кошторисно - фінансової.

Світлотехнічна частина передбачає виконання таких робіт:

знайомство з об'єктом проектування, яке полягає в оцінці характеру й точності зорової роботи на кожному робочому місці; при цьому обов'язково треба встановити роль зору у виробничому процесі, мінімальні розміри об'єктів розрізнення та відстань від них до очей працюючого; визначити коефіцієнт відбиття робочих поверхонь і об'єктів розрізнення, розташування робочих поверхонь

у просторі, бажану спрямованість світла, наявність об'єктів розрізнення, що рухаються, можливість збільшення контрасту об'єкта з фоном, можливість виникнення травматично небезпечних ситуацій, стробоскопічного ефекту; виявити конструкції та об'єкти, на яких можна розмістити освітлювальні прилади, а також конструкції та об'єкти, які можуть утворювати тіні тощо;

вибір системи освітлення, який визначається вимогами до якості освітлення та економічності установки освітлення;

вибір джерела світла, що визначається вимогами до спектрального складу випромінювання, питомою світловою віддачею, одиничною потужністю ламп, а також пульсацією світлового потоку;

визначення норм освітленості та інших нормативних параметрів освітлення для даного виду робіт відповідно до точності робіт, системи освітлення та вибраного джерела світла;

вибір приладу освітлення, що регламентується його конструктивним виконанням за умовами середовища, кривою світлорозподілу, коефіцієнтом корисної дії та величиною блиску;

вибір висоти підвісу світильників здійснюється, як правило, сумісно з вибором варіанту їх розташування і визначається в основному найвигіднішим відношенням $L:h$ (відстань між світильниками до розрахункової висоти підвісу), а також умовами засліплення; залежно від кривої світлорозподілу (типу світильника) відношення $L:h$ прийнято від 0,9 до 2,0.

Після визначення основних параметрів освітлювальної установки (нормованої освітленості, системи освітлення, типу освітлювальних приладів та схеми їх розташування) приступають до світлотехнічних розрахунків.

Розрахунок освітлювальної установки може бути виконано різними способами, які базуються на двох основних методах розрахунків: за світловим потоком і точковий. Найбільш розповсюджений в проектній практиці розрахунок за методом коефіцієнта використання потоку світла. Цей метод використовується для розрахунку загального рівномірного освітлення і дає змогу визначити світловий потік джерел світла, необхідний для створення нормованого освітлення розрахункової

горизонтальної площини. Цим методом враховується прямий та відбитий (від стелі, стін та підлоги) потік світла.

6.5 Експлуатація освітлювальних установок

Ретельний і регулярний догляд за устаткуванням природного та штучного освітлення має важливе значення для створення раціональних умов освітлення, а саме, – забезпечення потрібних величин освітленості без додаткових витрат електроенергії. В приладах з газорозрядними лампами необхідно слідкувати за належним станом схем вмикання та пускорегулюючих апаратів, про несправність яких свідчить значний шум дроселів та блимання світла. Терміни чищення світильників та віконного скла в залежності від рівня пилу та газів в повітряному середовищі передбачаються діючими нормами (для віконного скла від двох до чотирьох разів на рік; для світильників – від чотирьох до дванадцяти раз на рік). Своєчасно повинна проводитися заміна несправних ламп та ламп, що відпрацювали робочий строк. Після заміни ламп та чищення світильників необхідно перевірити рівень освітленості в контрольних точках не рідше одного разу на рік. Фактично отримана освітленість повинна бути більшою або дорівнювати нормативній освітленості з урахуванням коефіцієнта запасу.

Для вимірювання рівнів освітленості на робочих поверхнях використовують люксметри, які складаються з фотоелемента та увімкненого до нього міліамперметра. При надходженні світлового потоку на фотоелемент у колі приладу виникає фотострум, пропорційний світловому потоку, що падає. Шкала приладу градується в одиницях освітленості – люксах, що дає змогу за показаннями приладу оцінити освітленість поверхні [25].

ЛІТЕРАТУРА

1. International Energy Agency, World Energy Statistics and Balances 2020 (database), IEA, Paris. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/world-energy-statistics-and-balances>
2. World Energy Outlook 2020, IEA, Paris. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2020>
3. Directive, 2002/91/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2002 on the Energy Performance of Buildings, Official Journal L (001), 04.01.2003, 0065–0071. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:001:0065:0071:en:PDF>
4. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <https://sae.gov.ua/uk>.
5. Lucas A, Chondrogiannis S. Smart grid energy storage controller for frequency regulation and peak shaving, using a vanadium redox flow battery. Int J Electr Power Energy Syst 2016;80:26–36. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0142061516000375>
6. Концепція реалізації державної політики у сфері забезпечення енергетичної ефективності будівель у частині збільшення кількості будівель з близьким до нульового рівнем споживання енергії: розпорядження Кабінету Міністрів України від 29 січня 2020 р. № 88-р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/88-2020-%D1%80#Text>
7. Ефективність утилізації теплоти в системах вентиляції / Дешко В.І., Суходуб І.О.; під заг. ред. В.І. Дешка. – К.: ІЕЕ НТУУ «КПІ», 2016. – 154 с.
8. Дешко В.І., Крот І.О. Утилізація теплоти в системах вентиляції // Нова Тема. — 2009. — № 2. — С. 9—11.
9. Рекуператор роторний або пластинчастий [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://aqua-life.ua/ua/info/rekuperator-rotorny-ili-plastinchatyy/>
10. Роторний рекуператор: високофункціональний регенеративний теплообмінник [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://aerostar.ua/ua/news/novosti/rotornij->

rekuperator-visokofunkcionalnij-regenerativnij-teploobminnik.html

- 11.Що таке рекуператор повітря? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.kondi.dp.ua/ua/novosti/chto-takoe-rekuperator-vozdruha>
- 12.Рекуператори: повна класифікація. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://aerostar.ua/ua/news/novosti/rekuperatori-povna-klasifikacija.html>
- 13.Системы VAV. Краткое описание. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://belimo.com.ua/files/VAV/VAV_book.pdf
- 14.Xiao F, Wang S. Progress and methodologies of lifecycle commissioning of HVAC systems to enhance building sustainability. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=7e0702aaf6e3ea3fa4ac7a74525c281b961ef1f8>
- 15.ДБН В. 2.5 – 67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово – комунального господарства України, 2013. – 113 с.
- 16.ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010 «Будівельна кліматологія». – К.: Мінрегіонбуд, 2010. – 123 с.
- 17.Зінич П.Л. Вентиляція громадських будівель :навчальний посібник Для студ. вищ. навч.закл. / П.Л. Зінич; Київськ. нац.. ун-т буд-ва і архіт. – К.: 2002, 255 с.
- 18.Каталог фанкойлів WITO [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://wito.com.ua/assets/storage/29/cube-line-catalog.pdf>
- 19.Каталог моделей чилерів Daikin EWAQ-DAYN [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.art-comfort.com.ua/products/chiller-daikin-ewa-q-dayn/>
20. ДБН В. 2.2 – 25:2009 «Підприємства харчування (заклади ресторанного господарства)». – К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2010. – 55 с.
21. ДБН В.2.2-9-2018 «Громадські будівлі та споруди». – К : Мінрегіонбуд, 2019. - 51 с.
- 22.Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Под ред. И. Г. Старовойта. – М.: Стройиздат, 1977. – 502 с.

23. Статистика погоди. Кліматичні дані за роками та місяцями [Електронний ресурс].
– Режим доступу: <https://meteopost.com/weather/climate/>
24. Автоматика [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://www.ccktm.com/index.php?route=cardfile/cardfile&cardfile_category_id=13
25. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського.
- К.: Основа, 2006 - 448 с.

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP		
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]		
Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53							
dPцк =		23355 Па		dPгр =		27 Па		dH =		-5.15 м		Lцк =	66.2 м
Избыток давления в кольце				dPизб = 96 Па									
П	А			0.40	80	92880	4.438	0.813	137.8	0.0	55		
П	А			1.25	80	92880	4.438	0.813	137.8	0.3	271		
П	А			3.00	65	61920	2.959	0.760	151.0	1.0	742		
П	А			1.00	50	30960	1.479	0.697	189.9	1.5	554		
П	А			5.00	50	25800	1.233	0.581	133.3	0.5	751		
П	А			2.15	50	23220	1.109	0.523	108.8	0.5	302		
П	А			2.15	50	20640	0.986	0.465	86.7	0.5	240		
П	А			5.00	40	15480	0.740	0.561	170.8	2.1	1186		
П	А			2.20	40	12900	0.616	0.467	120.2	1.1	380		
П	А			2.20	40	10320	0.493	0.374	78.4	1.1	246		
П	А			5.00	25	5160	0.247	0.401	149.9	1.0	830		
П	А			2.30	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.0	472		
П	А			0.60	20	2580	0.123	0.356	177.7	0.3	126		
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	25.3	1703		
				STROMAX-GM настройка 3.25				dn 20 мм					
				Kv = 3.525 м3/ч									
				потребит.: Vierro 53							8800		
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225		
О	А			1.00	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.3	195		
О	А			2.30	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.5	499		
О	А			5.00	25	5160	0.247	0.401	148.3	1.5	862		
О	А			2.20	40	10320	0.493	0.374	77.6	1.1	245		
О	А			2.20	40	12900	0.616	0.467	119.1	1.1	378		
О	А			5.00	40	15480	0.740	0.561	169.5	3.2	1346		
О	А			2.15	50	20640	0.986	0.465	85.9	0.5	239		
О	А			2.15	50	23220	1.109	0.523	107.9	0.5	300		
О	А			5.00	50	25800	1.233	0.581	132.3	0.5	746		
О	А			0.30	50	30960	1.479	0.697	188.6	1.0	300		
О	А			3.00	65	61920	2.959	0.761	150.1	1.5	885		
О	А			1.45	80	92880	4.438	0.813	137.0	0.3	298		
О	А			0.60	80	92880	4.438	0.813	137.0	0.0	82		

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53							
dPцк =		23355 Па		dPгр =		27 Па		dH =		-5.15 м		Lцк =	61.6 м
Избыток давления в кольце				dPизб = 334 Па									
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											5559		
П	А			0.60	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.5	202		

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	35.0	2316
				STROMAX-GM настройка 3.1 dn 20 мм							
				Kv = 2.994 м3/ч							
				потребит.: Vierro 53							8800
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225
О	А			1.00	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.0	239
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											5680

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53					
dPцк = 23355 Па		dPгр = 27 Па		dH = -5.15 м		Лцк = 57.3 м					
Избыток давления в кольце				dPизб = 172 Па							
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											4729
П	А			0.30	25	5160	0.247	0.401	149.9	1.5	165
П	А			2.85	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.5	602
П	А			0.30	20	2580	0.123	0.356	177.7	0.3	72
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	44.9	2945
				STROMAX-GM настройка 3 dn 20 мм							
				Kv = 2.640 м3/ч							
				потребит.: Vierro 53							8800
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225
О	А			0.50	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.3	107
О	А			2.85	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.0	564
О	А			0.50	25	5160	0.247	0.401	148.3	1.0	155
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											4818

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53					
dPцк = 23355 Па		dPгр = 27 Па		dH = -5.15 м		Лцк = 51.6 м					
Избыток давления в кольце				dPизб = 89 Па							
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											4894
П	А			0.30	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.0	117
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	62.7	4074
				STROMAX-GM настройка 2.8 dn 20 мм							
				Kv = 2.232 м3/ч							
				потребит.: Vierro 53							8800
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225
О	А			0.50	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.5	183
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											4972

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP		
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]		
Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53							
dPцк =		23355 Па		dPгр =		27 Па		dH =		-5.15 м		Lцк =	47.2 м
Избыток давления в кольце				dРизб = 371 Па									
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											4483		
П	А			0.60	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.5	202		
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	68.8	4462		
				STROMAX-GM настройка 2.75				dn 20 мм					
				Kv = 2.130 м3/ч									
				потребит.: Vierro 53								8800	
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225		
О	А			1.00	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.0	239		
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											4573		

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53							
dPцк =		23355 Па		dPгр =		27 Па		dH =		-5.15 м		Lцк =	42.8 м
Избыток давления в кольце				dРизб = 680 Па									
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											4103		
П	А			0.60	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.5	202		
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	75.9	4910		
				STROMAX-GM настройка 2.7				dn 20 мм					
				Kv = 2.028 м3/ч									
				потребит.: Vierro 53								8800	
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225		
О	А			1.00	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.0	239		
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											4196		

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53							
dPцк =		23355 Па		dPгр =		27 Па		dH =		-5.15 м		Lцк =	38.5 м
Избыток давления в кольце				dРизб = 857 Па									
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											2916		
П	А			0.30	25	5160	0.247	0.401	149.9	1.5	165		
П	А			2.85	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.5	602		
П	А			0.30	20	2580	0.123	0.356	177.7	0.3	72		
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	93.8	6042		
				STROMAX-GM настройка 2.6				dn 20 мм					
				Kv = 1.824 м3/ч									
				потребит.: Vierro 53								8800	
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225		
О	А			0.50	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.3	107		
О	А			2.85	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.0	564		
О	А			0.50	25	5160	0.247	0.401	148.3	1.0	155		
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											2849		

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP		
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]		
Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53							
dPцк =		23355 Па		dPгр =		27 Па		dH =		-5.15 м		Lцк =	32.8 м
Избыток давления в кольце				dРизб = 315 Па									
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											3082		
П	А			0.30	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.0	117		
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	118.8	7629		
				STROMAX-GM настройка 2.5				dn 20 мм					
				Kv = 1.620 м3/ч									
				потребит.: Vierro 53								8800	
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225		
О	А			0.50	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.5	183		
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											3004		

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53							
dPцк =		23355 Па		dPгр =		27 Па		dH =		-5.15 м		Lцк =	28.5 м
Избыток давления в кольце				dРизб = 973 Па									
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											2676		
П	А			0.60	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.5	202		
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	118.8	7629		
				STROMAX-GM настройка 2.5				dn 20 мм					
				Kv = 1.620 м3/ч									
				потребит.: Vierro 53								8800	
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225		
О	А			1.00	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.0	239		
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											2611		

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53							
dPцк =		23355 Па		dPгр =		27 Па		dH =		-5.15 м		Lцк =	24.2 м
Избыток давления в кольце				dРизб = 1576 Па									
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											2374		
П	А			0.60	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.5	202		
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	118.8	7629		
				STROMAX-GM настройка 2.5				dn 20 мм					
				Kv = 1.620 м3/ч									
				потребит.: Vierro 53								8800	
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225		
О	А			1.00	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.0	239		
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											2310		

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP		
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]		
Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53							
dPцк =		23355 Па		dPгр =		27 Па		dH =		-5.15 м		Lцк =	19.9 м
Избыток давления в кольце				dPизб = 1048 Па									
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											1623		
П	А			0.30	25	5160	0.247	0.401	149.9	1.5	165		
П	А			2.85	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.5	602		
П	А			0.30	20	2580	0.123	0.356	177.7	0.3	72		
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	131.4	8429		
				STROMAX-GM настройка 2.4				dn 20 мм					
								Kv = 1.540 м3/ч					
				потребит.: Vierro 53							8800		
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225		
О	А			0.50	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.3	107		
О	А			2.85	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.0	564		
О	А			0.50	25	5160	0.247	0.401	148.3	1.0	155		
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											1564		

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53							
dPцк =		23355 Па		dPгр =		27 Па		dH =		-5.15 м		Lцк =	14.2 м
Избыток давления в кольце				dPизб = 629 Па									
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											1788		
П	А			0.30	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.0	117		
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	154.5	9894		
				STROMAX-GM настройка 2.25				dn 20 мм					
								Kv = 1.420 м3/ч					
				потребит.: Vierro 53							8800		
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225		
О	А			0.50	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.5	183		
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											1719		

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53							
dPцк =		23371 Па		dPгр =		43 Па		dH =		-8.15 м		Lцк =	72.2 м
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											1068		
П	А			3.00	50	30960	1.479	0.697	189.9	1.0	812		
П	А			1.00	50	30960	1.479	0.697	189.9	0.3	263		
П	А			5.00	50	25800	1.233	0.581	133.3	0.5	751		
П	А			2.15	50	23220	1.109	0.523	108.8	0.5	302		
П	А			2.15	50	20640	0.986	0.465	86.7	0.5	240		
П	А			5.00	40	15480	0.740	0.561	170.8	2.1	1186		
П	А			2.20	40	12900	0.616	0.467	120.2	1.1	380		
П	А			2.20	40	10320	0.493	0.374	78.4	1.1	246		
П	А			5.00	25	5160	0.247	0.401	149.9	1.0	830		

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стойак	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
П	А			2.30	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.0	472
П	А			0.60	20	2580	0.123	0.356	177.7	0.3	126
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	6.9	533
				STROMAX-GM настройка 6 dn 20 мм							
				Kv = 6.880 м3/ч							
				потребит.: Vierro 53							8800
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225
О	А			1.00	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.3	195
О	А			2.30	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.5	499
О	А			5.00	25	5160	0.247	0.401	148.3	1.5	862
О	А			2.20	40	10320	0.493	0.374	77.6	1.1	245
О	А			2.20	40	12900	0.616	0.467	119.1	1.1	378
О	А			5.00	40	15480	0.740	0.561	169.5	3.2	1346
О	А			2.15	50	20640	0.986	0.465	85.9	0.5	239
О	А			2.15	50	23220	1.109	0.523	107.9	0.5	300
О	А			5.00	50	25800	1.233	0.581	132.3	0.5	746
О	А			0.30	50	30960	1.479	0.697	188.6	0.3	130
О	А			3.00	50	30960	1.479	0.697	188.6	1.5	931
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											1265

Стойак		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53									
dP _{цк} =		23371 Па		dP _{гп} =		43 Па		dH =		-8.15 м		L _{цк} =		67.6 м	
Избыток давления в кольце				dP _{изб} =								69 Па			
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:												6080			
П	А			0.60	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.5	202				
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	19.2	1315				
				STROMAX-GM настройка 3.4 dn 20 мм											
				Kv = 4.056 м3/ч											
				потребит.: Vierro 53							8800				
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225				
О	А			1.00	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.0	239				
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:												6440			

Стойак		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53									
dP _{цк} =		23371 Па		dP _{гп} =		43 Па		dH =		-8.15 м		L _{цк} =		63.3 м	
Избыток давления в кольце				dP _{изб} =								149 Па			
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:												5250			
П	А			0.30	25	5160	0.247	0.401	149.9	1.5	165				
П	А			2.85	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.5	602				
П	А			0.30	20	2580	0.123	0.356	177.7	0.3	72				

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	25.3	1703
				STROMAX-GM настройка 3.25 dn 20 мм							
				Kv = 3.525 м3/ч							
				потребит.: Vierro 53							8800
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225
О	А			0.50	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.3	107
О	А			2.85	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.0	564
О	А			0.50	25	5160	0.247	0.401	148.3	1.0	155
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											5578

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53					
dPцк = 23371 Па		dPгр = 43 Па		dH = -8.15 м		Lцк = 57.6 м					
Избыток давления в кольце				dPизб = 296 Па							
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											5415
П	А			0.30	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.0	117
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	39.5	2601
				STROMAX-GM настройка 3.05 dn 20 мм							
				Kv = 2.817 м3/ч							
				потребит.: Vierro 53							8800
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225
О	А			0.50	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.5	183
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											5733

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53					
dPцк = 23371 Па		dPгр = 43 Па		dH = -8.15 м		Lцк = 53.2 м					
Избыток давления в кольце				dPизб = 128 Па							
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											5004
П	А			0.60	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.5	202
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	52.7	3439
				STROMAX-GM настройка 2.9 dn 20 мм							
				Kv = 2.436 м3/ч							
				потребит.: Vierro 53							8800
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225
О	А			1.00	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.0	239
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											5334

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53					
dPцк = 23371 Па		dPгр = 43 Па		dH = -8.15 м		Lцк = 48.8 м					
Избыток давления в кольце				dPизб = 251 Па							
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											4624
П	А			0.60	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.5	202

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	62.7	4074
				STROMAX-GM настройка 2.8 dn 20 мм							
				Kv = 2.232 м3/ч							
				потребит.: Vierro 53							8800
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225
О	А			1.00	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.0	239
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											4956

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53					
dPцк = 23371 Па		dPгр = 43 Па		dH = -8.15 м		Лцк = 44.5 м					
Избыток давления в кольце				dPизб = 723 Па							
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											3437
П	А			0.30	25	5160	0.247	0.401	149.9	1.5	165
П	А			2.85	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.5	602
П	А			0.30	20	2580	0.123	0.356	177.7	0.3	72
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	75.9	4910
				STROMAX-GM настройка 2.7 dn 20 мм							
				Kv = 2.028 м3/ч							
				потребит.: Vierro 53							8800
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225
О	А			0.50	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.3	107
О	А			2.85	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.0	564
О	А			0.50	25	5160	0.247	0.401	148.3	1.0	155
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											3610

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53					
dPцк = 23371 Па		dPгр = 43 Па		dH = -8.15 м		Лцк = 38.8 м					
Избыток давления в кольце				dPизб = 636 Па							
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											3603
П	А			0.30	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.0	117
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	93.8	6042
				STROMAX-GM настройка 2.6 dn 20 мм							
				Kv = 1.824 м3/ч							
				потребит.: Vierro 53							8800
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225
О	А			0.50	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.5	183
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											3764

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP		
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]		
Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53							
dPцк =		23371 Па		dPгр =		43 Па		dH =		-8.15 м		Lцк =	34.5 м
Избыток давления в кольце				dРизб = 571 Па									
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											3197		
П	А			0.60	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.5	202		
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	105.2	6765		
				STROMAX-GM настройка 2.55				dn 20 мм					
				Kv = 1.722 м3/ч									
				потребит.: Vierro 53								8800	
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225		
О	А			1.00	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.0	239		
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											3371		

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53							
dPцк =		23371 Па		dPгр =		43 Па		dH =		-8.15 м		Lцк =	30.2 м
Избыток давления в кольце				dРизб = 310 Па									
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											2895		
П	А			0.60	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.5	202		
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	118.8	7629		
				STROMAX-GM настройка 2.5				dn 20 мм					
				Kv = 1.620 м3/ч									
				потребит.: Vierro 53								8800	
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225		
О	А			1.00	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.0	239		
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											3071		

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53							
dPцк =		23371 Па		dPгр =		43 Па		dH =		-8.15 м		Lцк =	25.9 м
Избыток давления в кольце				dРизб = 583 Па									
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											2144		
П	А			0.30	25	5160	0.247	0.401	149.9	1.5	165		
П	А			2.85	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.5	602		
П	А			0.30	20	2580	0.123	0.356	177.7	0.3	72		
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	118.8	7629		
				STROMAX-GM настройка 2.5				dn 20 мм					
				Kv = 1.620 м3/ч									
				потребит.: Vierro 53								8800	
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225		
О	А			0.50	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.3	107		
О	А			2.85	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.0	564		
О	А			0.50	25	5160	0.247	0.401	148.3	1.0	155		
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											2325		

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP			
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]			
Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53								
dPцк =		23371 Па		dPгр =		43 Па		dH =		-8.15 м		Lцк =	20.2 м	
Избыток давления в кольце				dРизб = 828 Па										
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											2309			
П	А			0.30	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.0	117			
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	131.4	8429			
				STROMAX-GM настройка 2.4				dn 20 мм						
				Kv = 1.540 м3/ч										
				потребит.: Vierro 53								8800		
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225			
О	А			0.50	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.5	183			
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											2479			

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53								
dPцк =		23339 Па		dPгр =		11 Па		dH =		-2.15 м		Lцк =	60.2 м	
Избыток давления в кольце				dРизб = 464 Па										
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											326			
П	А			1.00	50	30960	1.479	0.697	189.9	1.5	554			
П	А			5.00	50	25800	1.233	0.581	133.3	0.5	751			
П	А			2.15	50	23220	1.109	0.523	108.8	0.5	302			
П	А			2.15	50	20640	0.986	0.465	86.7	0.5	240			
П	А			5.00	40	15480	0.740	0.561	170.8	2.1	1186			
П	А			2.20	40	12900	0.616	0.467	120.2	1.1	380			
П	А			2.20	40	10320	0.493	0.374	78.4	1.1	246			
П	А			5.00	25	5160	0.247	0.401	149.9	1.0	830			
П	А			2.30	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.0	472			
П	А			0.60	20	2580	0.123	0.356	177.7	0.3	126			
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	44.9	2945			
				STROMAX-GM настройка 3				dn 20 мм						
				Kv = 2.640 м3/ч										
				потребит.: Vierro 53								8800		
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225			
О	А			1.00	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.3	195			
О	А			2.30	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.5	499			
О	А			5.00	25	5160	0.247	0.401	148.3	1.5	862			
О	А			2.20	40	10320	0.493	0.374	77.6	1.1	245			
О	А			2.20	40	12900	0.616	0.467	119.1	1.1	378			
О	А			5.00	40	15480	0.740	0.561	169.5	3.2	1346			
О	А			2.15	50	20640	0.986	0.465	85.9	0.5	239			
О	А			2.15	50	23220	1.109	0.523	107.9	0.5	300			
О	А			5.00	50	25800	1.233	0.581	132.3	0.5	746			
О	А			0.30	50	30960	1.479	0.697	188.6	1.0	300			

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип уча	Тип тру	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
		Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											380

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53									
dPцк =		23339 Па		dPгр =		11 Па		dH =		-2.15 м		Лцк =		55.6 м	
Избыток давления в кольце				dPизб =								186 Па			
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											4817				
П	А			0.60	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.5	202				
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	62.7	4074				
				STROMAX-GM настройка 2.8				dn 20 мм							
								Kv = 2.232 м3/ч							
				потребит.: Vierro 53								8800			
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225				
О	А			1.00	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.0	239				
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											4796				

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53									
dPцк =		23339 Па		dPгр =		11 Па		dH =		-2.15 м		Лцк =		51.3 м	
Избыток давления в кольце				dPизб =								266 Па			
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											3987				
П	А			0.30	25	5160	0.247	0.401	149.9	1.5	165				
П	А			2.85	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.5	602				
П	А			0.30	20	2580	0.123	0.356	177.7	0.3	72				
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	68.8	4462				
				STROMAX-GM настройка 2.75				dn 20 мм							
								Kv = 2.130 м3/ч							
				потребит.: Vierro 53								8800			
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225				
О	А			0.50	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.3	107				
О	А			2.85	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.0	564				
О	А			0.50	25	5160	0.247	0.401	148.3	1.0	155				
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											3933				

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53									
dPцк =		23339 Па		dPгр =		11 Па		dH =		-2.15 м		Лцк =		45.6 м	
Избыток давления в кольце				dPизб =								864 Па			
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											4152				
П	А			0.30	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.0	117				
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	75.9	4910				
				STROMAX-GM настройка 2.7				dn 20 мм							
								Kv = 2.028 м3/ч							
				потребит.: Vierro 53								8800			
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225				

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
О	А			0.50	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.5	183
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											4088

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53							
dPцк =		23339 Па		dPгр =		11 Па		dH =		-2.15 м		Лцк =	41.2 м
Избыток давления в кольце				dPизб =								401 Па	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											3740		
П	А			0.60	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.5	202		
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	93.8	6042		
				STROMAX-GM настройка 2.6				dn 20 мм					
				Kv = 1.824 м3/ч									
потребит.: Vierro 53											8800		
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225		
О	А			1.00	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.0	239		
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											3689		

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53							
dPцк =		23339 Па		dPгр =		11 Па		dH =		-2.15 м		Лцк =	36.8 м
Избыток давления в кольце				dPизб =								1159 Па	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											3361		
П	А			0.60	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.5	202		
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	93.8	6042		
				STROMAX-GM настройка 2.6				dn 20 мм					
				Kv = 1.824 м3/ч									
потребит.: Vierro 53											8800		
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225		
О	А			1.00	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.0	239		
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											3311		

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53							
dPцк =		23339 Па		dPгр =		11 Па		dH =		-2.15 м		Лцк =	32.5 м
Избыток давления в кольце				dPизб =								881 Па	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											2174		
П	А			0.30	25	5160	0.247	0.401	149.9	1.5	165		
П	А			2.85	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.5	602		
П	А			0.30	20	2580	0.123	0.356	177.7	0.3	72		
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	118.8	7629		
				STROMAX-GM настройка 2.5				dn 20 мм					
				Kv = 1.620 м3/ч									
потребит.: Vierro 53											8800		
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225		
О	А			0.50	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.3	107		

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
О	А			2.85	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.0	564
О	А			0.50	25	5160	0.247	0.401	148.3	1.0	155
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											1965

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53									
dP _{цк} =		23339 Па		dP _{гр} =		11 Па		dH =		-2.15 м		L _{цк} =		26.8 м	
Избыток давления в кольце				dP _{изб} =								1125 Па			
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											2340				
П	А			0.30	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.0	117				
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	131.4	8429				
				STROMAX-GM настройка 2.4				dn 20 мм							
				Kv = 1.540 м3/ч											
				потребит.: Vierro 53								8800			
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225				
О	А			0.50	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.5	183				
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											2119				

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53									
dP _{цк} =		23339 Па		dP _{гр} =		11 Па		dH =		-2.15 м		L _{цк} =		22.5 м	
Избыток давления в кольце				dP _{изб} =								319 Па			
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											1934				
П	А			0.60	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.5	202				
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	154.5	9894				
				STROMAX-GM настройка 2.25				dn 20 мм							
				Kv = 1.420 м3/ч											
				потребит.: Vierro 53								8800			
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225				
О	А			1.00	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.0	239				
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											1726				

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53									
dP _{цк} =		23339 Па		dP _{гр} =		11 Па		dH =		-2.15 м		L _{цк} =		18.2 м	
Избыток давления в кольце				dP _{изб} =								922 Па			
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											1632				
П	А			0.60	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.5	202				
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	154.5	9894				
				STROMAX-GM настройка 2.25				dn 20 мм							
				Kv = 1.420 м3/ч											
				потребит.: Vierro 53								8800			
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225				
О	А			1.00	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.0	239				
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											1426				

Итоги - Циркуляционные кольца

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53					
dPцк =		23339 Па		dPгр =		11 Па		dH =		-2.15 м	
Lцк =		13.9 м									
Избыток давления в кольце				dPизб = 1195 Па							
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:										881	
П	А			0.30	25	5160	0.247	0.401	149.9	1.5	165
П	А			2.85	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.5	602
П	А			0.30	20	2580	0.123	0.356	177.7	0.3	72
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	154.5	9894
				STROMAX-GM настройка 2.25				dn 20 мм			
				Kv = 1.420 м3/ч							
				потребит.: Vierro 53							8800
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225
О	А			0.50	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.3	107
О	А			2.85	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.0	564
О	А			0.50	25	5160	0.247	0.401	148.3	1.0	155
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:										680	

Стояк		Цирк. кольцо потребит.:				Vierro 53					
dPцк =		23339 Па		dPгр =		11 Па		dH =		-2.15 м	
Lцк =		8.2 м									
Избыток давления в кольце				dPизб = 1665 Па							
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:										1046	
П	А			0.30	20	2580	0.123	0.356	177.7	1.0	117
П	А			0.55	20	2580	0.123	0.356	177.7	163.6	10469
				STROMAX-GM настройка 2.2				dn 20 мм			
				Kv = 1.380 м3/ч							
				потребит.: Vierro 53							8800
О	А			1.05	20	2580	0.123	0.356	175.6	0.6	225
О	А			0.50	20	2580	0.123	0.356	175.6	1.5	183
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:										834	

Материалы - Трубы

dn	N каталожный	L	V	M	Цена	Замечания
[мм]		[м]	[л]	[кг]	[]	
Символ: GO_10704 Произв-ль:						
Трубы стальные электросварные прямошовные, ГОСТ 10704-76, Tmax = 300 град. Pmax = 2.5 МПа						
20		165.9	57	188		
25		37.2	23	55		
40		56.4	74	120		
50		65.7	140	221		
65		6.0	23	30		
80		3.7	20	22		
Всего		334.9	338	636		
Всего		334.9	338	636		