ЗМІСТ

Вступ	
1.Літогляд	
1.1. Вимоги до систем забезпечення мікроклімату закладів освіти.	
1.2. Системи кондиціонування повітря із змінною витратою повітря. Принцип роботи. Вибір параметру регулювання кількості припливного повітря. Датчики температури, відносної вологості та концентрації CO_2.	
1.3. Проектування повітропроводів при умові застосування VAV - регуляторів. Принципи розміщення регуляторів в системі.	
1.4. Взаємодія приладів, встановлених на припливній та витяжній ділянках повітропроводів.	
2.Розрахунок систем опалення та вентиляції	
2.1.Характеристика об'єкту будівництва та географічний пункт будівництва.	
2.2.Розрахунок системи опалення.	
2.2.1.Теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій.	
2.2.2 Розрахунок тепловтрат огороджувальних конструкцій.	
2.2.3 Гідравлічний розрахунок.	
2.2.4 Підбір опалювальних приладів.	
2.3. Розрахунок системи вентиляції та кондиціонування повітря.	
2.3.1. Теплонадходження.	
2.3.2 Тепловий баланс.	
2.3.3 Надходження шкідливостей.	
2.3.4 Побудова процесів обробки повітря системи вентиляції за умови асиміляції волого та теплонадлишків.	
2.3.5 Розрахунок повітророзподільників та припливних струмин.	
2.3.6 Аеродинамічний розрахунок.	
2.3.7 Втрати тиску на подолання опору тертя.	
3. Порівняння роботи систем CAV та VAV.	
3.1. Висновки.	
4. Заходи енергоефективності.	

Гелю В.О.

5.Економіка будівництва	
6.Автоматизація	
Висновки	
Список літератури	

Гелло В.О.

Вступ

Підвищення вимог до енергоефективності та до комфортності мікроклімату в адміністративних будівлях формує попит на раціоналізацію використання енергоресурсів. З появою систем зі змінною витратою повітря та сучасних пристроїв управління з'явилась можливість керувати повітряними потоками в залежності від нагальної потреби. Такі системи гнучкі, більш енергоефективні, що мінімалізує витрати на експлуатацію та підвищують вплив автоматизації інженерних систем на енергоефективність будівель.

Школи є невід'ємними спорудами для розвитку дітей. Основним їх користувачем, як і джерелом забруднення повітря в приміщеннях, являється людина. Тому системи забезпечення мікроклімату повинні перш за все бути орієнтовані на забезпечення комфортного та безпечного перебування людини у приміщеннях.

1. Літогляд

1.1. Вимоги до систем забезпечення мікроклімату закладів освіти.

Заклади освіти є невід'ємною складовою будь-якого суспільства впродовж десятків століть. Навчання – це основа прогресу та розвитку людства, тому системи мікроклімату повинні працювати як на ефективність навчального процесу учнів, так і на комфортну та безпечну роботу викладачів.

Головними користувачами навчальних закладів є діти, тому вони й виступають основним джерелом забруднень повітря. У зв'язку з глобальним потеплінням та змінними несприятливими погодними умовами, недотримання санітарних правил та норм температурного режиму в навчальних закладах матиме негативний вплив як на стан здоров'я викладачів, так і дітей, і поставить учбовий процес під загрозу.

Дитяча теплорегуляція через вікові особливості характеризується значною чутливістю до коливань показників мікроклімату та потребує дотримання комфортних теплового та повітряного режимів приміщень. Однією з основних вимог для зміцнення та збереження стану дитячого здоров'я є дотримання санітарно-гігієнічних вимог мікроклімату в учбових закладах.

Відповідно до наказу МОЗ №22053від 25.09.2020 та редакцією від 01.08.2022 «Про затвердження Санітарного регламенту для закладів загальної середньої освіти»[3] температура в приміщеннях повинна складати +17 – 20° С; у спортивних та музичних залах +18 – 19° С; в кабінетах та класах– +17-20°С, в майстернях з обробки металу та дерева – + 16-18°С, спортзалах – +15-17°С, роздягальнях – +19- 23°С, в актових залах – +17-20°С, в бібліотеках – +16-

Гелю В.О.

18°С, в медичних кабінетах – +21-23°С, рекреаційних приміщеннях – +16-18°С, в спальних кімнатах – +18-20°С, в вестибюлях та гардеробних – +16-19°С, в туалетах – +17-21°С [3]. Для контролю постійного дотриманням температурних режимів необхідно у всіх приміщеннях школи встановити термометри або термодатчики. Дотримання норм мікроклімату забезпечує, в першу чергу, ефективна та безперебійна робота системи опалення та робота канальної чи механічної системи вентиляції.

Здебільшого середня температура повітря у приміщенні може використовуватись в якості розрахункової, але в окремих випадках, коли температури зовнішніх великих поверхонь значно вирізняються від температури повітря, потрібно використовувати результуючу температуру.

Другим параметром мікроклімату, який підлягає нормуванню Санітарного регламенту, є відносна вологість повітря, для приміщень, в яких перебувають діти – в межах 40 – 60 % [3]. Склад повітря впливає на наш стан здоров'я – від нього залежить емоційний стан та працездатність. Залежно від сезону та місця перебування кількість вологи в повітряних масах значно змінюється. Надмірна вологість негативно позначається на самопочутті людей: великий її вміст призводить до збільшення тепла, тому організм перегрівається, з'являється головний біль та слабкість, збільшується потовиділення, прискорюється дихання і пульс.

Для навчальних закладів швидкість повітря повинна бути меншою ніж 0,3 м/с та перепад температур менше 4 °С.

Також для продуктивності та гарного самопочуття важливим чинником є якість повітря, а саме концентрація вуглекислого газу (CO_2). Класифікація за рівнем концентрації CO2 наведена у табл. 1.3

Таблиця 1.1

Умови мікроклімату	Рівень концентрації CO2 у приміщенні понад рівень у зовнішньому повітрі, ppm	
	Типовий діапазон	Типове значення
Підвищені оптимальні	< 400	350
Оптимальні	400 - 600	500
Допустимі	600-1000	800
Обмежено допустимі	>1000	1200

Гецко В.О.

1.2. Системи кондиціонування повітря із змінною витратою повітря. Принцип роботи. Вибір параметру регулювання кількості припливного повітря. Датчики температури, відносної вологості та концентрації CO_2.

Особливістю шкільних приміщень є непостійна кількість людей та різноманіття активностей, які обслуговуються системами вентиляції повітря. Це викликає постійні зміни теплового режиму приміщення, що у поєднанні з добовою амплітудою коливання температури зовнішнього повітря та змінним потоком сонячної радіації дає суттєву різницю у тепловому навантаженні протягом робочого часу. Зважаючи на усі потреби для забезпечення комфортного мікроклімату приміщень є доцільним використання вентиляційних систем зі змінною витратою повітря (VAV систем).

У центральних системах кондиціонування повітря існує два основні методи подачі повітря в приміщення: 1) системи постійного об'єму повітря (CAV) і 2) системи змінного об'єму повітря (VAV) [10]. Як випливає з назви, системи постійного об'єму забезпечують постійний об'єм повітря в приміщенні незалежно від навантаження, коли кондиціонер постійно вмикається та вимикається залежно від навантаження. Вентилятор може або не може продовжувати працювати під час циклу вимкнення. Системи VAV, з іншого боку, розроблені для одночасного задоволення різноманітних навантажень охолодження та опалення відносно ефективним способом. Система досягає цього шляхом зміни розподілу повітря залежно від навантажень на охолодження чи нагрівання кожної зони. Варіація потоку повітря дозволяє регулювати температуру в одній зоні, не змінюючи температуру повітря у всій системі, зводячи до мінімуму випадки переохолодження або перегріву. Така гнучкість зробила ці системи одними з найпопулярніших для великих будівель з різноманітними потребами в кондиціонуванні, таких як школи, офісні будівлі або квартири [11].

Системи VAV подають повітря зі змінною температурою та швидкістю повітряного потоку з вентиляційної установки (AHU) [24]. Через те, що системи VAV задовольняють різноманітні потреби, як в опаленні, так і в охолодженні різних буд. зон, ці системи зустрічаються в багатьох комерційних будівлях. На відміну від інших систем розподілу повітря, VAV системи для ефективного кондиціонування використовують контроль потоків, зберігаючи необхідні мінімальні витрати.

Гейло В.О.

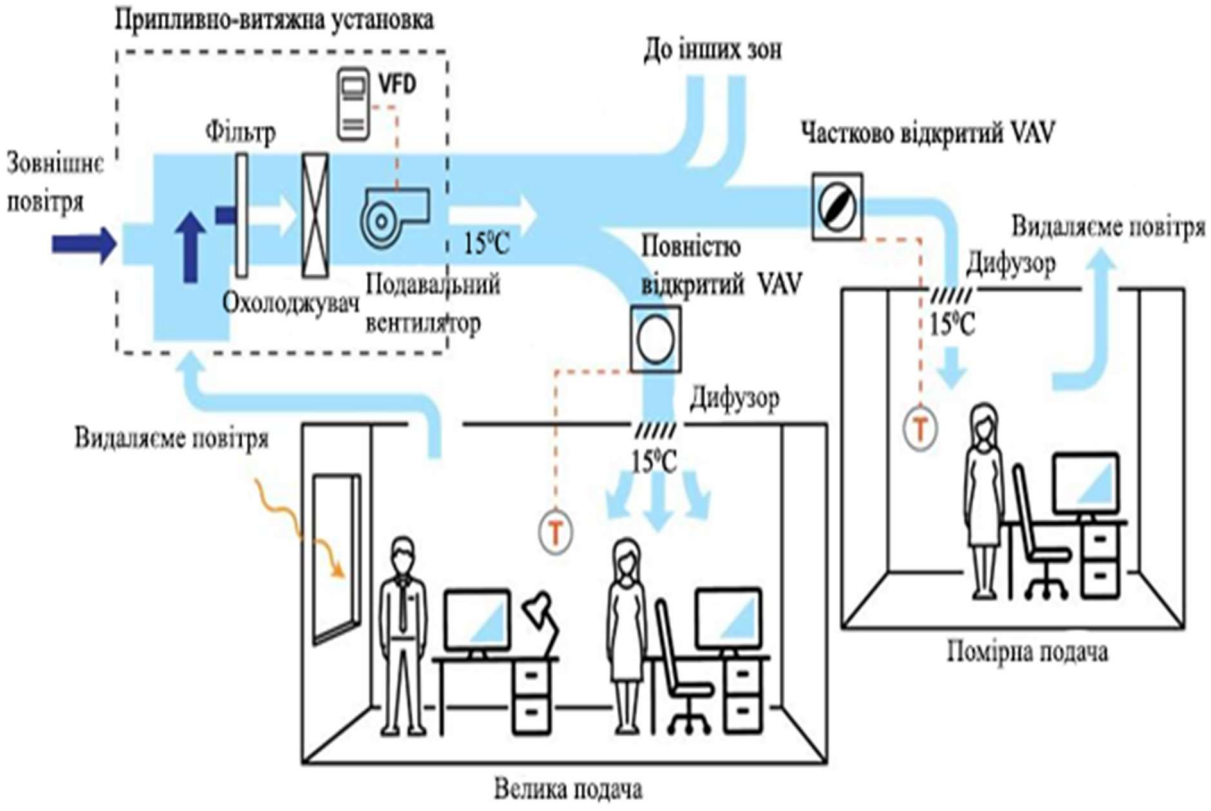


Рисунок 1. Типова система розподілу повітря на основі VAV.

На рисунку 1 представлено типову систему розподілу повітря на основі VAV, яка складається з AHU і коробок VAV, зазвичай з однією коробкою VAV на зону. Кожна коробка VAV може закривати або відкривати інтегровану заслінку, щоб модулювати повітряний потік, для досягання заданих температур кожної зони. У певних випадках коробки VAV оснащені допоміжним обладнанням, таким як обігрів/підігрів (електрика або гаряча вода), коли зона може потребувати більшу кількість тепла, наприклад, зона по периметру з вікнами.

Деякі особливості системи VAV включають наступне:

Система розподілу забезпечує кондиціонованим повітрям в приміщеннях відповідно до зональних вимог щодо температури та потоку повітря.

Система на основі частотно-регулюючого приводу може зменшувати споживання енергії припливними вентиляторами[11].

Можливість скидання температури припливного повітря дозволяє скидати та керувати температурою первинної подачі з економією на холодильній машині або джерелі опалення.

Існує два основних типи класифікації коробок VAV або терміналів — залежні та незалежні від тиску[11].

Тепло

Блок VAV є залежним від тиску, якщо швидкість потоку, який проходить через нього, змінюється залежно від вхідного тиску в каналі подачі. Дана форма контролю вважається менш бажаною, адже заслінка регулюється лише в результаті реакції на температуру, що може призвести до надмірного шуму та коливань температури.

Незалежний від тиску блок VAV використовує контролер потоку для підтримки сталої швидкості потоку незважаючи на коливання тиску на вході у систему. Такий тип боксу є поширенішим і дозволяє рівномірніше та комфортніше кондиціонувати простір.

На рисунку 2 представлено схему типової незалежної від тиску блоку VAV; в цьому випадку він також має спіраль повторного нагріву. Цей блок має три режими роботи, а саме: режим охолодження із змінною швидкістю повітряного потоку, призначений для досягнення заданих температур; режим мертвої зони, за яким задане значення досягається, а потік має мінімальне значення, щоб задовольнити вимоги вентиляції; режим підігріву, за яким зона потребує тепла.

Гелло В.О.

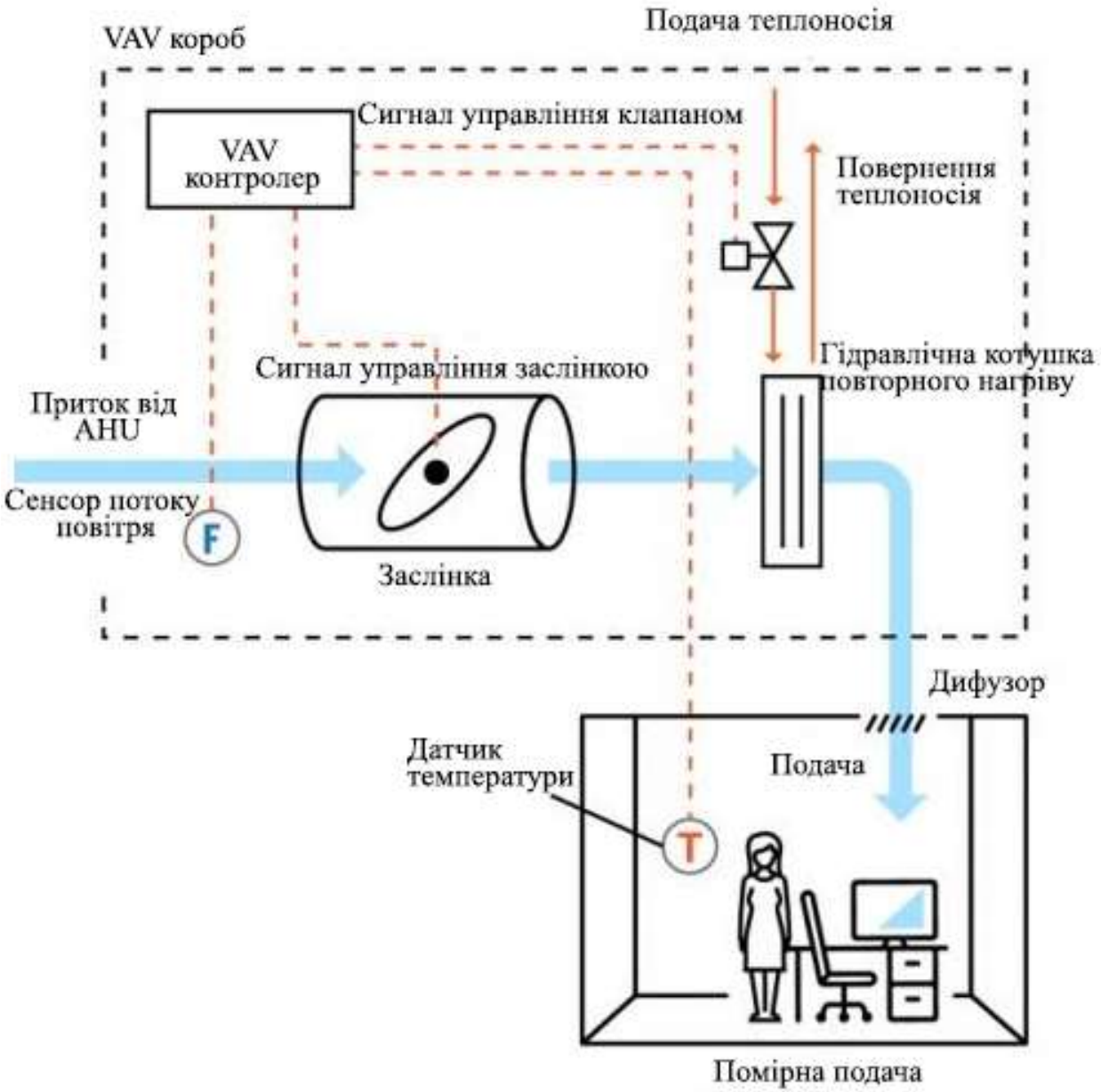


Рисунок 2. Схема типової незалежної від тиску коробки VAV

Існує декілька різних типів VAV і клемних коробок. До найпоширеніших можна віднести:

Одноканальний кінцевий блок VAV – найпростіша й найпоширеніша коробка VAV, показана на рисунках 1 і 2, може бути налаштованою тільки для охолодження або ж з повторним нагріванням[11].

Клемний блок VAV із живленням від вентилятора – використовує вентилятор, що може циклічно вмикатися, та затягувати тепле повітря з припливу/зворотного повітря в зону й компенсувати/витісняти необхідну теплоту повторного нагріву.

Двоканальна клемна коробка VAV – використовує два канали до блоку, один гарячий (або нейтральний) і один холодний, щоб забезпечити кондиціонування простору.

Індукційна термінальна коробка VAV – використовує переваги індукційного принципу замість вентилятора, щоб затягувати тепліше припливне/зворотне повітря в зону та витісняти/компенсувати необхідну енергію повторного нагріву.

Ключові компоненти

Ця найкраща практика експлуатації та технічного обслуговування зосереджена на незалежній від тиску клемній коробці VAV і відповідних з'єднаннях для вихідного повітря, води, електрики та елементів керування.

Система припливних каналів. Кожна клемна коробка VAV підключена до джерела припливного повітря. Це з'єднання по каналах, яке подає повітря з AHU. Основні компоненти AHU включають повітряні фільтри, охолоджуючі змійовики та припливні вентилятори, зазвичай із приводом із змінною швидкістю (VFD); дивіться малюнок 1. Критичним елементом системи подачі повітря є датчик тиску в повітрі. Датчик тиску вимірює статичний тиск у припливному каналі, який використовується для керування потужністю вентилятора VFD, заощаджуючи таким чином енергію[24].

Розподільча коробка VAV. Розподільча коробка VAV (див. Малюнок 2) складається з кількох окремих компонентів, зокрема:

- Датчик повітряного потоку – вимірює повітряний потік на вході в камеру та регулює положення заслінки, щоб підтримувати максимальну, мінімальну або постійну швидкість потоку незалежно від коливань тиску в каналі.
- Заслінка – регулює повітряний потік на основі вимог датчика повітряного потоку та температури зони.
- Вентилятор – деякі блоки VAV оснащені вентиляторами для доповнення швидкості потоку в каналах (серійні вентилятори) або доповнення/заміщення потреби повторного нагріву (паралельні вентилятори).
- Фільтр (для коробок із живленням від вентилятора) – зазвичай входить, коли вентилятор втягує в коробку VAV із камери припливу або іншого джерела зворотного повітря.

Гелло В.О.

- Змійовик повторного нагріву – додатковий агрегат, який нагріває повітря, яке виходить з коробки; його котушки буваютть електричними чи гідравлічними.

- Елементи керування системою – залежать від покоління систем, елементи керування можуть бути як пневматичними, електронними, так і прямими цифровими. Датчик повітряного потоку в блоці вимірює потік повітря. Вхідні дані повітряного потоку та температури зони використовуються контролером блоку, який модулює заслінку й керування опаленням, для виконання вимог зони.

Зональний контроль температури. Основним контрольним параметром для кожної системи VAV - є температура зони. Датчик зони чи термостат передають сигнал на контролер VAV.

Обслуговування техніки

Правильне обслуговування систем VAV, завдяки профілактичному обслуговуванню, мінімізує вимоги до обслуговування та експлуатації, покращуючи продуктивність систем та захистить їх.

Системи VAV розроблені так, що вони практично не потребують обслуговування; але, оскільки вони вміщують (залежно від типу блока VAV) різноманітні датчики, вентилятори та їх двигуни, приводи та фільтри, вони періодично потребують уваги. В той час, як певні дії з тех. обслуговування є профілактичними діями залежно від часу (наприклад, перевірка роботи приводів або заміна чи очищення фільтрів), певні належать до прогностично технічних обслуговувань, за допомогою яких, інформацію про температуру використовують для ідентифікації некоректно відкаліброваних датчиків. Зразок контрольного списку рекомендованих дій по обслуговування наведено нижче.

Бажано вести журнал, в електронному виді у комп'ютеризованій системі керуванням та технічним обслуговуванням (CMMS), всіх виконаних послуг. Цей запис повинен містити ідентифікаційні дані блоку VAV (наприклад, номер блоку, тип та розташування), виконані функції і діагностику, вжиті дії для корегування та висновки.

Моніторинг продуктивності

Найпоширенішим варіантом моніторингу продуктивності VAV – можна назвати використання систем автоматизації будівлі (BAS). Увімкнувши функції трендів BAS, можна провести оцінку роботи системи VAV. Ключові моменти тенденцій включають:

Гелю В.О.

- Статичні тиски у припливному каналі й контрольній точці для системного VFD вентилятору для забезпечення модуляцій зі зміною швидкостей потоку VAV блока.
- Положення заслінки блока VAV залежить від статусу повторного нагріву та температури зони, для забезпечення мінімального налаштування заслінки перед запуском повторного нагріву.
- Положення клапанів повторного нагріву в порівнянні із вимогою до тепла.
- Швидкість повітряного потоку блоку VAV відповідає положенню заслінок і в межах мінімальних та максимальних налаштувань.
- Блок VAV забезпечує температуру повітря, яка відповідає умовам зон.
- Виклик повторного підігріву блоку VAV відповідає умовам та відповідній точці охолоджувача й статусу скидання.
- Температура зони.
- Статус зайнятості зони.

Переваги VAV систем

1. Ефективність – системи VAV мають доволі низьке енергоспоживання. Під час мало-навантажених періодів вентилятор обробки повітря працюватиме на менших швидкостях (завдяки використанню приводу із змінною швидкістю), а к-сть нагрівальних та охолоджуючих середовищ, які проходять через змійовик, можна зменшити (через двоходові модулюючі клапани чи електромагнітні регулюючі клапани). VAV система дозволяє установці для обробки повітря, чиллерам та котлам працювати з частковим навантаженням велику частину часу.

2. Індивідуальний контроль температури – VAV система забезпечує оптимальний контроль температур, особливо в зонах з широкими коливаннями навантажень. Оскільки кожен блок VAV пов’язаний з термостатом, можливо контролювати температуру незалежно від інших приміщень. Приміщення з схожими схемами навантажень часто розміщуються в одному блок VAV, і завдяки системам VAV зони з різними схемами навантажень можуть розміщуватись на одній установці обробки повітря.

3. Контроль вологості – вологість,- це вміст вологи в повітрі. Його необхідно контролювати разом із температурою повітря, для забезпечення комфортного середовища. VAV системи чудово контролюють в приміщенні вологість,

Гелю В.О.

оскільки повітрообробники забезпечують температуру повітря з низькою точкою роси за будь-яких умов навантажень.

4. Вартість – системи із змінним об'ємом повітря розраховані на диверсифіковане «блокове» навантаження (тобто піковий миттєвий попит), а не на суму «пікових» навантажень в зоні. В результаті розміри обладнання (таких як пристрої обробки повітря/холодильна установка/повітропроводи тощо) зменшуються, що значно зменшує початкову вартість[19].

5. Гнучкість – VAV система може обслуговувати декілька зон з різними вимогами до навантажень; що дозволяє одному агрегату обробки повітря ефективно справлятися із різними навантаженнями.

НЕДОЛІКИ

1. Для кожної зони потрібно встановлювати термінал, що може спричинити проблеми з місцем в невеликих зонах.

2. Термінали мають знаходитись у легкодоступних місцях зон, що може ускладнити процес проектування системи.

3. Для терміналів необхідне джерело живлення, що призводить до додаткової електричної мережі.

4. Термінали потребують періодичного обслуговування на додаток до звичайної уваги для центрального блоку.

5. Системи VAV інколи вимагає вторинних механічних систем задля задоволення пікових потреб. Крім цього, вторинна система може знадобитись для забезпечення опалення зон, коли інші частини будівлі потребують охолодження, або ж навпаки.

6. Циркуляція може бути проблемою, коли потреби зон задовольняються за використанням мінімального потоку повітря.

Типи VAV систем

Існує багато різних типів блоків VAV:

1. Одноканальні;

2. Двоканальні;

3. З розігрівом;

4. З підігрівальним вентилятором;

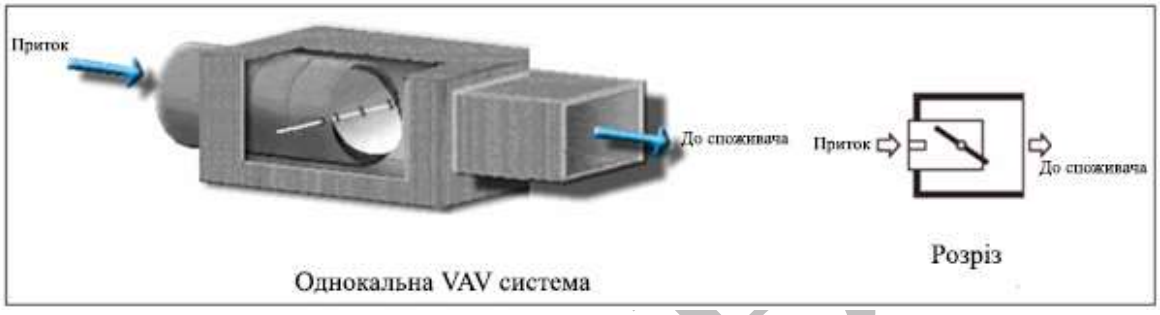
5. Ряд вентиляторів.

Одноканальна VAV система

Гелю В.О.

Одноканальний VAV (або VAV тільки для охолодження) є одним із найпростіших повітряних терміналів, що складається з заслінки, приводу, датчика потоку та вибраних елементів керування. Це просто корпус з одним входом і одним випуском з повітряним клапаном між ними[30].

Звичайне застосування - використовується лише в приміщеннях, де коливання навантаження відносно невеликі. Найчастіше використовується у внутрішній зоні будівлі виключно для охолодження. Як правило, ці бокси слід використовувати лише там, де мінімальна вентиляція не є проблемою.



Однокальна VAV система

Двоканальний VAV

Двоканальний VAV складається з двох з'єднань первинного повітря, двох первинних повітряних заслінок, датчиків швидкості входу та зонального контролера, встановленого збоку коробки. Двоканальний термінал VAV подається як гарячим, так і холодним повітрям. Коли простір вимагає повного охолодження, заслінка холодної палуби відкривається до максимальної проектної CFM, тоді як заслінка гарячої палуби закривається. Буває навпаки, коли приміщення вимагає повного обігріву. Що робить цю коробку такою унікальною, так це те, що коли температура в приміщенні задовольняється, дві заслінки змішують гаряче та холодне повітря для створення постійного проектного потоку без надмірного нагрівання або охолодження приміщення.

Звичайне застосування – Зовнішні зони в будівлях, де бажане верхнє опалення та охолодження, але використання допоміжної нагрівальної батареї є недоцільним.

Двоканальна коробка VAV

Гельо Г

Нижче наведено список плюсів та мінусів для блоків цього типу:

• Забезпечується сталий потік повітря у просторі.

• Не дозволяє повітрю застоятись або затхнути.

• Дозволяє фільтрувати куди більший потік повітря через центральний блок по обробці повітря.

• Забезпечує більш постійну кількість свіжого повітря (зовнішнього повітря).

• Блок обробки мусить виробляти холодне та гаряче повітря цілий рік.

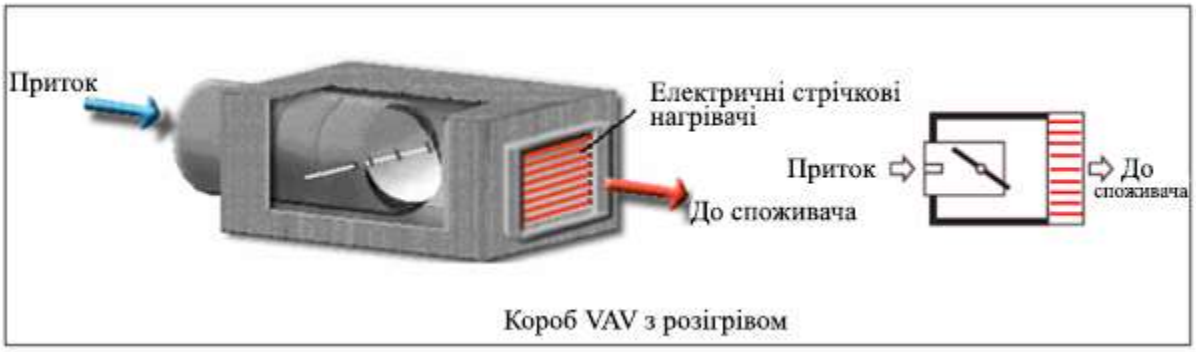
• Котел та охолоджувач мусять працювати цілий рік.

Через будівлю потрібно провести два основних трубопроводи від обробника для подачі гарячого і холодного повітря, через що потрібно більше простору під стелею.

VAV з розігрівом

Блок VAV з повторним підігрівом дуже схожий на одноканальний блок. Єдиною відмінністю є те, що електричні нагріваючі смуги або змійовик гарячої води додаються до блоку VAV для нагріву. Зі зниженням охолоджувального навантаження термостат в кімнаті скидає регулятор до мінімального рівня потужності. При подальшому зниженні навантажень відкривається клапан повторного обігріву/змійовик.

Звичайні області застосування – Зовнішні, де конвективні та радіаційні тепловтрати створюють потребу у помірному нагріванні, так як термінал зазвичай повторно підігрівається на мінімальному рівні. Внутрішні зони, в яких вимоги до вентиляції повністю виключають відключення терміналу чи мінімальний потік повітря, потребують додаткового тепла [30].



Короб VAV з розігрівом

Нижче наведено список плюсів і мінусів даного блоку.

• Здатний охолоджувати чи нагрівати простір без впливу на температуру в іншій зоні.

• Надає більший відсоток свіжого повітря простору (зовнішнього повітря).

• Повітряний потік краще фільтрується, адже весь подається головним повітрообробником.

• Весь повітряний потік, який надходить в простір, осушується основним повітрообробником.

• Потік повітря, який охолоджений до 12°С, а потім знову підігрітий, дуже неенергоефективний і дорогий в експлуатації.

• Котли та насоси для гарячої води повинні працювати цілий рік, якщо використовувати підігрів від гарячої води.

Байпасова система VAV

Байпасний блок VAV має один вхід та два виходи. Один вихід призначений для подачі потрібного повітря у простір, а інший є відкритим до стельової камери для надлишкового повітря. Термостат контролює потік повітря в приміщені, змінюючи положення пристрою для регулювання об'єму. Коли в простір необхідно менше повітря, пристрій регулювання закривається і відводить частину до зворотної камери через байпасовий отвір. Цей тип блоку VAV має постійний потік повітря, тому не забезпечує практично жодних переваг у енергозбереженні.

Звичайні застосування – Байпасні термінали використовують в основному з комплектним даховим обладнанням задля кондиціонування повітря з змійовиком прямого розширення, коли потрібне зонування, однак потрібні постійний повітряний потік через компоненти системи (змійовики, вентилятори). Що дозволяє змійовику весь час працювати практично на 100% потоку повітря, для уникнення замерзання. Система пропонує економне живлення з низькою стартовою вартістю. Це не надає переваг енергозбереження вентилятору зі змінною витратою, проти дозволяє уникнути витрат на складніші системи [10].

VAV з вентилятором

Термінал VAV із живильним вентилятором містить вентилятор у корпусі. Ці пристрої спочатку були розроблені та представлені для їх здатності економити енергію. Вони використовують переваги типової економії VAV у повітрообробнику та холодильній машині під час періодів охолодження, але реальна економія починається, коли потрібне опалення. Термінали, що живляться від вентилятора, виводять тепле припливне повітря зі стелі та змішують його з первинним повітрям під час послідовності нагрівання, коли

Гелло В.О.

заслінка VAV дроселює до мінімального заданого значення. Це повертає все тепло, яке утворюється в зоні та камері від освітлення, мешканців, сонячного навантаження та машин або обладнання, наприклад комп'ютерів, кавомашин, копіювальних апаратів тощо. Блок, що працює від вентилятора, повертає це тепло як безкоштовне нагрівання, а не витрачає його назад на обробник повітря. . Якщо потрібне додаткове нагрівання, додаткове нагрівання додається до послідовності, але пристрій все одно економить енергію, нагріваючи змішувальне повітря до 24°C, а не повторно нагріваючи первинне охолоджене повітря до 12°C. Додавання вентилятора до коробки VAV також покращує рух повітря в той час, коли температура в приміщенні близька до проектної, а обсяги припливного повітря низькі [11]. Однак додавання вентилятора потребує додаткової енергії, оскільки для живлення двигуна вентилятора потрібен електричний струм.

Загальні задачі.

Зовнішні зони, де навантаження на опалення та охолодження можуть суттєво відрізнятися, а варіаційні зайнятості дозволяють вимкнути центральну систему або відключити її під час відсутності людей.

2. Ситуації, коли бажана економія центральної системи, коли центральні вентилятори менші в розмірі, оскільки їм потрібно лише забезпечити достатню статику для доставки повітря до терміналу.

Існує два різних типи коробок із вентилятором; 1) паралельні і 2) послідовні.

Датчики температури

Датчики температури відрізняються точністю й чутливістю, наприклад обладнання, що використовується для створення ліків, вимагають, щоб датчик температури був чуйними та точними для критичного контролю якості; однак деякі програми, як-от термометр у нашому автомобілі, не вимагають настільки точних чи чуйних датчиків [12]. Чотири найпоширеніші типи даних датчиків, що відрізняються за чутливістю й точністю від високої до низької:

- Термістори з негативним температурним коефіцієнтом (NTC).
- Резистивні температурні детектори (RTD)
- Термопари
- Напівпровідникові сенсори

Типи датчиків температури

1. Термістор з негативним температурним коефіцієнтом (NTC).

Гелло В.О.

Термістори — це термічно чутливі резистори, які демонструють безперервну невелику поступову зміну опорів відповідно до коливань температур. Термістор NTC забезпечує високий опір при низьких температурах. Із збільшенням температури опір поступово падає відповідно до R-T. Невеликі зміни відображаються точно завдяки великим змінам опору на °C. Вихід NTC термістора є нелінійним через його експоненціальний характер; однак його можна лінеаризувати на основі його застосування. Ефективний робочий діапазон становить від -50 до 250 °C для скляних термісторів або 150 °C для стандартних термісторів [12].

2. Резистивний температурний детектор (RTD)

Резистивний детектор температури, або RTD, змінює опір елемента RTD залежно від температури. RTD складається з плівки або, для більшої точності, дроту, обмотаного навколо керамічного чи скляного сердечника. Платина є найточнішими RTD, коли ж з нікелю та міді виготовляють дещевші RTD, однак нікель і мідь не настільки стабільні або повторювані, як платина. Платинові резистивні датчики температури (RTD) забезпечують високоточний лінійний вихід при температурах від -200 до 600 °C, але коштують врази дорожче, ніж мідь або нікель [12].

3. Термопари

Термопара складається з двох дротів різних металів, електрично з'єднаних у двох точках. Різна напруга, що створюється між цими двома різнорідними металами, відображає пропорційні зміни температури. Термопари є нелінійними і вимагають перетворення за допомогою таблиці, коли використовуються для контролю температури та компенсації, що зазвичай виконується за допомогою таблиці пошуку. Точність низька, від 0,5 °C до 5 °C, але термопари працюють у найширшому діапазоні температур, від -200 °C до 1750 °C [12].

4. Напівпровідникові датчики температури

Напівпровідникові датчики температур зазвичай вбудовуються в інтегральні схеми (IC). У цих датчиках використовують два ідентичних діоди з чутливими до температур характеристиками напруги і струму, що використовуються для моніторингу змін температур. Вони пропонують лінійний відгук, але мають найнижчу точність серед основних типів датчиків. Ці датчики температури також є найповільнішими за реакцією в найвужчому діапазоні температур (від -70 °C до 150 °C) [26].

Гело В.О.

Вимірювання температури в повсякденному житті

Датчики температури життєвонеобхідні в повсякденному житті. Ці важливі елементи вимірюють кількість тепла, яку виділяє об’єкт чи система. Наведені вимірювання дозволяють фізично відчувати зміну температури. Однією з важливих функцій датчиків є запобігання. Вони виявляють, коли досягається встановлена точка, що надає час для запобіжних дій. Гарним прикладом слугують пожежні сповіщувачі.

Звісно датчики температури є невід’ємною частиною VAV систем, що дозволяє збільшити енергоефективність та покращити мікроклімат у приміщенні.

Датчики вологості

Датчики вологості широко використовуються в моніторингу здоров'я, інтерфейсі людина-машина, захисті навколишнього середовища, роботі, кондиціонуванні та інших аспектах. Він відноситься до обладнання, яке перетворює вологість в електричні сигнали, які легко вимірювати та обробляти[27]. Датчик вологості зазвичай поділяються на :

- Електричні датчики
- Механічні датчики
- Оптичні датчики
- Інтегровані датчики

Першу групу складають датчики ємнісного або імпедансного типу. Друга група, складається із датчиків на основі ефекту деформацій та ефекту масових навантажень. У третій та найважливішій групі, вони прцюють на основі електромагнітних хвиль тобто відбиття, пропускання та гасіння. Остання група містить різноманітні інтегровані датчики вологості, що містять пасивні або електронні компоненти на кристалі для калібрування, лінеаризації, передачі тощо.

- Датчики ємнісного типу обмежені відстанню.
- Резистивні датчики обмежені довгостроковою стабільністю під час впливу хімічних парів та інших забрудників, наприклад масляний туман, що може спричинити передчасний виходу з ладу.
- Ці датчики мають тенденції до зсуву значень через вплив конденсату, якщо використовувати водорозчинне покриття.

Гелло В.О.

- Датчики вологості теплопровідності доволі довговічні й працюють при досить високих температурах, однак вони реагують на будь-який газ, що має теплові властивості, відмінні від сухого повітря (азоту).

Датчики вологості, як правило, виготовляються з використанням керамічних, напівпровідникових і полімерних чутливих матеріалів. Й засновані на змінах провідності або діелектричної проникності гігроскопічних чутливих матеріалів внаслідок адсорбції та десорбції молекул водяної пари під впливом вологого середовища[7].

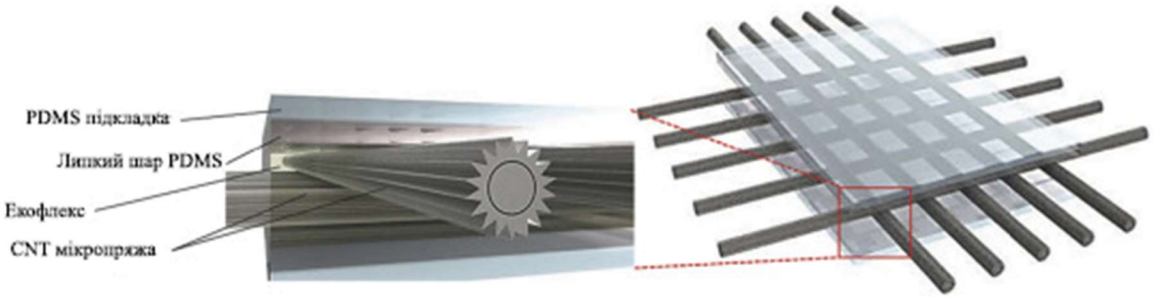
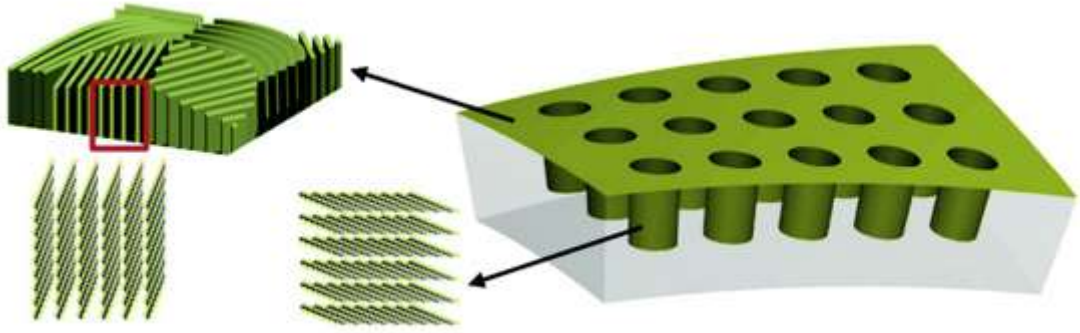


Рисунок 3

На рис. показано ємнісний датчик вологості, що складається з власне розтягуваних ланцюгів з мікронитками CNT, вбудованими в плівку Ecoflex на підкладці PDMS . Ієрархічна наноструктура CNT демонструє чудову стійкість до втоми та стійкість до пошкоджень під зовнішнім впливом, що сприяє підвищенню надійності та розтяжності сенсора.

Чутливі до вологості наноструктуровані матеріали, включаючи ВНТ, дисульфід молібдену (MoS_2), дисульфід вольфраму (WS_2) відіграли значну роль у нещодавніх досягненнях датчиків вологості для покращення чутливості, селективності та хімічної та термічної стабільності. Зокрема, використання 2D-матеріалів набуло все більшої популярності в датчиках вологості через майже повне оголення атомів завдяки 2D-конфігурації. У 2018 році розробили датчик вологості шляхом вирощування та перенесення вертикально вирівняних шарів MoS_2 та інтегрування їх у підкладку PDMS [27].



Гелюх

У порівнянні з горизонтально вирівняними шарами MoS_2, ця нова форма вертикально вирівняних 2D матеріалів демонструє покращену чутливість, оскільки площа поверхні матеріалів була збільшена в п’ять разів навіть у разі значного механічного вигину. Крім того, пристрій можна багаторазово розтягувати до 50%, зберігаючи його структурну цілісність.

Датчики CO_2

Вуглекислий газ (CO_2) — безбарвний газ без запаху, що утворюється під час горіння, дихання та розкладання органічних речовин. Це також надзвичайно корисний газ із широким технологічним застосуванням. Вимірювання цього газу є досить важливим для моніторингу наступних процесів: якості повітря в приміщеннях, горіння, функції легенів під час медичних процедур, рівня викидів CO_2 у навколишнє середовище, а також для ширшого спектру застосувань в багатьох галузях промисловості, наприклад сільськогосподарську, фармацевтичну, харчову, виробництво напоїв, і охолодження [27].

Вуглекислий газ зазвичай вимірюється за допомогою недисперсійної інфрачервоної (NDIR) або електрохімічної технології. Удосконалення датчиків вуглекислого газу на основі NDIR зробили їх найпоширенішим рішенням для вимірювання концентрації CO2 з кращою точністю в надзвичайно широких діапазонах до 100% об’єму [25].

Як працюють датчики CO_2 NDIR

Датчики NDIR CO_2 контролюють і виявляють наявність вуглекислого газу на основі поглинання інфрачервоного світла на певній довжині хвилі.

Датчик NDIR складається з інфрачервоного джерела, світлової трубки, смугового фільтра та детектора. Цільовий газ визначається за допомогою вибору довжини хвилі фільтра. Для CO_2 найчастіше використовується довжина хвилі 4,26 мкм. Ця довжина хвилі зовсім не поглинається іншими поширеними газами або водяною парою, що значно зменшує перехресну чутливість і вплив на вологість і вологість.

Нормальна робота датчика CO_2 NDIR передбачає закачування або дифузію газу в світлову трубку. Потім електроніка вимірює поглинання характерної довжини хвилі світла [13].

Гелюх В.О.

Кількість поглинання світла перетворюється на електричний вихід, який забезпечує вимірювання часток на мільйон (ppm) або % об'єму. Простіше кажучи, більше поглиненого світла означає більше присутніх молекул цільового газу, що призводить до нижчого вихідного сигналу та, навпаки, вищої заявленої концентрації CO_2.

Датчики теплопровідного типу

Теплопровідні датчики CO_2 вимірюють його концентрацію на основі співвідношення між теплопровідністю газу CO_2 та його концентрацією. Датчик включає в себе термопару або терморезистор, одна частина якого нагрівається і підтримується при постійній температурі, а інша частина служить еталонною температурою. Коли CO_2 проходить через датчик, він відводить тепло від нагрітої частини, що призводить до різниці температур. Датчик вимірює цю різницю температур і перетворює її на показання концентрації CO_2.

Напівпровідниковий тип датчиків

Напівпровідникові датчики CO_2 використовують електричні характеристики оксидних напівпровідникових матеріалів для вимірювання концентрації CO_2. Ці датчики часто використовують чутливі до газу матеріали на основі оксиду металу, наприклад діоксид олова (SnO_2). Коли газ CO_2 контактує з оксидним матеріалом, на поверхні матеріалу відбувається хімічна реакція, що спричиняє зміну його електричного опору. Ця зміна опору пропорційна концентрації CO_2, і датчик вимірює цю зміну опору, щоб визначити концентрацію CO_2.

Існує декілька типів датчиків CO_2, але найпоширеніші з них базуються на технології недисперсійного інфрачервоного випромінювання (NDIR) [13].

Джерело інфрачервоного випромінювання

Джерело інфрачервоного випромінювання: датчик NDIR складається з джерела інфрачервоного світла, як правило, інфрачервоної лампочки або світлодіода. Джерело випромінює інфрачервоне світло з певною довжиною хвилі, яка відповідає смузі поглинання вимірюваного газу, в даному випадку CO_2.

Оптична камера

Датчик містить оптичну камеру або комірку, яка пропускає інфрачервоне світло. Камера розроблена таким чином, щоб зразок газу, який вимірювався, ефективно взаємодіяв з інфрачервоним світлом. Взаємодія зразка газу: зразок повітря, що містить CO2, вводиться в оптичну камеру. Коли інфрачервоне світло проходить через камеру, молекули CO2 у зразку газу поглинають інфрачервоне світло на певній довжині хвилі, що відповідає їх смузі поглинання.

Детектор

З іншого боку оптичної камери знаходиться інфрачервоний детектор, який вимірює інтенсивність інфрачервоного світла, яке пройшло через камеру.

Гелюх В.О.

Детектором може бути фотодіод, фотодетектор або інші типи інфрачервоних чутливих пристроїв.

Еталонний канал

датчики NDIR часто використовують еталонний канал для компенсації коливань умов навколишнього середовища та забезпечення точних вимірювань. Еталонний канал вимірює інтенсивність інфрачервоного світла, яке не було поглинуте цільовим газом, забезпечуючи базову еталонну лінію для порівняння.

Обробка сигналу

Детектор перетворює інтенсивність інфрачервоного світла, що проходить, в електричний сигнал. Цей сигнал обробляється електронікою датчика, яка віднімає інтенсивність еталонного каналу з каналу вимірювання, щоб виділити поглинання, спричинене газом CO_2.

Калібрування та вихід

Датчики NDIR потребують калібрування, щоб встановити зв'язок між виміряним сигналом і фактичною концентрацією CO_2. Після калібрування датчик видає вихідний сигнал, як правило, у формі аналогової напруги або цифрового сигналу, який відповідає концентрації CO_2 у повітрі[13].

Застосування датчика CO_2

Датчики CO_2 мають широкий спектр застосування в різних галузях промисловості та секторах через важливість моніторингу та контролю рівня вуглекислого газу. Ось кілька поширених застосувань датчиків CO_2:

Моніторинг якості повітря в приміщенні (IAQ)

Датчики CO_2 широко використовуються в будівлях, офісах, школах і будинках для моніторингу якості повітря в приміщеннях. Високий рівень CO_2 може свідчити про недостатню вентиляцію, що може призвести до дискомфорту, зниження продуктивності та проблем зі здоров'ям. Датчики CO_2 допомагають забезпечити належну вентиляцію та дозволяють коригувати для підтримки оптимальної якості повітря в приміщенні.

Системи HVAC

Датчики CO_2 інтегровані в системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (HVAC) для оптимізації енергоефективності. Вимірюючи рівень CO_2, датчики забезпечують регульовану вентиляцію, регулюючи потік повітря

Гелло В.О.

залежно від заповнюваності та концентрації CO_2, щоб мінімізувати споживання енергії та підтримувати комфортний мікроклімат в приміщенні.

Промислова безпека

У промислових умовах датчики CO_2 використовуються для моніторингу та виявлення потенційно небезпечних рівнів вуглекислого газу. У таких галузях, як пивоварні, виробництво напоїв і хімічне виробництво, використовуються датчики CO_2, щоб забезпечити безпеку працівників і запобігти накопиченню небезпечних рівнів CO_2.

Теплиці та сільське господарство

У теплицях та сільському господарстві датчики CO_2 відіграють вирішальну роль у зростанні та продуктивності рослин. Моніторинг і контроль рівня CO_2 у тепличних середовищах може посилити фотосинтез і ріст рослин, що призведе до підвищення врожайності.

Автомобільна промисловість

Датчики CO_2 використовуються в автомобільній промисловості, зокрема в автомобілях з двигунами внутрішнього згоряння. Вони допомагають оптимізувати паливну ефективність і зменшити викиди, забезпечуючи зворотний зв'язок у режимі реального часу щодо рівнів CO_2 у вихлопних газах, дозволяючи системам керування двигуном регулювати повітряно-паливну суміш для оптимального згоряння.

Моніторинг навколишнього середовища

Датчики CO_2 використовуються в моніторингу навколишнього середовища для вимірювання та відстеження рівнів CO_2 у зовнішньому середовищі. Ці дані є важливими для дослідження зміни клімату, вивчення циклів вуглецю та оцінки впливу діяльності людини на навколишнє середовище.

Безпека в замкнутому просторі

Датчики CO_2 використовуються для моніторингу замкнутого простору, щоб виявити високий рівень вуглекислого газу, який може становити небезпеку для працівників. Ці датчики подають сигнали раннього попередження та допомагають забезпечити безпеку працівників у таких середовищах, як резервуари для зберігання, тунелі та підземні приміщення.

Датчик присутності

Усі датчики поділяються на два типи : провідні та бездротові.

Гелло В.О.

Бездротові датчики передають дані автоматиці через радіоканал, що дозволяє зменшити кількість проводів в системі, однак функціональність такої системи може бути обмеженою через шуми на радіоканалі і т.п.

Провідні датчики напряму передають сигнал на контролер, який приймає їх та обробляє, запускаючи, якщо потрібно, певні дії. Також дротові датчики можна перепрограмувати під конкретні запити.

Датчики руху перевіряють або реагують на активності в робочій зоні, наприклад рух, біг, стрибання людей, проте він може не помітити повільної ходи, або сидіння на місці, тобто помічаються виключно активні рухи.

Датчик присутності – набагато чутливіші за звичайні датчики руху. Якщо датчик руху звіряє інформацію з 8 зон, то присутності це здатен робити навіть в 32. Він помічає такі рухи, як повороти голови, робота за комп'ютером, поправлення одягу. Тому їх зручно використовувати в VAV системах.

Датчики світлочутливості

Датчики світлочутливості реагують на рівень денного світла, таким чином зручно підлаштовувати внутрішнє освітлення до зовнішнього, адже не завжди хочеться вмикати світло на максимум. Якщо раптом на вулиці почнеться хмарна погода, система може збільшити рівень освітлення, а коли на вулиці посвітлішає, система може взагалі вимкнути освітлення. Також система може бути налаштована на закриття або ж відкриття штор чи жалюзі в приміщенні.

1.3. Проектування повітропроводів при умові застосування VAV - регуляторів. Принципи розміщення регуляторів в системі.

Виклили при проектуванні

1. Неадекватна вентиляція. Забезпечення належної вентиляції за допомогою простої системи VAV є проблемою. Оскільки в системах VAV кількість повітря, що подається, змінюється залежно від навантаження, обмеження повітряного потоку може призвести до недостатнього зовнішнього потоку повітря.

2. Поганий розподіл повітря. Коли система VAV досягає проектного заданого значення, об'єм повітря, що подається в кімнату, зменшується. Це впливає на розподіл повітря. Стандартний дифузор може добре працювати для додатків із постійним об'ємом, але не так добре при часткових швидкостях повітря. Коли повітряний потік зменшується, схема розподілу змінюється і може спричинити розшарування або протяги.

3. Проблеми керування – як відчути невеликі зміни статичного тиску, як збалансувати системи повернення повітря з коливаннями припливного повітря

Гелюх В.О.

та як підтримувати постійний потік зовнішнього повітря з коливаннями припливного та зворотні потоки повітря.

4. Вимоги до простору - Для встановлення коробки VAV потрібен значний простір як у вертикальному, так і в горизонтальному напрямках. За емпіричним правилом, лінійна довжина повітропроводу перед коробкою VAV повинна в три рази перевищувати діаметр впускного отвору. Ця довжина потрібна для вирівнювання профілю повітря в повітропроводі перед входом в короб. У вертикальному напрямку коробці VAV може знадобитися до 18 дюймів, що може бути проблемою, якщо висота стелі відносно мала.

5. Розташування коробки VAV - Оскільки коробки VAV повинні розташовуватися у розгалуженні повітропроводу, їх часто розміщують над стелею. У ситуаціях, коли використовується акустична стеля, є легкий доступ до коробки. Однак у ситуаціях, коли є гіпсова стеля, необхідно передбачити панель доступу, щоб забезпечити доступ до коробки.

Регулятори VAV використовуються для автоматичного регулювання потоку повітря в системах вентиляції як припливу, так і витяжки/обратки. Вони регулюють кількість припливного/витяжного повітря для контролю клімату індивідуально для кожної кімнати/зони, що обслуговується. Використовуючи елементи керування, вони можуть регулювати відповідно до різних надходжень/втрат тепла в обслуговуваних зонах щодо кількості людей, які зібралися в зоні, а також інших факторів, таких як надходження та втрати тепла через вікна (сонячне навантаження).

Регулятори можуть випускатися різних типів, наприклад регулятор застосовний для використання з чистим фільтрованим повітрям, або ж регулятори також можуть бути застосовані для роботи із забрудненим повітрям з легкими корозійними газами.

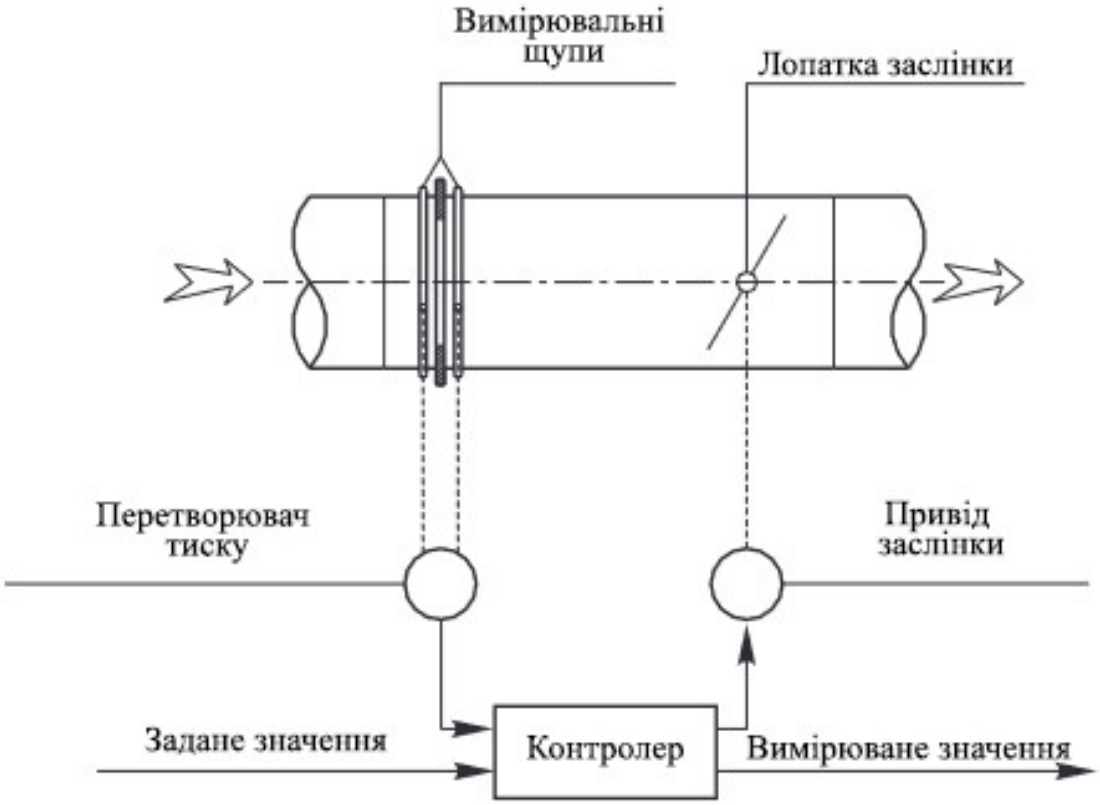
Типовий склад регулятора

Корпус регулятора і лопатка повітряної заслінки виготовлені з листової оцинкованої сталі. Лопатки заслінки мають пластифікований ПВХ-ущільнювач, який забезпечує повітронепроникність у повністю закритому положенні. Механізм приводу лопаток заслінки виготовлений із пластику. Діафрагма виготовлена з оцинкованого сталевого листа. З обох боків трубки встановлені форсунки для вимірювання перепаду тиску. Привідний механізм регулятора повітряного потоку являє собою компактний блок, що складається з датчика перепаду статичного тиску, цифрового контролера PID і виконавчого механізму.

Принцип роботи

Гецко В.О.

Принцип роботи залежить від вимірювання об'єму повітря, що проходить через регулятор. Зчитування проводиться за чотирма парами зондів, розташованих по обидва боки отвору. Коли повітря проходить через вимірювальний зонд, з обох боків від нього створюється різниця тиску, яка відповідає фактичному об’єму повітря. Далі пневматичний сигнал по пластикових трубках передається на датчик тиску. Значення перепаду тиску надсилається до контролера, де воно перетворюється на значення об’єму повітря та порівнюється із заданим значенням. Якщо виміряне значення відрізняється від заданого значення, привід регулює повітряну заслінку в необхідне положення, щоб усунути різницю між виміряним і заданим значеннями.



Принципи розміщення регуляторів VAV

Регулятори VAV не можуть працювати разом із заслінками. Принцип роботи регулятора VAV полягає в зміні швидкості повітряного потоку (у певній частині системи) для підтримки певного параметра в приміщенні (наприклад, концентрації CO2, тиску повітря або кімнатної температури). Кожна зміна швидкості повітряного потоку на регуляторі VAV вимагатиме коригування конфігурації заслінок. Тому, як правило, якщо в системі використовується принаймні один регулятор VAV, інші гілки також повинні бути обладнані

пристроями для автоматичного регулювання, такими як регулятор VAV, регулятор CAV або регулятор перепаду тиску. Тому для роботи VAV системи необхідно встановлювати регулятори повітропровід, завдяки чому заслінкою буде регулюватись об’єм повітря, що подається в приміщення.

1.4. Взаємодія приладів, встановлених на припливній та витяжній ділянках повітропроводів.

Коли змінюються параметри мікроклімату, датчики вловлюють це і відправляють до контролера, який передає накази щодо дій в конкретні прилади. Відповідно, збільшивши приплив у приміщенні, система знає, що потрібно збільшити кількість повітря, що видаляється. Тобто взаємодія датчиків та приладів відбувається через контролер.

Розділ 2 Розрахунок систем опалення та вентиляції

2.1.Характеристика об’єкту будівництва та географічний пункт будівництва:

- Місто проектування: **с. Катюжанка , Київська область**
- Призначення будівлі: **Школа**
- Географічна широта: **52º**
- Барометричний тиск: **990гПа**

Спортивна зала:

- Орієнтація по сторонам світу зовнішньої стіни: Пд/ Зх
- Висота приміщення від підлоги до стелі: 6,3 м
- Висота робочої зони: 2 м
- Кількість людей: 50 чол.
- Площа:275,3 м^2

Розрахункові параметри зовнішнього повітря:

(Таблиця виконана за допомогою Id-діаграми та вихідних даних)

Розрахункові параметри для зовнішнього повітря

Період року	***Температура t,°C***	***Ентальпія I, кДж/кг***	***Вологовміст d, г/кг***	***Відносна вологість φ, %***
Теплий	28	53,6	10,6	42
Холодний	-22	-20,2	0,6	80

Розрахункові параметри внутрішнього повітря:

Спортивна зала:

- Система вентиляції підтримує *оптимальні* параметри повітря в приміщенні згідно ДБН «Опалення, вентиляція та кондиціонування», дод. Д, табл.1
- Температура внутрішнього повітря залежить від рівня метаболізму людини та теплоізоляційних властивостей вбрання людини;

Рівень метаболізму: ***165 Вт/м²*** (*2,8 мет)*, за дод. Д, табл.Д.2

Теплоізоляційні властивості людини залежать від вбрання, табл. Д.3:

- ✓ Холодний період року – **0,5** ***кло (0,080 м²-К/Вт)***
- ✓ Теплий період року – ***0,3кло (0,050 м²-К/Вт)***

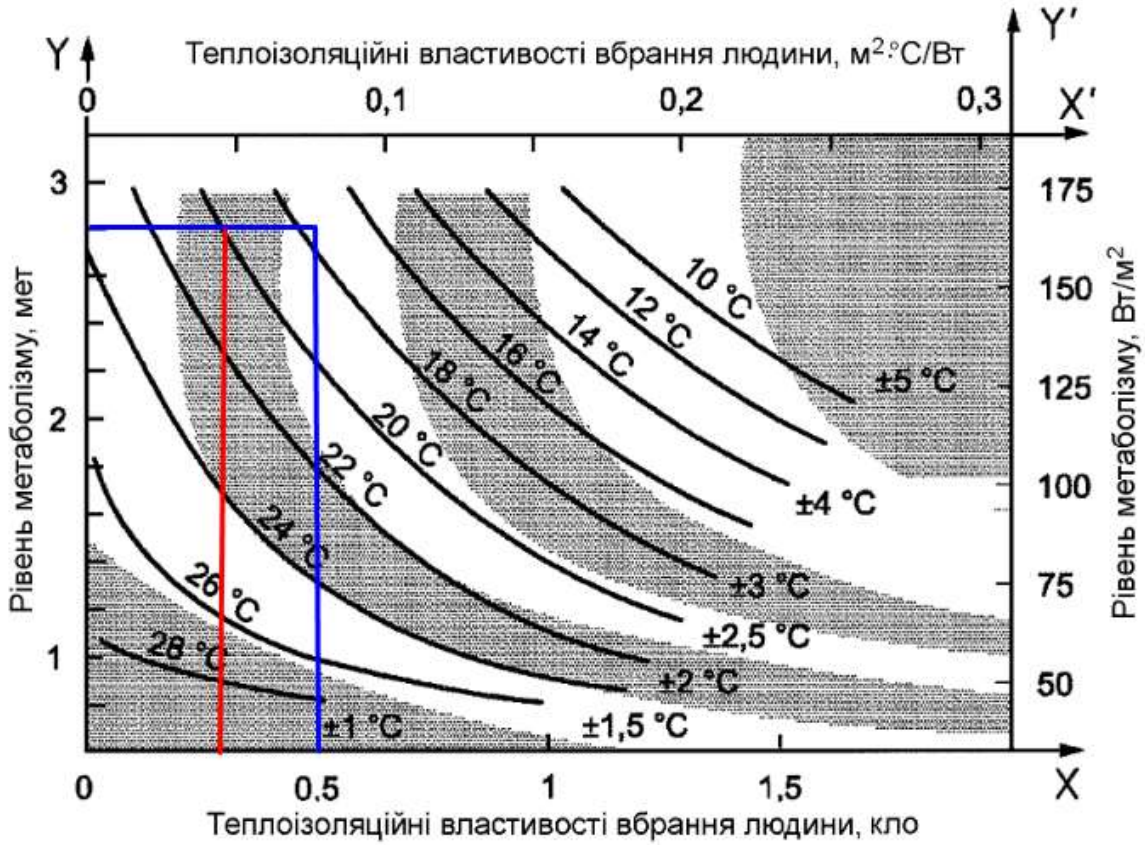


Рисунок Д.2 – Результуюча температура та її допустимий діапазон оптимальних умов мікроклімату приміщення

- Швидкість руху повітря в робочій зоні залежить від турбулентності та температури внутрішнього повітря. Приймаємо: **Tu = 40%**

Розрахункові параметри для внутрішнього повітря

Приміщення	***Період року***	***Температура***	***Відносна вологість φ, %***	***Рухливість повітря V, м/с***	***ГДК CO_2, г/м³***
Спортивна зала	Теплий	18	25-60	0,13	600

2.2. Розрахунок системи опалення.

2.2.1.Теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій

Теплотехній розрахунок виконаний за ДБН В.2.6-31:2021 виконано в програмі Audytor 5.0 і зведенно в таблицю 3.1

Таблиця 2.2.1

Символ	Описание	d	Ri	Re	R	U	ФТ	A
		м	м2·К/Вт	м2·К/Вт	м2·К/Вт	Вт/м2·К	Вт	м2
ВС	**Стена внутренняя**	**0,120**	**0,130**	**0,130**	**0,527**	**1,899**		
ДВВ	**Дверь внутренняя**					**3,000**		
ДВН	**Дверь наружная**					**2,500**	**1576**	**15,48**
КР	**Кровля**	**1,085**	**0,100**	**0,040**	**7,111**	**0,141**	**14811**	**2562,58**
НС1+	**Стена наружная**	**0,670**	**0,130**	**0,040**	**4,218**	**0,237**	**29349**	**2953,43**
НС2	**Стена наружная помещений 1,2**	**0,310**	**0,130**	**0,040**	**4,065**	**0,246**		
ОК	**Окно наружное**					**2,000**	**77811**	**931,14**
ПОЛ	**Пол в подвале**	**0,350**	**2,000**		**4,667**	**0,214**		
ПОЛ 1	**Отдача тепла от перекрытия вниз**	**0,510**	**0,170**	**0,170**	**5,355**	**0,187**	**5473**	**2071,82**
ПРОЕЗД	**Перекрытие наружное**	**0,520**	**0,170**	**0,040**	**5,463**	**0,183**	**2375**	**313,33**
СТ-ПОД	**Наружная стена, примыкающая к грунту**	**0,510**	**1,559**		**3,347**	**0,299**		

2.2.2 Розрахунок тепловтрат огороджувальних конструкцій

Розрахунок виконаний за ДСТУ Б А.2.2-12:2021 виконано в програмі Audytor 5.0 і зведенно в таблиці 3.2 і 3.5 .

Таблиця 2.2.2

Символ	d	λ	ρ	ср	R	Rcor	δ	μ	Z	Zcor
	м	Вт/(м·К)	кг/м3	кДж/(кг·К)	м2·К/Вт	м2·К/Вт	мг/(м·ч·Па)		м2ч·Па/г	м2ч·Па/г
ВС	Стена внутренняя									
ЦЕГЛ- Ц-1	0,1200	0,450	1300	0,880	0,267	0,267	135,00	5	888,9	888,9
Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м²·К/Вт]:										0,130
Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м²·К/Вт]:										0,130
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м²·К/Вт]:										0,527
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м²·К)]:										1,899
КР	Кровля									
Вид ограждения: Совмещенное покрытие невентилируемое, Влажностные условия: Нормальный										
ЦИНК	0,0050	110,000	7100	0,390	0,000	0,000	0,01	72000	500000,0	500000,0
СОСН/ЯЛ-ВВ	0,1000	0,290	500	2,300	0,345	0,345	320,00	2	312,5	312,5
Сопротивление воздушной прослойки совмещенного покрытиясред. толщиной H = 0 м, [м²·К/Вт]:										0,160
Сумма сопротивлений теплопередаче ската крыши и воздушной прослойки, [м²·К/Вт]:										0,505
БЕТОН-ЗК12	0,2000	0,540	1200	0,840	0,370	0,370	225,00	3	888,9	888,9

Гелло В.О.

МІНВАТ-ЩІУ	0,2500	0,042	130	0,750	5,952	5,952	480,00	2	520,8	520,8
ЗАЛІЗОБЕТОН	0,2200	1,700	2500	0,840	0,129	0,129	30,00	24	7333,3	7333,3
ШТУКАТ-ВАП	0,0100	0,700	1700	0,840	0,014	0,014	75,00	10	133,3	133,3
Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м²·К/Вт]:										0,100
Опір теплопередачі зовні Re, [м²·К/Вт]:										0,040
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м²·К/Вт]:										7,111
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м²·К)]:										0,141
НС1+	Стена наружная									
Вид ограждения: Стена наружная, Влажностные условия: Нормальный										
ШТУКАТ-ВАП	0,0200	0,700	1700	0,840	0,029	0,029	75,00	10	266,7	266,7
ЦЕГЛ- Ц-1	0,5100	0,450	1300	0,880	1,133	1,133	135,00	5	3777,8	3777,8
МІНВАТ-ЩІУ	0,1200	0,042	130	0,750	2,857	2,857	480,00	2	250,0	250,0
ШТУКАТ-ВАП	0,0200	0,700	1700	0,840	0,029	0,029	75,00	10	266,7	266,7
Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м²·К/Вт]:										0,130
Опір теплопередачі зовні Re, [м²·К/Вт]:										0,040
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м²·К/Вт]:										4,218
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м²·К)]:										0,237
НС2	Стена наружная помещений 1,2									
Вид ограждения: Стена наружная, Влажностные условия: Нормальный										
ШТУКАТ-ВАП	0,0200	0,700	1700	0,840	0,029	0,029	75,00	10	266,7	266,7
ЦЕГЛ- Ц-1	0,1200	0,450	1300	0,880	0,267	0,267	135,00	5	888,9	888,9
МІНВАТ-ЩІУ	0,1500	0,042	130	0,750	3,571	3,571	480,00	2	312,5	312,5
ШТУКАТ-ВАП	0,0200	0,700	1700	0,840	0,029	0,029	75,00	10	266,7	266,7
Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м²·К/Вт]:										0,130
Опір теплопередачі зовні Re, [м²·К/Вт]:										0,040
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м²·К/Вт]:										4,065
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м²·К)]:										0,246
ПОЛ	Пол в подвале									
Вид ограждения: Пол в подвале, Влажностные условия: Нормальный										
Стена, примыкающая к полу: СТ-ПОД										
Разница высоты пола и грунтовой воды Zgw: 3,00 м										
Высота заглубления стены, примыкающей к грунту Z: 2,50										
ТЕРАКОТА	0,0100	1,050	2000	0,840	0,010	0,010	250,00	3	40,0	40,0
БЕТОН-1900	0,0400	1,000	1900	0,840	0,040	0,040	75,00	10	533,3	533,3
В-ППС-50	0,1000	0,040	50	1,340	2,500	2,500	50,00	14	2000,0	2000,0

Гелюк В.О.

ЗАЛІЗОБЕТОН	0,2000	1,700	2500	0,840	0,118	0,118	30,00	24	6666,7	6666,7
Равноценное сопротивление грунта вместе с сопротивлениями теплпередаче Rg, [м²·К/Вт]:										2,000
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м²·К/Вт]:										4,667
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м²·К)]:										0,214
ПОЛ 1	Отдача тепла от перекрытия вниз									
Вид ограждения: Отдача тепла от перекрытия вниз, Влажностные условия: Нормальный										
ТЕРАКОТА	0,0100	1,050	2000	0,840	0,010	0,010	250,00	3	40,0	40,0
БЕТОН-1900	0,0400	1,000	1900	0,840	0,040	0,040	75,00	10	533,3	533,3
БЕТОН-3К12	0,0400	0,540	1200	0,840	0,074	0,074	225,00	3	177,8	177,8
МІНВАТ-ЩІУ	0,2000	0,042	130	0,750	4,762	4,762	480,00	2	416,7	416,7
ЗАЛІЗОБЕТОН	0,2200	1,700	2500	0,840	0,129	0,129	30,00	24	7333,3	7333,3
Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м²·К/Вт]:										0,170
Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м²·К/Вт]:										0,170
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м²·К/Вт]:										5,355
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м²·К)]:										0,187
ПРОЕЗД	Перекрытие наружное									
Вид ограждения: Перекрытие наружное, Влажностные условия: Нормальный										
ТЕРАКОТА	0,0100	1,050	2000	0,840	0,010	0,010	250,00	3	40,0	40,0
БЕТОН-1900	0,0400	1,000	1900	0,840	0,040	0,040	75,00	10	533,3	533,3
МІНВАТ-ЩІУ	0,2000	0,042	130	0,750	4,762	4,762	480,00	2	416,7	416,7
ЗАЛІЗОБЕТОН	0,2200	1,700	2500	0,840	0,129	0,129	30,00	24	7333,3	7333,3
ФАНЕРА	0,0500	0,160	600	2,510	0,313	0,313	20,00	36	2500,0	2500,0
Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м²·К/Вт]:										0,170
Опір теплопередачі зовні Re, [м²·К/Вт]:										0,040
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м²·К/Вт]:										5,463
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м²·К)]:										0,183
СТ-ПОД	Наружная стена, примыкающая к грунту									
Вид ограждения: Наружная стена, примыкающая к грунту, Влажностные условия: Нормальный										
Пол, примыкающий к стене:: ПОЛ										
Высота заглубления стены, примыкающей к грунту Z: 2,50										
ШТУКАТ-ВАП	0,0100	0,700	1700	0,840	0,014	0,014	75,00	10	133,3	133,3
ЗАЛІЗОБЕТОН	0,4000	1,700	2500	0,840	0,235	0,235	30,00	24	13333,3	13333,3
IZOPOR B	0,1000	0,065	300	1,460	1,538	1,538	200,00	4	500,0	500,0
Равноценное сопротивление грунта вместе с сопротивлениями теплпередаче Rg, [м²·К/Вт]:										1,559
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м²·К/Вт]:										3,347
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м²·К)]:										0,299

Тепло В.О.

Кліматологічні дані для холодного періоду року

Місто	*Середня температура за рік $t_{зовн.р}$, С*	*Зона вологості*	*Температу-ра найхолод-нішої доби $t_{зовн.1}$, С*	*Температура найхолоднішої п'ятиденки $t_{зовн.5}$, С*	*Опалювальний сезон*		*Кількість градусо-діб $S_{о.с}$, гр.-діб*	*Кліматична зона*
					Середня температура $t_{о.с}$, С	*Тривалість $Z_{о.с}$, діб*		
С.Катюжанка	7,5	С	-22	-20	0,3	187	3404	II

Напрямок і швидкість руху в січні

Таблиця 2.2.3

	Пн	*ПнС*	*С*	*ПдС*	*Пд*	*ПдЗ*	*З*	*ПнЗ*
Повторюваність вітру, %	4,6	3,5	10,3	13,1	15,4	16,4	26,1	10,6
Швидкість вітру V, м/с	3,4	3,0	3,9	3,9	4,0	4,5	4,9	4,5
Коефіцієнт β_v	0	0	0	0,05	0,05	0,05	0,05	0

Таблиця складена на підставі ДСТУ -Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія" [1]

Гелюх В.О.

Тепловтрати

Таблиця 3.5

Символ	Описание	θint,H	A	V	ΦHL	Отметка	Hi	θv	ΦT	ΦV	Φ	φHL,A	φHL,V	ΦHL,c
		°C	м2	м3	Вт	м	м	°C	Вт	Вт	Вт	Вт/м2	Вт/м3	Вт
102	Раздвалка 102	20	15,82	47,5	2223	0,0	3,0	-22	2019	203	2223	140,5	46,8	2223
103	Раздвалка 103	20	17,05	51,2	2249	0,0	3,0	-22	2030	219	2249	131,9	44,0	2249
104	Раздвалка 104	20	33,04	99,1	4307	0,0	3,0	-22	3882	425	4307	130,4	43,5	4307
105	Коридор 105	18	276,00	828,0	18269	0,0	3,0	-22	15904	2365	18269	66,2	22,1	18269
107	Офис 107	20	20,82	62,5	860	0,0	3,0	-22	592	268	860	41,3	13,8	860
108	Спортзал 108	18	282,80	1696,8	20552	0,0	6,0	-22	10949	6923	20552	72,7	12,1	20552
121	Офис 121	20	8,00	24,0	865	0,0	3,0	-22	762	103	865	108,1	36,0	865
123	Переодевалка 123	20	15,00	45,0	1070	0,0	3,0	-22	877	193	1070	71,3	23,8	1070
127	Офис 127	20	11,20	33,6	533	0,0	3,0	-22	389	144	533	47,6	15,9	533
128	Офис 128	20	11,20	33,6	533	0,0	3,0	-22	389	144	533	47,6	15,9	533
129	Офис 129	20	11,20	33,6	533	0,0	3,0	-22	389	144	533	47,6	15,9	533
130	Офис 130	20	11,20	33,6	849	0,0	3,0	-22	705	144	849	75,8	25,3	849
131	Кухня с окном 131	18	64,42	193,3	2751	0,0	3,0	-22	1963	789	2751	42,7	14,2	2751
136	столовая 136	20	165,37	496,1	4787	0,0	3,0	-22	2662	2125	4787	28,9	9,6	4787
137	Офис 137	20	15,27	45,8	1247	0,0	3,0	-22	1051	196	1247	81,7	27,2	1247
138	Офис 138	20	15,27	45,8	1247	0,0	3,0	-22	1051	196	1247	81,7	27,2	1247
140	Гардеробная 140	18	32,00	96,0	2728	0,0	3,0	-22	2337	392	2728	85,3	28,4	2728

Тепло В.О.

141	Коридор 141	18	64,81	194,4	4269	0,0	3,0	-22	3476	793	4269	65,9	22,0	4269
143	Офис 143	20	13,27	39,8	1199	0,0	3,0	-22	1028	171	1199	90,3	30,1	1199
144	Коридор 144	18	44,97	134,9	1643	0,0	3,0	-22	1092	550	1643	36,5	12,2	1643
145	Подсобное пом. с окном 145	18	13,05	39,2	1322	0,0	3,0	-22	1162	160	1322	101,3	33,8	1322
147	Подсобное пом. с окном 147	18	13,05	39,2	1002	0,0	3,0	-22	842	160	1002	76,8	25,6	1002
148	Офис 148	20	52,74	158,2	3443	0,0	3,0	-22	2765	678	3443	65,3	21,8	3443
149	Офис 149	20	52,74	158,2	3069	0,0	3,0	-22	2391	678	3069	58,2	19,4	3069
150	Офис 150	20	70,52	211,6	3947	0,0	3,0	-22	3041	906	3947	56,0	18,7	3947
151	Офис 151	20	50,00	150,0	3509	0,0	3,0	-22	2866	643	3509	70,2	23,4	3509
152	Офис 152	20	70,00	210,0	5212	0,0	3,0	-22	4312	900	5212	74,5	24,8	5212
156	Офис 156	20	12,67	38,0	1115	0,0	3,0	-22	952	163	1115	88,0	29,3	1115
157	Офис 157	20	50,30	150,9	3246	0,0	3,0	-22	2599	646	3246	64,5	21,5	3246
158	Подсобное пом. с окном 158	18	12,67	38,0	1059	0,0	3,0	-22	904	155	1059	83,6	27,9	1059
160	Офис 160	20	71,72	215,2	4306	0,0	3,0	-22	3384	922	4306	60,0	20,0	4306
161	Офис 161	20	17,00	51,0	1183	0,0	3,0	-22	965	218	1183	69,6	23,2	1183
162	Офис 162	20	54,00	162,0	3246	0,0	3,0	-22	2552	694	3246	60,1	20,0	3246
163	Офис 163	20	54,00	162,0	3246	0,0	3,0	-22	2552	694	3246	60,1	20,0	3246
164	Офис 164	20	54,00	162,0	3246	0,0	3,0	-22	2552	694	3246	60,1	20,0	3246
165	Офис 165	20	71,72	215,2	4306	0,0	3,0	-22	3384	922	4306	60,0	20,0	4306
166	Офис 166	20	19,50	58,5	1240	0,0	3,0	-22	989	251	1240	63,6	21,2	1240

Гелио Р.О.

167	Офис 167	20	17,00	51,0	1638	0,0	3,0	-22	1420	218	1638	96,4	32,1	1638
168	Офис 168	20	32,00	96,0	2617	0,0	3,0	-22	2206	411	2617	81,8	27,3	2617
169	Офис 169	20	32,00	96,0	2238	0,0	3,0	-22	1827	411	2238	69,9	23,3	2238
172	Коридор 172	18	160,00	480,0	6873	0,0	3,0	-22	4915	1958	6873	43,0	14,3	6873
174	Офис 174	20	5,00	15,0	699	0,0	3,0	-22	635	64	699	139,8	46,6	699
175	Офис 175	20	7,30	21,9	782	0,0	3,0	-22	688	94	782	107,1	35,7	782
176	Офис 176	20	12,50	37,5	1673	0,0	3,0	-22	1513	161	1673	133,9	44,6	1673
280	Офис 280	20	100,00	300,0	3556	3,3	3,0	-22	2271	1285	3556	35,6	11,9	3556
281	Офис 281	20	100,00	300,0	3131	3,3	3,0	-22	1846	1285	3131	31,3	10,4	3131
288	Офис 288	20	100,00	300,0	5501	3,3	3,0	-22	4216	1285	5501	55,0	18,3	5501
291	Подсобное пом. с окном 291	18	13,05	39,2	1290	3,3	3,0	-22	1131	160	1290	98,9	33,0	1290
294	Подсобное пом. с окном 294	18	13,05	39,2	970	3,3	3,0	-22	810	160	970	74,3	24,8	970
295	Офис 295	20	52,74	158,2	3295	3,3	3,0	-22	2618	678	3295	62,5	20,8	3295
296	Офис 296	20	52,74	158,2	2921	3,3	3,0	-22	2243	678	2921	55,4	18,5	2921
297	Офис 297	20	52,74	158,2	2921	3,3	3,0	-22	2243	678	2921	55,4	18,5	2921
298	Офис 298	20	52,74	158,2	3157	3,3	3,0	-22	2479	678	3157	59,9	20,0	3157
299	Офис 299	20	52,74	158,2	3249	3,3	3,0	-22	2571	678	3249	61,6	20,5	3249
2100	Офис 2100	20	52,74	158,2	3249	3,3	3,0	-22	2571	678	3249	61,6	20,5	3249
2101	Коридор 2101	18	190,00	570,0	6684	3,3	3,0	-22	4359	2326	6684	35,2	11,7	6684
2102	Офис 2102	20	30,00	90,0	1214	3,3	3,0	-22	829	386	1214	40,5	13,5	1214

Гелио Р.О.

2103	Офис 2103	20	20,00	60,0	880	3,3	3,0	-22	623	257	880	44,0	14,7	880
2104	Офис 2104	20	9,00	27,0	497	3,3	3,0	-22	381	116	497	55,2	18,4	497
2105	Коридор 2105	18	210,00	630,0	10391	3,3	3,0	-22	6107	4284	10391	49,5	16,5	10391
2106	Офис 2106	20	18,00	54,0	1148	3,3	3,0	-22	917	231	1148	63,8	21,3	1148
2107	Офис 2107	20	54,00	162,0	4010	3,3	3,0	-22	3316	694	4010	74,3	24,8	4010
2108	Офис 2108	20	54,00	162,0	3094	3,3	3,0	-22	2400	694	3094	57,3	19,1	3094
2109	Офис 2109	20	54,00	162,0	3094	3,3	3,0	-22	2400	694	3094	57,3	19,1	3094
2110	Офис 2110	20	17,00	51,0	1135	3,3	3,0	-22	917	218	1135	66,8	22,3	1135
2111	Офис 2111	20	36,00	108,0	2200	3,3	3,0	-22	1737	463	2200	61,1	20,4	2200
2112	Офис 2112	20	17,00	51,0	1135	3,3	3,0	-22	917	218	1135	66,8	22,3	1135
2113	Офис 2113	20	54,00	162,0	3094	3,3	3,0	-22	2400	694	3094	57,3	19,1	3094
2114	Офис 2114	20	54,00	162,0	3094	3,3	3,0	-22	2400	694	3094	57,3	19,1	3094
2115	Офис 2115	20	71,72	215,2	4107	3,3	3,0	-22	3186	922	4107	57,3	19,1	4107
2116	Офис 2116	20	17,00	51,0	1591	3,3	3,0	-22	1372	218	1591	93,6	31,2	1591
2117	Офис 2117	20	65,00	195,0	4406	3,3	3,0	-22	3570	835	4406	67,8	22,6	4406
2120	Офис 2120	20	5,00	15,0	685	3,3	3,0	-22	621	64	685	137,0	45,7	685
2121	Офис 2121	20	7,30	21,9	761	3,3	3,0	-22	667	94	761	104,3	34,8	761
2123	Офис 2123	20	12,50	37,5	1638	3,3	3,0	-22	1478	161	1638	131,1	43,7	1638
3127	Коридор 3127	18	190,00	570,0	7985	6,6	3,0	-22	5660	2326	7985	42,0	14,0	7985
3132	Подсобное пом. с окном 3132	18	13,05	39,2	1115	6,6	3,0	-22	955	160	1115	85,4	28,5	1115

Гелио В.О.

3133	Подсобное пом. с окном 3133	18	13,05	39,2	1532	6,6	3,0	-22	1372	160	1532	117,4	39,1	1532
3134	Офис 3134	20	52,74	158,2	3904	6,6	3,0	-22	3227	678	3904	74,0	24,7	3904
3135	Офис 3135	20	52,74	158,2	3415	6,6	3,0	-22	2737	678	3415	64,8	21,6	3415
3136	Офис 3136	20	52,74	158,2	3415	6,6	3,0	-22	2737	678	3415	64,8	21,6	3415
3137	Офис 3137	20	52,74	158,2	3415	6,6	3,0	-22	2737	678	3415	64,8	21,6	3415
3138	Офис 3138	20	52,74	158,2	3416	6,6	3,0	-22	2739	678	3416	64,8	21,6	3416
3139	Офис 3139	20	52,74	158,2	3416	6,6	3,0	-22	2739	678	3416	64,8	21,6	3416
3140	Офис 3140	20	30,00	90,0	1423	6,6	3,0	-22	1037	386	1423	47,4	15,8	1423
3141	Офис 3141	20	20,00	60,0	1030	6,6	3,0	-22	773	257	1030	51,5	17,2	1030
3142	Офис 3142	20	9,00	27,0	576	6,6	3,0	-22	461	116	576	64,1	21,4	576
3143	Коридор 3143	18	210,00	630,0	12201	6,6	3,0	-22	7917	4284	12201	58,1	19,4	12201
3144	Офис 3144	20	18,00	54,0	1331	6,6	3,0	-22	1100	231	1331	73,9	24,6	1331
3145	Офис 3145	20	54,00	162,0	4758	6,6	3,0	-22	4064	694	4758	88,1	29,4	4758
3146	Офис 3146	20	54,00	162,0	3589	6,6	3,0	-22	2895	694	3589	66,5	22,2	3589
3147	Офис 3147	20	54,00	162,0	3589	6,6	3,0	-22	2895	694	3589	66,5	22,2	3589
3148	Офис 3148	20	54,00	162,0	3589	6,6	3,0	-22	2895	694	3589	66,5	22,2	3589
3149	Офис 3149	20	36,00	108,0	2562	6,6	3,0	-22	2100	463	2562	71,2	23,7	2562
3150	Офис 3150	20	71,72	215,2	4769	6,6	3,0	-22	3847	922	4769	66,5	22,2	4769
3151	Офис 3151	20	18,00	54,0	1331	6,6	3,0	-22	1100	231	1331	73,9	24,6	1331
3152	Офис 3152	20	71,72	215,2	4769	6,6	3,0	-22	3847	922	4769	66,5	22,2	4769

Гелио В.О.

3153	Офис 3153	20	16,00	48,0	1896	6,6	3,0	-22	1691	206	1896	118,5	39,5	1896
3154	Офис 3154	20	16,00	48,0	1816	6,6	3,0	-22	1611	206	1816	113,5	37,8	1816
3155	Офис 3155	20	48,00	144,0	3993	6,6	3,0	-22	3376	617	3993	83,2	27,7	3993
3158	Офис 3158	20	5,00	15,0	768	6,6	3,0	-22	704	64	768	153,6	51,2	768
3159	Офис 3159	20	7,30	21,9	872	6,6	3,0	-22	778	94	872	119,4	39,8	872
3161	Офис 3161	20	12,50	37,5	1806	6,6	3,0	-22	1646	161	1806	144,5	48,2	1806

2.2.3.Гідравлічний розрахунок

Таблиця 2.2.4

Гідравлічний розрахунок магістральних трубопроводів розподільної системи опалення СО-1

Номер ділянки	Теплове навантаження ділянки, Вт		Витрата води на ділянці, кг/год	Довжина ділянки, м	Діаметр, мм	Приведений коефіцієнт опору тертя, λ/d, $м^{-1}$	Питома витрата води, G/v, (кг/год)/(м/с)	Питомий динамічний тиск, A, Па/(кг/год)^2	Швидкість води на ділянці, V, м/с	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, $\Sigma\xi$	Приведений коефіцієнт місцевих опорів, $\xi_{пр}$	Характеристика опору ділянки, S, Па/(кг/год)^2	Втрати тиску на ділянці, $\Delta P_{діл}$, Па	Загальні втрати тиску, $\Sigma\Delta P$, Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ІТП-1	53154	1,000	571	56,2	20	1,79	1250	0,0003150	0,457	5,4	106	0,033389	10902	10902
1-2	41346	0,778	444	10,6	20	1,79	1250	0,0003150	0,356	2,2	21	0,006670	1318	12219

2-3	21298	0,401	229	4,4	12	3,2	436,4	0,0255000	0,525	3,5	18	0,448290	23500	35720
3-4	151101	0,284	162	7,2	12	3,2	436,4	0,0255000	0,372	1,6	25	0,628320	16558	52278
4-5	8825	0,166	95	6,5	8	5,67	227,63	0,0093851	0,417	2,7	40	0,371228	3341	55619
5-6	4554	0,086	49	3,6	8	5,67	227,63	0,0093851	0,215	1,5	22	0,205646	493	56112
6-7	3416	0,064	37	2,0	8	5,67	227,63	0,0093851	0,161	2,5	14	0,129890	175	56287
7-8	2278	0,043	24	2,0	8	5,67	227,63	0,0093851	0,108	2	13	0,125197	75	56362
8-9	1139	0,021	12	3,0	8	5,67	227,63	0,0093851	0,054	30	47	0,441194	66	56428
8'-9'	1139	0,021	12	3,0	8	5,67	227,63	0,0093851	0,054	30	47	0,441194	66	56494
7'-8'	2278	0,043	24	2,0	8	5,67	227,63	0,0093851	0,108	2	13	0,125197	75	56569
6'-7'	3416	0,064	37	2,0	8	5,67	227,63	0,0093851	0,161	2,5	14	0,129890	175	56744
5'-6'	4554	0,086	49	3,6	8	5,67	227,63	0,0093851	0,215	1,5	22	0,205646	493	57237

Гелио В.О.

4'-5'	8825	0,166	95	6,5	8	5,67	227,63	0,0093851	0,417	2,7	40	0,371228	3341	60578
3'-4'	151101	0,284	162	7,2	12	3,2	436,4	0,0255000	0,372	1,6	25	0,628320	16558	77137
2'-3'	21298	0,401	229	4,4	12	3,2	436,4	0,0255000	0,525	3,5	18	0,448290	23500	100637
1'-2'	41346	0,778	444	10,6	20	1,79	1250	0,0003150	0,356	2,2	21	0,006670	1318	101954
ІТП'-1'	53154	1,000	571	56,2	20	1,79	1250	0,0003150	0,457	5,4	106	0,033389	10902	112856

Гелло В.О.

2.2.4. *Підбір опалювальних приладів*

Таблиця 2.2.5

Символ	θint, H	ФHL ,с	Опис	Розрахункова теплова потужність	Встановлена теплова потужність	Тип, марка опалювального приладу	к-сть
	°С	Вт		Вт	Вт		
45	18	1322	Підсобне приміщення	1671	1720	радіатор Корадо Radik Klasik Тип 22	1
47	18	1002	Кладова	1274	1338	радіатор Корадо Radik Klasik Тип 22	1
48	20	3443	Учбовий клас	4464	1529	радіатор Корадо Radik Klasik Тип 22	3
49	20	3069	Учбовий клас	3988	1338	радіатор Корадо Radik Klasik Тип 22	3
50	20	3947	Учбовий клас	5103	1289	радіатор Корадо Radik Klasik Тип 21	4
91	18	1290	Кладова	1632	1720	радіатор Корадо Radik	1

Гелло В.О.

						Klasik Тип 22	
94	**18**	**970**	**Кладова**	**1234**	**1338**	**радіатор Корадо Radik Klasik Тип 22**	**1**
95	**20**	**3295**	**Учбовий клас**	**4276**	**1432**	**радіатор Корадо Radik Klasik Тип 21**	**3**
96	**20**	**2921**	**Учбовий клас**	**3800**	**1289**	**радіатор Корадо Radik Klasik Тип 21**	**3**
97	**20**	**2921**	**Учбовий клас**	**3800**	**1289**	**радіатор Корадо Radik Klasik Тип 21**	**3**
98	**20**	**3157**	**Учбовий клас**	**4100**	**1432**	**радіатор Корадо Radik Klasik Тип 21**	**3**
99	**20**	**3249**	**Учбовий клас**	**4217**	**1432**	**радіатор Корадо Radik Klasik Тип 21**	**3**
127	**18**	**7985**	**Коридор**	**9738**	**2102**	**радіатор Корадо**	**5**

Гелло В.О.

						Radik Klasik Тип 21	
132	**18**	**1115**	**Підсобне приміщення**	**1414**	**1432**	**радіатор Корадо Radik Klasik Тип 22**	**1**
133	**18**	**1532**	**Підсобне приміщення**	**1931**	**2102**	**радіатор Корадо Radik Klasik Тип 22**	**1**
134	**20**	**3904**	**Учбовий клас**	**5049**	**1720**	**радіатор Корадо Radik Klasik Тип 22**	**3**
135	**20**	**3415**	**Учбовий клас**	**4428**	**1529**	**радіатор Корадо Radik Klasik Тип 22**	**3**
136	**20**	**3415**	**Учбовий клас**	**4428**	**1529**	**радіатор Корадо Radik Klasik Тип 22**	**3**
137	**20**	**3415**	**Учбовий клас**	**4428**	**1529**	**радіатор Корадо Radik Klasik Тип 22**	**3**
138	**20**	**3416**	**Учбовий клас**	**4430**	**1529**	**радіатор Корадо Radik**	**3**

Гелло В.О.

						Klasik Тип 22	

Арматура

Таблиця 2.2.6.

Встановлена теплова потужність	Тип, марка опалювального приладу	К-ть	Витрата теплоносія	Встановлена попередне налаштування для клапана
Вт			л/год	
1720	радіатор Корадо Radik Klasik Тип 22	1	45,5	6
1338	радіатор Корадо Radik Klasik Тип 22	1	34,5	6
1529	радіатор Корадо Radik Klasik Тип 22	3	118,4	5
1338	радіатор Корадо Radik Klasik Тип 22	3	105,6	6
1289	радіатор Корадо Radik Klasik Тип 21	4	135,8	6
1720	радіатор Корадо Radik Klasik Тип 22	1	44,4	7
1338	радіатор Корадо Radik Klasik Тип 22	1	33,4	7
1432	радіатор Корадо Radik Klasik Тип 21	3	113,3	6
1289	радіатор Корадо Radik Klasik Тип 21	6	100,5	6

Тепло В.С.

1432	радіатор Корадо Radik Klasik Тип 21	3	108,6	4
1432	радіатор Корадо Radik Klasik Тип 21	3	111,8	4
2102	радіатор Корадо Radik Klasik Тип 21	5	274,7	7
1720	радіатор Корадо Radik Klasik Тип 22	1	45,5	6

Гелло В.О.

2.3. Розрахунок системи вентиляції та кондиціонування повітря.

2.3.1. Теплонадходження в приміщенні

Розрахункове приміщення, в якому наступні види теплонадходжень

Теплонадходження від людей [2].

- *Повна кількість теплоти:*

Для теплого періоду року:

$$Q^{тп}_{hf}=\Sigma q_{hf} \cdot n_i \ (Вт)$$; [2].

де n_i – кількість людей в приміщенні;

q_{hf} – питома к-сть теплоти, що виділяється дорослими людьми і залежить від виду роботи; (табл. 4.1, [2])

Приміщення	n, люд.	Q_{hf}	$Q_{hf\ тп}$
Спортивна зала	50	*290*	14500

Для холодного періоду року :

$$Q^{хп}_{hf}=\Sigma q_{hf} \cdot n_i \ (Вт)$$;

Приміщення	n, люд.	Q_{hf}	$Q_{hf\ хп}$
Спортивна зала	50	*290*	14500

- *Явна кількість теплоти:*

Для теплого періоду року:

$$Q^{тп}_{h}=\Sigma q_{h} \cdot n_i \ (Вт)$$;

де n_i – кількість людей в приміщенні;

q_{hf} – питома к-сть теплоти, що виділяється дорослими людьми і залежить від виду роботи; (табл. 4.1, [2])

Гелюх В.О.

Приміщення	n	q_h	$Q_{h\ тп}$
Спортивна зала	50	*130*	6500

Для холодного періоду року :

$$Q^{ХП}_h = \Sigma q_h \cdot n_i \ (Вт);$$

Приміщення	**n**	q_h	$Q_{h\ тп}$
Спортивна зала	**50**	***142***	**7100**

Теплонадходження від джерел штучного освітлення [2].

$Q_{осв}=E \cdot F \cdot q_{осв} \cdot \eta_{осв}$ *Вт; [2].*

Е – освітленість; (*для спортивної зали: Е=200лк);*

F – площа підлоги приміщення, м^2;

$q_{осв}$ – питомі тепловиділення, Вт/м^2 ;

$q_{осв}$ *=0,14 Вт/м^2*– для люмінісцентних ламп;

$\eta_{осв}$ – доля теплоти , яка потрапляє в приміщення,

$\eta_{осв}$*=0,55* – для люмінісцентних ламп;

Приміщення	$Q_{осв\ ,\ Вт}$	***А*, м^2**
Спортивна зала	***4239,6***	**275,3**

Теплонадходження від сонячної радіації :

Кількість теплоти, Вт, що потрапляє в приміщення:

$Qc.p. = (q_р*k_1 + q_п*k_2)*k_3*k_4*A_{ос}$,

Де k_1=1 – коефіцієнт опромінення прямою сонячною радіацією для площі світлового прорізу.

k_2=1 – коефіцієнт опромінення для обліку надходження розсіяної сонячної радіації через світлові прорізи

Рєшо В.О.

k_3=0,6 (штора-жалюзі з металевими пластинами)

k_4=0,61- коефіцієнт теплопроникності заповнення світлових прорізів (подвійне скління в металевих роздільних палітурках)

Теплонадходженя, через світлопрозорі конструкції

Назва приміщення	**Орієнтація**	**Площа, м²**	**8-9**	**9-10**	**10-11**	**11-12**	**12-13**	**13-14**	**14-15**	**15-16**	**16-17**	**17-18**
Спортивна зала	Пд	63	4127	6756	8970	10030	10030	8970	6756	4127	2052	1360

Поверхнева щільність теплового потоку I ($\frac{\text{прямий}}{\text{розсіяний}}$) сонячної радіації в липні, що пройшов через вертикальне чи горизонтальне скління світлових прорізів, Вт / час початку і закінчення прямої радіації.

Географічна широта, градус	Години до полудня	Орієнтація вертикального світлового прорізу (до полудня)								Горизонтальний світловий проріз	Години після полудня
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗ		
52	5-6	102 55	301 69	371 73	116 52	— 31	— 28	— 28	— 28	57 42	18-19
	6-7	26 69	391 98	497 119	272 91	— 59	— 43	— 44	— 44	158 62	17-18
	7-8	— 71	342 106	545 129	328 110	13 76	— 55	— 53	— 53	291 73	16-17
	8-9	— 67	196 96	498 123	448 114	94 85	— 63	— 57	— 58	419 82	15-16

Гелло В.О.

9-10	__ 63	42 79	374 100	429 110	206 87	__ 67	__ 59	__ 60	508 87	14-15
10-11	__ 60	__ 69	193 84	333 96	299 90	14 72	__ 60	__ 62	585 93	13-14
11-12	__ 59	__ 65	37 72	272 86	344 91	150 78	__ 65	__ 63	630 98	12-13
	Орієнтація вертикального світлового прорізу (після полудня)									

Теплонадходження через покриття [15].

Тепловий потік через покриття по формулі [15]:

$Q_{пок}=(F/R^{A}_{0})(t^{ум}_{н} - t_{в})$, Вт, де F - площа покриття ;R_0^A - опір теплопередачі покриття, розрахований для ТП м^2*^{o}С/Вт; $t_н^{ум}$ -умовна середньодобова температура зовнішнього повітря ^{o}С ; $t_в$ – середня температура в верхній зоні приміщення ^{o}С [7];

Умовна середньодобова температура зовнішнього повітря, ^{o}С:

$t_н^{ум} = t_н +((\rho*I_{ср})/\alpha_н)$,де $t_н$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, ^{o}С; ρ - коефіцієнт поглинання сонячної радіації зовнішнього поверхнею (0,65 для оцинкованої кровельної сталі); $I_{ср}$=328 - середньодобова кількість теплоти сумарної сонячної радіації, яка надходить в липні на горизонтальну поверхню, Вт/м^2; $\alpha_н$- коефіцієнт тепловіддачі від зовнішнього повітря до покриття, Вт/м^2^{o}С, дорівнює:

$\alpha_н$ = 5,8+11,6*4^0,5=29 Вт/м^2^{o}С

$t_н^{ум}$ = 28+(0,65*328/29)=35,35 ^{o}С

Тепловий потік через перекриття [7]

Назва приміщення	$Q_{пок}$
Спортивна зала	3674

Гелюх В.О.

Загальні теплонадходження в приміщення:

Назва приміщення	Джерело теплоти	Період року			
		Теплий		Холодний	
		Явні	Повні	Явні	Повні
Спортивна зала	Сонячна радіація	10030		-	
	Через перекриття	3674		-	
	Штучне освітлення	*4239,6*		*4239,6*	
	Люди	7420	14500	7420	14500
	Всього	25363,6	32443,6	11356,8	18436,8

2.3.2. Тепловий баланс

Приміщення	Період року	Параметри	Надходження	Надлишки	Теплонапруженість Вт/м^3
Спортивна зала	ТП	Явна теплота	25363,6	25363,6	
		Повна теплота	32443,6	32443,6	
	ХП	Явна теплота	11356,8	11356,8	0,8
		Повна теплота	18436,8	18436,8	

Визначення градієнту температури в приміщенні [7]

$Q_{\text{тн}} = \frac{\Delta Q_{h\text{пр}}}{V_{\text{пр}}}$,Вт/м^3 ,

Де $V_{\text{пр}}$- об'єм приміщення, $\Delta Q_{h\text{пр}}$- явні надлишки теплоти в приміщенні.

Градієнт температури - це підвищення температури на 1 м висоти приміщення вище робочої зони, що залежить від теплонапруженості в приміщенні [7].

Спортивна зала:

Гейко В.О.

$Q_{тн}^{ТП} = \frac{25363,6}{275,3} =$ 92,13 Вт/м^3 $Q_{тн}^{ХП} = \frac{11356,8}{275,3}$=41,25/м^3

$Q_{тн}^{ТП} = 1,5$=> gradT= ^{0}С/м $Q_{тн}^{ХП} = 41,25$=> gradT=0,8 ^{0}С/м

2.3.3. Надходження шкідливостей в приміщення

Надходження вологи в приміщення від людей [7]

Кількість вологи що надходить від людей, залежить від складності роботи та температури оточуючого повітря, визначається за формулою [7]:

$W_{вол}=\Sigma\omega_{л.і}\cdot n_i$

де n_i - кількість людей;

$\omega_{л.і}$- питома кількість вологи від однієї людини [2];

Для теплого періоду року:

Назва пиміщення	n, люд	$\omega_л$	W^{тп}
Спортивна зала	50	207	10350

Для холодного періоду року:

Назва пиміщення	n, люд	$\omega_л$	W^{тп}
Спортивна зала	50	207	10350

Надходження вуглекислого газу [7];

В приміщеннях громадських будівель основною газовою шкідливістю є вуглекислий газ, який виділяється людиною [7].

Гелю В.О.

$$M_{co2}=\Sigma g*n_i$$

де ***g -*** питомі надходження вуглекислого газу, яка виділяється однією людиною (табл.4.11, [2]); n_i - кількість людей [7];

Назва приміщення	n, люд	*M*	Mco_2
Спортивна зала	50	90	4500

Загальні вологонадходження

Назва приміщення	Джерело вологи	Період року		Виділення CO_2
		Теплий	Холодний	
Спортивна зала	Люди	10350	10350	4500
	Всього	10350	10350	

Гелло В.О.

2.3.4. Побудова процесів обробки повітря системи вентиляції за умови асиміляції волого та теплонадлишків

- Розрахунок повітрообміну за санітарними нормами:

$L_{сн}=(q_{сн}\cdot n+ q_в\cdot A)*3,6$,

$q_{сн}$ – питомі витрати повітря на одну людину [15],

$q_{сн}$**=7 дм^3 - для оптимальних параметрів ([3], табл.X1),**

n – кількість людей,

$q_в$ =0,7 дм^3/(с*м^2)– питома витрата зовнішнього повітря на розбавлення будівельного забруднення ([3], табл.X1),

A – загальна площа приміщення,

$G_{сн}=L_{сн}\cdot\rho=1,2\cdot L_{сн}$,

ρ - густина повітря у приміщенні

$\rho_{рест}$= 1,20

Спортивна зала:

$L_{сн}$=1955 м^3/год $G_{сн}$=2345 кг/год A=275,3м^2 n=50 люд.

- Розрахунок повітрообміну на розбавлення до ГДК:

$L_{co2}=M_{co2}\cdot 1000/1,83\cdot\Delta c$ де $G_{co2}= L_{co2}\cdot\rho= L_{co2}\cdot 1,2$,

Δc – рівень концентрації CO_2 у приміщенні понад рівень у зовнішньому повітрі,

L_{co2}=4100 м^3/год G_{co2}=4920 кг/год

ТП:

• наносимо на i-d діаграму точку EXT, що характеризує параметри зовнішнього повітря [15],;

• визначаємо температуру повітря що видаляється з приміщення [16],

$t_l=t_{wz}+gradt\cdot(H-h_{wz})=18+1,5*(6,3-2)=24,45\ ^0C$

Знаходимо температуру повітря після пластинчатого рекуператора [15],:

$t^{п}_{in}=t_{ext}-\theta\cdot(t_{ext}-t_l)=28-0,65*(28-24,45)=25,69\ ^0C$

Гелло В.О.

θ - коефіцієнт ефективності пластинчатого теплообмінника приймається [16]:

θ=0,65

• визначаємо додаткові навантаження на охолодження припливного повітря, що поступає з центрального кондиціонера [15]:

$Q^{ц}_{xi}=0,278\cdot c_p\cdot G_{ext}\cdot(t_{ext}-t_l)=4880$ Вт

c_p - теплоємність повітря

c_p=1,005 Дж/кг·°С

• визначаємо сумарне навантаження теплоти на канальну установку :

$Q_{пі}=0,278\cdot G_{ext}\cdot(I_{ext}-I_{wz})-Q^{ц}_{xi}+\Delta Q_{hf}$,

Де I_{wz} - ентальньпія внутрішнього повітря на перетині φ_{wz} та t_{wz}, $Q^{ц}_{xi}$ - кількість теплоти, що поступає в приміщення з зовнішнім повітрям [15].

I_{ext}=53,6кДж/кг I_{wz}=37,8 кДж/кг $Q_{пі}$=50270 Вт

• визначаємо кут променю процесу зміни стану повітря в приміщенні з урахуванням додаткового навантаження

$\varepsilon=\frac{3,6*Q_{пі}}{M_{вл}+G_{ext}\cdot(d_{ext}-d_{wz})}=7,82$ $d_{wz}=8$ $d_{ext}=10,6$

• визначаємо граничну температура повітря у канальній установці [15]:

Температура отепленого холодоносія $t_{wк}$ для водяних систем 12-14 °С

• визначаємо витрату повітря через канальний фанкоїл:

$G_к=\frac{3,6*Q_{пі}}{I_{ext}-I_{wz}}$, де $Q_{пі}$ - навантаження теплоти на канальний фанкоїл, Вт, I_l - ентальпія повітря, що видаляється з приміщення, кДж/кг, I_o - ентальньпія повітря, після охолодження, кДж/кг.

$G_к$ =10900 кг/год.

Приймаємо канальний фанкойл KSTU560HFAN1

$G_к$ =12960 кг/год

• уточнюємо параметри повітря на виході із канальної установки

$$I^{к}_{in}=I_l-\frac{3,6*Q_{пі}}{G_к}=31,04$$

ХП:

Гелло В.О.

• наносимо на i-d діаграму точку EXT, що характеризує параметри зовнішнього повітря [15];

• визначаємо температуру повітря що видаляється з приміщення:

$t_l=t_{wz}+gradt\cdot(H-h_{wz})=20+0,8*4,3=23,4\ ^0C$

• визначаємо вологовміст повітря, що видаляється:

$$d_l = d_{ext} + \frac{M_{вл}}{G_{ext}} = 3,2$$

d_{ext} - вологовміст зовнішнього повітря

$M_{вол}$ - вологонадходження в приміщення

Gext - розрахункова кількість зовнішнього повітря

• визначаємо кут променю процесу зміни стану повітря в приміщенні

$$\varepsilon = \frac{3,6 * Q_{hf}}{M_{вл}} = 8,5$$

• визначаємо температуру повітря після нагріву в пластинчатому рекуператорі:

$t_r= t_{ext}+\theta\cdot(t_{ext}-t_l) =7,51$

Параметри повітря у вентиляційній системі

Таблиця 2.3.4.

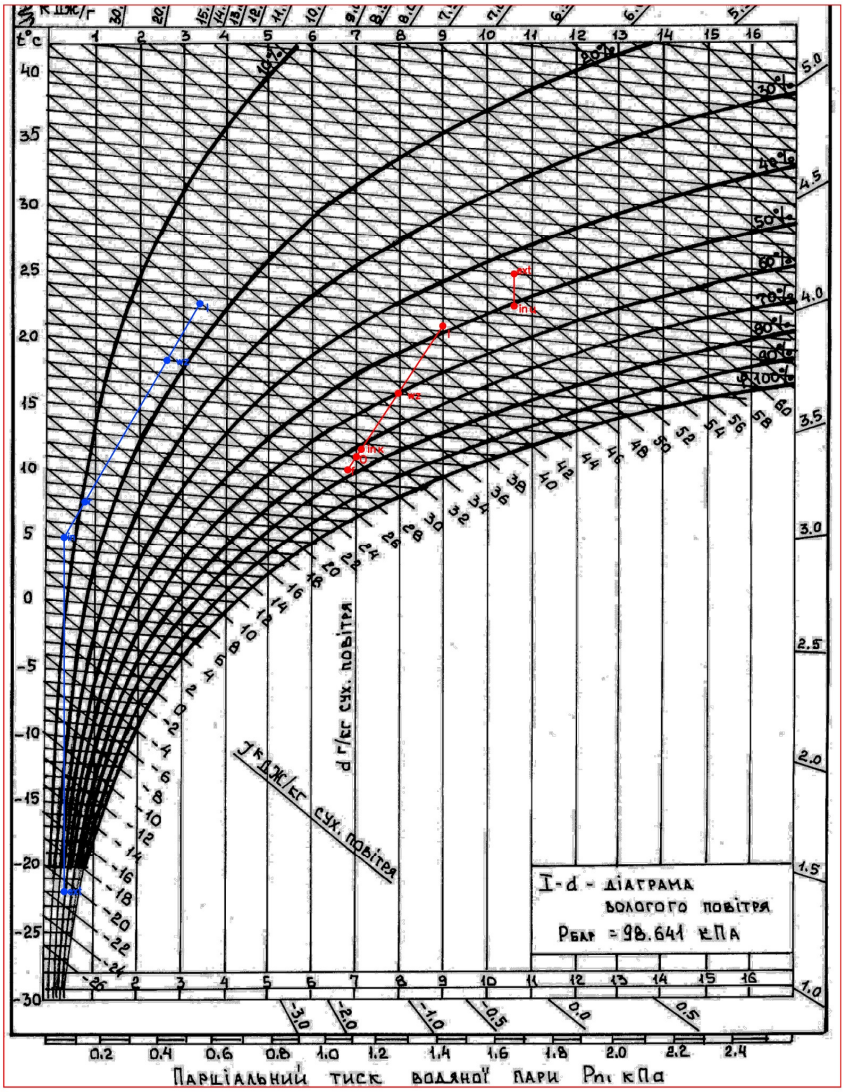
Період	Точка	Опис	Параметри повітря			
			t, °C	I, кДж/кг	d, г/кг	φ %
Теплий	ext	зовнішнє повітря	28	53,6	10,55	44
	wz	робоча зона	18	37,8	7,9	60
	l	видаляєме повітря	24,45	53	9	49
	in	припливне повітря	25,69	51	10,6	51
	O	після КЗ	13	30,4	7	73
Холодний	ext	зовнішнє повітря	-22	-20,5	0,6	75
	wz	робоча зона	20	26,8	2,8	18
	in	припливне повітря	5	5	0,6	10

Ліщ В.О.

	l	видаляєме повітря	23,4	31,8	3,2	17
	r	після 1-го підігріву	7,51	10	0,95	12

Повітрообмін у розрахунковому приміщення

Повітрообмін	G кг/год	L м³/год
	Теплий період	
За санітарними нормами	1955	2345
За розбавленням CO_2 до ГДК	4100	4920

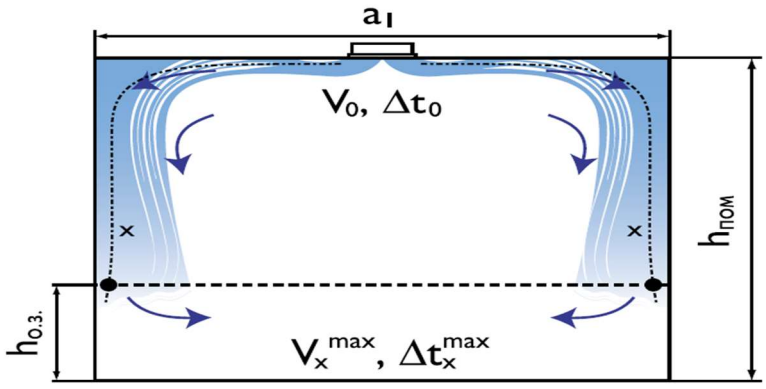


2.3.5.Розрахунок повітророзподільників та припливних струмин

1. Вихідні дані для підбору повітророзподільників:(Клас 1)

Витрата повітря	L=	4100	м^3/год
Площа зали	$F_{пр}$=	275	м^2
Висота приміщення	$H_{пр}$=	6,3	м
Висота робочої зони	h_{wz}=	2	м

2. Задаємося наступною схемою повітророзподілення:



3. Кількість повітророзподільників приймаємо рівною: z = 13

4. Приймаємо повітророзподільник КПР 125, що створює віялову струмину з характеристиками що наведені в таблиці 8.1

Таблиця 2.3.5

Характеристика повітророзподільника

Діаметр приєднання D_o мм	Площа живого перерізу F_o м^2	Коефіцієнт затухання швидкості m	Коефіцієнт затухання температури n	Витрата L м^3/год	ΔP
125	0,012	1,5	1,3	290	21

5. Швидкість руху повітря на виході із повітророзподільника

$$V_o = \frac{L_1}{3600 \cdot F_o}$$

L_1 - витрата повітря, що припадає на 1 повітророзподільник

L_1= 320 $м^3$/год

Fo - це площа живого перерізу повітророзподільника, $м^2$

F_0= 0,046 $м^2$

$$V_o = \frac{320}{3600 \cdot 0{,}012} = 1{,}9 \quad м/с$$

6. Визначаємо перепад температури повітря робочої зони та припливного повітря:

$\Delta t_o = t_{wz} - t_{in}$

t_{wz} - температура повітря в робочій зоні

t_{wz}= 18°C

t_{in} - температура припливного повітря

t_{in}=25,7°C

Δt_o=7,7°C

7. Знаходимо поправочні коефіцієнти взаємодії струмини з навколишнім середовищем

Поправочний коефіцієнт Кс на стиснення струмини огородженнями приміщення

x-розрахункова довжина струмини

$x = H_{пр} - h_{wz}$

$H_{пр}$ - висота основного приміщення

$H_{пр}$= 6,3 м

h_{wz} - висота робочої зони

h_{wz}= 2 м

$$хп = 6{,}3 - 2 = 4{,}3 \quad м$$

$$\bar{x} = 0.5 * \sqrt{Fп} + xг = 3.3$$

Гелло В.О.

l - довжина між повітророзподільниками

l=10 м

F_o - площа живого перерізу повітророзподільника

F_0=0,046м^2

$\bar{x}$ => $К_с$= 0,3

• Поправочний коефіцієнт Кн на врахування неізотермічної струмини

$$К_н = \sqrt[3]{1 + 1{,}3 \cdot \left(\frac{x}{Z}\right)^2}$$

x - розрахункова довжина струмини

x= 3,3 м

Z - геометрична характеристика струмини

$$Z = 5{,}45 \cdot m \cdot v_o \cdot \sqrt[4]{\frac{F_o}{(n \cdot \Delta t_o)^2}}$$

v_o - швидкість руху повітря на виході із повітророзподільника

$$Z = 0{,}72$$

$$К_н = \sqrt[3]{1 \pm 1{,}3 \cdot (\frac{1{,}5}{0{,}72})^2} = 1{,}88$$

• поправочний коефіцієнт Кв на взаємодію струмин між собою

$К_в$=1

8. Знаходимо макс. швидкість, та перепад температур при вході в робочу зону

$$v_{x\,max} = v_o \cdot \frac{m \cdot Кс \cdot Кн \cdot Кв \cdot \sqrt{F_0}}{x}$$

$v_{x\,max}$= 0,10 м/с

$$\Delta t_{x\,max} = \Delta t_o \cdot \frac{v_x \cdot n}{v_o \cdot m}$$

$\Delta t_{x\,max}$=0,27°С

Гелло В.О.

Повітряний баланс в приміщенні

Таблиця 2.3.6

Перший поверх

Номер приміщення	Приміщення	Об'єм приміщення V м^3	Приплив		Витяжка	
			k_p, год$^{-1}$	L, м^3/год	k_p, год$^{-1}$	L, м^3/год
1	Тамбур	54,0	0	0	за роз.	0
2	Роздягальня	52,2	-	0	1,5	80
3	Роздягальня	56,3	-	0	1,5	90
4	Роздягальня	109,0	-	0	1,5	170
5	Коридор	912,1	-	0	-	0
6	Радіорубка	21,1	3	70	3	70
7	Медпункт	68,7	1,5	110	1,5	110
8	Спортзал	933,2	за роз.	4100	за роз.	4100
9	Кладова	41,2	1	50	1	50
10	Коридор	212,3	-	0	-	0
11	Коридор	32,7	за роз.	420	-	0
12	Коридор	7,7	-	0	-	0
13	Вбиральня	4,7	-	0	за роз.	75
14	Вбиральня	4,7	-	0	за роз.	75
15	Коридор	8,1	-	0	-	0
16	Душова	11,2	-	0	5	60
17	Душова	11,8	-	0	5	60
18	Роздягальня	45,4	-	0	1,5	70
19	Роздягальня	47,8	-	0	1,5	80
20	Коридор	16,2	-	0	за роз.	0

21	Роздягальня	24,4	-	0	1,5	40
22	Роздягальня	5,2	-	0	1,5	10
23	Роздягальня	38,0	-	0	1,5	60
24	Роздягальня	4,1	-	0	1,5	10
25	Роздягальня	4,1	-	0	1,5	10
26	Коридор	105,5	-	0	-	0
27	Кабінет	36,9	За роз.	90	За роз.	90
28	Овочевий цех	38,1	-.	0	2	80
29	Цех	38,1	-	0	2	80
30	М'ясний цех	39,9	3	120	4	160
31	Кухня	212,6	За роз.	500	За роз.	500
32	Кладова	6,8	1	10	1	10
33	Хліборізка	10,9	-	0	2	30
34	Кладова	40,6	1	50	1	50
35	Мийка	81,6	4	330	6	490
36	Їдальня	552,8	За роз.	4320	За роз.	4320
37	Приймальня	50,4	1	60	1	60
38	Кабінет	49,1	За роз.	120	За роз	120
39	Кладова	27,9	1	30	1	30
40	Гардеробна	79,2	-	0	1,5	120
41	Коридор	213,9	-	0	-	0
42	Клітина сходів	69,9	-	0	-	0
43	Кабінет	43,8	За роз.	110	За роз.	110
44	Коридор	158,3	-	0	-	0
45	Кладова	43,1	1	50	1	50
46	Вбиральня	12,3	-	0	За роз.	75
47	Кладова	43,1	1	50	1	50

48	Учбовий клас	174,0	16 на люд.	430	16 на люд.	430
49	Учбовий клас	174,8	16 на люд.	430	16 на люд.	430
50	Учбовий клас	232,7	16 на люд.	570	16 на люд.	570
51	Учбовий клас	162,4	16 на люд.	400	16 на люд.	400
52	Учбовий клас	229,7	16 на люд.	560	16 на люд.	560
53	Коридор	35,5	-	0	-	0
54	Кладова	10,8	1	20	1	20
55	Коридор	11,0	-	0	-	0
56	Кабінет	41,8	За роз.	110	За роз.	110
57	Клас ДПЮ	166,0	16 на люд.	410	16 на люд.	410
58	Кладова	37,8	1	40	1	40
59	Коридор	13,2	-	0	-	0
60	Учбовий клас	235,0	16 на люд.	570	16 на люд.	570
61	Підсобне приміщення	54,5	1	60	1	60
62	Учбовий клас	177,5	16 на люд.	440	16 на люд.	440
63	Учбовий клас	175,5	16 на люд.	430	16 на люд.	430
64	Учбовий клас	173,3	16 на люд.	420	16 на люд.	420
65	Учбовий клас	228,5	16 на люд.	560	16 на люд.	560

66	Підсобне приміщення	63,8	1	70	1	70
67	Підсобне приміщення	55,8	1	60	1	60
68	Лінгафонний кабінет	105,7	16 на люд.	180	16 на люд.	180
69	Учбовий клас	104,7	16 на люд.	260	16 на люд.	260
70	Клітина сходів	52,2	-	0	-	0
71	Кладова	50,6	1	60	1	60
72	Коридор	428,7	За роз.	495	-	0
73	Клітина сходів	52,0	-	0	-	0
74	Умивальник	16,5	-	0	-	125
75	Вбиральня	23,9	-	0	-	150
76	Вбиральня	26,2	-	0	-	200
77	Коридор	9,1	-	0	-	0
78	Кладова	5,0	-	0	-	0
79	Кладова	2,4	-	0	-	0
80	Тамбур	15,3	-	0	-	0
81	Тамбур	15,3	-	0	-	0
82	Тамбур	15,3	-	0	-	0
83	Тамбур	4,0	-	0	-	0
84	Тамбур	4,3	-	0	-	0
				∑ 16220		∑ 16220

Таблиця 2.3.7.

Номер приміщення	**Приміщення**	**Об'єм приміщення V м^3**	**Приплив**		**Витяжка**	
			k_p, год$^{-1}$	**L, м^3/год**	**k_p, год$^{-1}$**	**L, м^3/год**
80	Хол	143,6	За роз.	400	за роз.	400
81	Бібліотека	165,4	1	170	1	170
82	Підсобне приміщення	44,2	1	50	1	50
83	Підсобне приміщення	42,2	1	50	1	50
84	Кінооператорна	49,7	-	0	2	100
85	Підсобне приміщення	113,1	1	120	1	120
86	Кладова	15,2	1	20	1	20
87	Коридор	14,4	За роз.	100	-	0
88	Актовий зал	550,1	За роз.	3200	За роз.	3200
89	Клітина сходів	61,3	-	0	-	0
90	Коридор	11,0	-	0	-	0
91	Кладова	31,4	1	40	1	40
92	Вбиральня	12,3	-	0	За роз.	75
93	Коридор	11,0	-	0	-	0
94	Кладова	31,4	1	40	1	40
95	Учбовий клас	176,2	16 на люд.	430	16 на люд.	430
96	Учбовий клас	177,1	16 на люд.	430	16 на люд.	430
97	Учбовий клас	176,6	16 на люд.	430	16 на люд.	430

Гелло В.О.

98	Учбовий клас	180,5	16 на люд.	440	16 на люд.	440
99	Учбовий клас	176,0	16 на люд.	430	16 на люд.	430
100	Учбовий клас	180,3	16 на люд.	440	16 на люд.	440
101	Коридор	600,3	-	0	-	0
102	Гральна кімната	97,1	За роз.	320	За роз.	320
103	Кабінет	65,1	За роз.	160	За роз.	160
104	Кабінет	29,3	За роз.	80	За роз.	80
105	Коридор	695,9	-	0	-	0
106	Підсобне приміщення	59,0	1	60	1	60
107	Учбовий клас	176,9	16 на люд.	430	16 на люд.	430
108	Учбовий клас	173,5	16 на люд.	430	16 на люд.	430
109	Учбовий клас	174,4	16 на люд.	430	16 на люд.	430
110	Підсобне приміщення	55,6	1	60	1	60
111	Учбовий клас	119,3	16 на люд.	290	16 на люд.	290
112	Підсобне приміщення	57,6	1	60	1	60
113	Учбовий клас	170,9	16 на люд.	420	16 на люд.	420
114	Учбовий клас	172,7	16 на люд.	420	16 на люд.	420
115	Учбовий клас	235,4	16 на люд.	580	16 на люд.	580

Гелло В.О.

116	Підсобне приміщення	54,8	1	60	1	60
117	Учбовий клас	212,6	16 на люд.	520	16 на люд.	520
118	Клітина сходів	52,2	-	0		0
119	Клітина сходів	52,0	-	0		0
120	Умивальник	16,7	-	0	За роз.	125
121	Вбиральня	23,8	-	0	За роз.	150
122	Кладова	3,9	1	10	1	10
123	Вбиральня	24,8	-	0	За роз.	150
124	Коридор	8,6	-	0	-	0
125	Кладова	5,3	1	10	1	10
				∑7520		**∑7520**

3 поверх

Номер приміщення	**Приміщення**	**Об'єм приміщення V м^3**	**Приплив**		**Витяжка**	
			k_p, год$^{-1}$	**L, м^3/год**	**k_p, год$^{-1}$**	**L, м^3/год**
126	Клітина сходів	61,3	-	0	-	0
127	Коридор	600,3	-	0	-	0
128	Коридор	11,0	За роз.	150	-	0
129	Вбиральня	5,7	-	0	За роз.	75
130	Вбиральня	5,7	-	0	За роз.	75
131	Коридор	11,0	-	0		0
132	Підсобне приміщення	31,4	1	40	1	40
133	Підсобне приміщення	31,4	1	40	1	40
134	Учбовий клас	176,2	16 на люд.	430	16 на люд.	430

Гей. О. В.

135	Учбовий клас	177,1	16 на люд.	430	16 на люд.	430
136	Учбовий клас	176,6	16 на люд.	430	16 на люд.	430
137	Учбовий клас	180,5	16 на люд.	440	16 на люд.	440
138	Учбовий клас	176,0	16 на люд.	430	16 на люд.	430
139	Учбовий клас	180,3	16 на люд.	440	16 на люд.	440
140	Учбовий клас	97,1	16 на люд.	240	16 на люд.	240
141	Кабінет	65,1	За роз.	160	За роз.	160
142	Кабінет	29,3	За роз.	80	За роз.	80
143	Коридор	695,9	За роз.	445	-	0
144	Кладова	59,0	1	60	1	60
145	Учбовий клас	176,9	16 на люд.	430	16 на люд.	430
146	Учбовий клас	173,5	16 на люд.	430	16 на люд.	430
147	Учбовий клас	174,4	16 на люд.	430	16 на люд.	430
148	Учбовий клас	177,3	16 на люд.	430	16 на люд.	430
149	Учбовий клас	114,5	16 на люд.	280	16 на люд.	280
150	Учбовий клас	228,8	16 на люд.	560	16 на люд.	560
151	Кабінет	59,8	За роз.	150	За роз.	150
152	Учбовий клас	234,4	16 на люд.	570	16 на люд.	570

Гелло В.О.

153	Підсобне приміщення	52,5	1	60	1	60
154	Підсобне приміщення	48,3	1	50	1	50
155	Учбовий клас	157,4	16 на люд.	390	16 на люд	390
156	Клітина сходів	52,2	-	0		0
157	Клітина сходів	52,0	-	0		0
158	Умивальник	16,7	-	0	За роз.	125
159	Вбиральня	23,8	-	0	За роз.	150
160	Кладова	3,9	-	0	1	10
161	Вбиральня	24,8	-	0	За роз.	150
162	Коридор	8,6	-	0	-	0
163	Кладова	5,3	-	0	1	10
				∑7595		**∑7595**

2.3.6. Аеродинамічний розрахунок

Зведено в таблицю.

2.3..7.Втрати тиску на подолання опору тертя. [16]

Аеродинамічний розрахунок повітропроводів системи вентиляції та втрати тиску на подолання опору тертя зведені в таблицю.

Гелло В.О.

№ ділянки	Витрата L м³/год	Довжина ділянки l, м	Потрібна швидкість v', м/с	Потрібна питома витрата g'v= =L/v', с•м² год	Прийнята питома витрата gv>g'v, с•м²/год	Діаметр повітропроводу d, мм	Фактична швидкість повітря v=L/g_v, м/с	λ_l/d, м$^{-1}$	Поправка на				λl/d=k1·kv·kΔ·(λ_l/d)l	Сумарний коєфіцієнт місцевого опору ∑ξ	Приведений коофіцієнт опору ξ' =λl/d+∑ξ·k_2	Питомий швидкісний тиск A*·10^6, Па·год²/м^6	Характеристика опору S=A·ξ'·10^6 Па·год²/м^6	Втрати тиску на ділянці ΔP_i=S·(L·10^{-3})², Па	Сумарні втрати тиску на магістралі $\Delta P_м$, Па	Втрати тиску на відгалуджженні, $\Delta P_в$, Па	Абсолютна невязка Δp_i=$\Delta p_{мг}$-$\Delta p_в$, Па	Відносна невязка ε=100·Δp_i/$\Delta p_{мг}$, %	потрібний місцевий опір діафрагми, ξ' =ΔP/ /(ρ·v²/2)	Діаметр отвору діафрагми d_0, мм
									температуру		швидкість k_v	шорсткість $k_Δ$												
									к1	к2														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
МАГІСТРАЛЬ																								
1-2	40	2,8	6	6,7	28,44	100	1,4	0,3578	1	1	0,9193	1	0,92099	1,75	2,67	741,81	1981,37	3,17	3,17	-	-	-	-	-
2-3	80	7	6	13,3	28,44	100	2,8	0,3578	1	1	0,773	1	1,93606	0,65	2,59	741,81	1918,36	12,28	15,45	-	-	-	-	-
3-4	170	2,2	6	28,3	28,44	100	6,0	0,3578	1	1	0,639	1	0,503	0,25	0,75	741,81	558,58	16,14	31,59	-	-	-	-	-
4-5	260	1,45	6	43,3	44,28	125	5,9	0,2707	1	1	0,6417	1	0,25188	0,25	0,50	304,11	152,62	10,32	41,91	-	-	-	-	-
5-6	350	1,45	6	58,3	72	160	4,9	0,1989	1	1	0,6721	1	0,19384	0,15	0,34	115,74	39,80	4,88	46,78	-	-	-	-	-
6-7	430	1,45	6	71,7	72	160	6,0	0,1989	1	1	0,639	1	0,18429	0,25	0,43	115,74	50,27	9,29	56,08	-	-	-	-	-
7-8	510	3,1	6	85,0	91,8	180	5,6	0,1716	1	1	0,6501	1	0,34583	0,6	0,95	71,20	67,34	17,52	73,59	-	-	-	-	-

8-9	600	1,45	6	100,0	113	200	5,3	0,1504	1	1	0,6591	1	0,14374	0,25	0,39	46,96	18,49	6,66	80,25	-	-	-	-	-
9-10	690	1,45	6	115,0	144	225	4,8	0,1299	1	1	0,6756	1	0,12725	0,15	0,28	28,94	8,02	3,82	84,07	-	-	-	-	-
10-11	780	1,45	6	130,0	144	225	5,4	0,1299	1	1	0,656	1	0,12356	0,16	0,28	28,94	8,20	4,99	89,06	-	-	-	-	-
11-12	860	1,45	6	143,3	144	225	6,0	0,1299	1	1	0,639	1	0,12036	0,26	0,38	28,94	11,01	8,14	97,20	-	-	-	-	-
12-13	940	2,9	6	156,7	176,4	250	5,3	0,1138	1	1	0,6591	1	0,21752	0,16	0,38	19,28	7,28	6,43	103,63	-	-	-	-	-
13-14	1030	1,45	6	171,7	176,4	250	5,8	0,1138	1	1	0,6444	1	0,10633	0,27	0,38	19,28	7,26	7,70	111,33	-	-	-	-	-
14-15	1120	1,45	6	186,7	221,4	280	5,1	0,0988	1	1	0,6655	1	0,09534	0,17	0,27	12,24	3,25	4,07	115,40	-	-	-	-	-
15-16	1210	1,45	6	201,7	221,4	280	5,5	0,0988	1	1	0,653	1	0,09355	0,19	0,28	12,24	3,47	5,08	120,49	-	-	-	-	-
16-17	1290	1,45	6	215,0	221,4	280	5,8	0,0988	1	1	0,6444	1	0,09232	0,29	0,38	12,24	4,68	7,79	128,27	-	-	-	-	-
17-18	1370	2,85	6	228,3	280,8	315	4,9	0,08527	1	1	0,6721	1	0,16333	0,19	0,35	7,61	2,69	5,05	133,32	-	-	-	-	-
18-19	1460	1,5	6	243,3	280,8	315	5,2	0,08527	1	1	0,6622	1	0,0847	0,19	0,27	7,61	2,09	4,46	137,78	-	-	-	-	-
19-20	1550	1,5	6	258,3	280,8	315	5,5	0,08527	1	1	0,653	1	0,08352	0,2	0,28	7,61	2,16	5,18	142,96	-	-	-	-	-
20-21	1640	1,5	6	273,3	280,8	315	5,8	0,08527	1	1	0,6444	1	0,08242	0,30	0,38	7,61	2,91	7,83	150,79	-	-	-	-	-
21-22	1730	1,5	6	288,3	356,4	355	4,9	0,07344	1	1	0,6721	1	0,07404	0,2	0,27	4,72	1,29	3,87	154,66	-	-	-	-	-
22-23	1810	3	6	301,7	356,4	355	5,1	0,07344	1	1	0,6655	1	0,14662	0,2	0,35	4,72	1,64	5,36	160,03	-	-	-	-	-
23-24	1900	1,45	6	316,7	356,4	355	5,3	0,07344	1	1	0,6591	1	0,07019	0,2	0,27	4,72	1,28	4,61	164,63	-	-	-	-	-
24-25	1990	1,45	6	331,7	356,4	355	5,6	0,07344	1	1	0,6501	1	0,06923	0,20	0,27	4,72	1,27	5,04	169,67	-	-	-	-	-
25-26	2070	1,45	6	345,0	356,4	355	5,8	0,07344	1	1	0,6444	1	0,06862	0,3	0,37	4,72	1,74	7,46	177,13	-	-	-	-	-

26-27	2160	1,45	6	360,0	453,6	400	4,8	0,06326	1	1	0,6756	1	0,06197	0,2	0,26	2,92	0,76	3,56	180,70	-	-	-	-	-
27-28	2240	3,09	6	373,3	453,6	400	4,9	0,06326	1	1	0,6721	1	0,13138	0,2	0,33	2,92	0,97	4,85	185,54	-	-	-	-	-
28-29	2330	1,5	6	388,3	453,6	400	5,1	0,06326	1	1	0,6655	1	0,06315	0,2	0,26	2,92	0,77	4,17	189,71	-	-	-	-	-
29-30	2420	1,5	6	403,3	453,6	400	5,3	0,06326	1	1	0,6591	1	0,06254	0,20	0,26	2,92	0,77	4,48	194,19	-	-	-	-	-
30-31	2510	1,5	6	418,3	453,6	400	5,5	0,06326	1	1	0,653	1	0,06196	0,19	0,25	2,92	0,73	4,63	198,82	-	-	-	-	-
31-32	2600	1,5	6	433,3	453,6	400	5,7	0,06326	1	1	0,6472	1	0,06141	0,19	0,25	2,92	0,73	4,96	203,78	-	-	-	-	-
32-33	2680	3,4	6	446,7	453,6	400	5,9	0,06326	1	1	0,6417	1	0,13802	0,29	0,43	2,92	1,25	8,96	212,74	-	-	-	-	-
33-34	2740	0,5	6	456,7	572,4	450	4,8	0,0546	1	1	0,6756	1	0,01844	0,25	0,27	1,83	0,49	3,69	216,43	-	-	-	-	-
34-35	3815	2,55	6	635,8	705,6	500	5,4	0,04786	1	1	0,656	1	0,08006	0,18	0,26	1,21	0,31	4,56	221,00	-	-	-	-	-
35-36	3905	1,45	6	650,8	705,6	500	5,5	0,04786	1	1	0,653	1	0,04532	0,18	0,23	1,21	0,27	4,14	225,14	-	-	-	-	-
36-37	3995	1,45	6	665,8	705,6	500	5,7	0,04786	1	1	0,6472	1	0,04491	0,18	0,22	1,21	0,27	4,33	229,46	-	-	-	-	-
37-38	4075	1,45	6	679,2	705,6	500	5,8	0,04786	1	1	0,6444	1	0,04472	0,18	0,22	1,21	0,27	4,50	233,96	-	-	-	-	-
38-39	4155	1,45	6	692,5	705,6	500	5,9	0,04786	1	1	0,6417	1	0,04453	0,18	0,22	1,21	0,27	4,67	238,63	-	-	-	-	-
39-40	4245	6,9	6	707,5	885,6	560	4,8	0,04154	1	1	0,6756	1	0,19364	0,53	0,72	0,77	0,55	9,98	248,60	-	-	-	-	-
40-41	4335	1,45	6	722,5	885,6	560	4,9	0,04154	1	1	0,6721	1	0,04048	0,18	0,22	0,77	0,17	3,17	251,77	-	-	-	-	-
41-42	4425	1,45	6	737,5	885,6	560	5,0	0,04154	1	1	0,6688	1	0,04028	0,18	0,22	0,77	0,17	3,30	255,07	-	-	-	-	-
42-43	4505	1,45	6	750,8	885,6	560	5,1	0,04154	1	1	0,6655	1	0,04009	0,18	0,22	0,77	0,17	3,42	258,49	-	-	-	-	-
43-44	4585	1,45	6	764,2	885,6	560	5,2	0,04154	1	1	0,6622	1	0,03989	0,18	0,22	0,77	0,17	3,54	262,03	-	-	-	-	-

44-45	4675	3	6	779,2	885,6	560	5,3	0,04154	1	1	0,6591	1	0,08214	0,18	0,26	0,77	0,20	4,38	266,41	-	-	-	-	-
45-46	4765	1,45	6	794,2	885,6	560	5,4	0,04154	1	1	0,656	1	0,03951	0,18	0,22	0,77	0,17	3,81	270,22	-	-	-	-	-
46-47	4855	1,45	6	809,2	885,6	560	5,5	0,04154	1	1	0,653	1	0,03933	0,18	0,22	0,77	0,17	3,95	274,18	-	-	-	-	-
47-48	4935	1,45	6	822,5	885,6	560	5,6	0,04154	1	1	0,6501	1	0,03916	0,18	0,22	0,77	0,17	4,08	278,26	-	-	-	-	-
48-49	5015	1,45	6	835,8	885,6	560	5,7	0,04154	1	1	0,6472	1	0,03898	0,18	0,22	0,77	0,17	4,21	282,47	-	-	-	-	-
49-50	5105	3,15	6	850,8	885,6	560	5,8	0,04154	1	1	0,6444	1	0,08432	0,18	0,26	0,77	0,20	5,27	287,74	-	-	-	-	-
50-51	5195	1,45	6	865,8	885,6	560	5,9	0,04154	1	1	0,6417	1	0,03865	0,18	0,22	0,77	0,17	4,51	292,26	-	-	-	-	-
51-52	5285	1,45	6	880,8	885,6	560	6,0	0,04154	1	1	0,639	1	0,03849	0,18	0,22	0,77	0,17	4,67	296,93	-	-	-	-	-
52-53	5365	1,45	6	894,2	1123,2	630	4,8	0,03585	1	1	0,6756	1	0,03512	0,18	0,22	0,48	0,10	2,94	299,87	-	-	-	-	-
53-54	5445	1,45	6	907,5	1123,2	630	4,8	0,03585	1	1	0,6756	1	0,03512	0,18	0,22	0,48	0,10	3,03	302,90	-	-	-	-	-
54-55	5535	3,14	6	922,5	1123,2	630	4,9	0,03585	1	1	0,6721	1	0,07566	0,18	0,26	0,48	0,12	3,72	306,62	-	-	-	-	-
55-56	5635	1,45	6	939,2	1123,2	630	5,0	0,03585	1	1	0,6688	1	0,03477	0,18	0,21	0,48	0,10	3,24	309,86	-	-	-	-	-
56-57	5725	1,45	6	954,2	1123,2	630	5,1	0,03585	1	1	0,6655	1	0,03459	0,18	0,21	0,48	0,10	3,34	313,20	-	-	-	-	-
57-58	5825	3,21	6	970,8	1123,2	630	5,2	0,03585	1	1	0,6622	1	0,0762	0,18	0,26	0,48	0,12	4,13	317,33	-	-	-	-	-
58-59	5925	1,65	6	987,5	1123,2	630	5,3	0,03585	1	1	0,6591	1	0,03899	0,18	0,22	0,48	0,10	3,65	320,98	-	-	-	-	-
59-60	6015	1,65	6	1002,5	1123,2	630	5,4	0,03585	1	1	0,656	1	0,0388	0,18	0,22	0,48	0,10	3,76	324,74	-	-	-	-	-
60-61	6105	1,65	6	1017,5	1123,2	630	5,4	0,03585	1	1	0,656	1	0,0388	0,18	0,22	0,48	0,10	3,87	328,61	-	-	-	-	-
61-62	6195	1,65	6	1032,5	1123,2	630	5,5	0,03585	1	1	0,653	1	0,03863	0,18	0,22	0,48	0,10	3,99	332,60	-	-	-	-	-

62-63	6285	1,65	6	1047,5	1123,2	630	5,6	0,03585	1	1	0,6501	1	0,03846	0,18	0,22	0,48	0,10	4,10	336,70	-	-	-	-	-
63-64	6375	27,8	7	910,7	1123,2	630	5,7	0,03585	1	1	0,6472	1	0,64502	0,18	0,83	0,48	0,39	15,93	352,62	-	-	-	-	-
64-65	6450	1	7	921,4	1123,2	630	5,7	0,03585	1	1	0,6472	1	0,0232	0,18	0,20	0,48	0,10	4,02	356,64	-	-	-	-	-
65-66	6525	2,66	7	932,1	1123,2	630	5,8	0,03585	1	1	0,6444	1	0,06145	0,18	0,24	0,48	0,11	4,88	361,52	-	-	-	-	-
66-67	6615	1,7	7	945,0	1123,2	630	5,9	0,03585	1	1	0,6417	1	0,03911	0,18	0,22	0,48	0,10	4,55	366,08	-	-	-	-	-
67-68	6715	1,7	7	959,3	1123,2	630	6,0	0,03585	1	1	0,639	1	0,03894	0,18	0,22	0,48	0,10	4,69	370,77	-	-	-	-	-
68-69	6805	1,7	7	972,1	1123,2	630	6,1	0,03585	1	1	0,6363	1	0,03878	0,18	0,22	0,48	0,10	4,81	375,58	-	-	-	-	-
69-70	6905	1,7	7	986,4	1123,2	630	6,1	0,03585	1	1	0,6363	1	0,03878	0,18	0,22	0,48	0,10	4,95	380,53	-	-	-	-	-
70-71	6995	1,7	7	999,3	1123,2	630	6,2	0,03585	1	1	0,6338	1	0,03863	0,18	0,22	0,48	0,10	5,08	385,61	-	-	-	-	-
71-72	7095	3,52	7	1013,6	1123,2	630	6,3	0,03585	1	1	0,6312	1	0,07965	0,18	0,26	0,48	0,12	6,21	391,82	-	-	-	-	-
72-73	7155	6,8	7	1022,1	1123,2	630	6,4	0,03585	1	1	0,6287	1	0,15326	0,53	0,68	0,48	0,32	16,62	408,44	-	-	-	-	-
73-74	7595	3,6	8	949,4	1123,2	630	6,8	0,03585	1	1	0,6193	1	0,07993	0,94	1,02	0,48	0,48	27,95	436,38	-	-	-	-	-
74-75	7595	2,8	7	1085,0	1123,2	630	6,8	0,03585	1	1	0,6193	1	0,06217	1,34	1,40	0,48	0,67	38,42	474,80	-	-	-	-	-
ВІДГАЛУЖЕННЯ																								
34-145	1075	9,5	6	179,2	221,4	280	4,9	0,0988	1	1	0,6721	1	0,63083	2,7	3,33	12,24	40,77	47,11	263,55	47,11	216,43	82,12	16,53	-
145-146	1005	1,2	6	167,5	176,4	250	5,7	0,1138	1	1	0,6472	1	0,08838	0,28	0,37	19,28	7,10	7,17	270,72	-	-	-	-	-
146-147	630	3,7	6	105,0	113	200	5,6	0,1504	1	1	0,6501	1	0,36177	0,5	0,86	46,96	40,46	16,06	286,78	16,06	270,72	94,40	15,83	-

147 - 148	550	3,5	6	91,7	91,8	180	6,0	0,1716	1	1	0,639	1	0,38378	0,25	0,63	71,20	45,12	13,65	300,43	13,65	286,78	95,46	14,60	-
148 - 149	470	2	6	78,3	91,8	180	5,1	0,1716	1	1	0,6655	1	0,2284	0,15	0,38	71,20	26,94	5,95	306,39	5,95	300,43	98,06	21,18	-
149 - 150	390	4	6	65,0	72	160	5,4	0,1989	1	1	0,656	1	0,52191	0,25	0,77	115,74	89,34	13,59	319,97	13,59	306,39	95,75	19,26	-
150 - 151	330	1,8	6	55,0	55,44	140	6,0	0,235	1	1	0,639	1	0,2703	0,15	0,42	195,21	82,05	8,93	328,91	8,93	319,97	97,28	16,29	-
151 - 152	270	1,8	6	45,0	55,44	140	4,9	0,235	1	1	0,6721	1	0,2843	0,25	0,53	195,21	104,30	7,60	336,51	7,60	328,91	97,74	25,11	-
152 - 153	210	1,8	6	35,0	44,28	125	4,7	0,2707	1	1	0,6792	1	0,33095	1,05	1,38	304,11	419,96	18,52	355,03	18,52	336,51	94,78	27,93	-
153 - 154	150	9,7	6	25,0	28,44	100	5,3	0,3578	1	1	0,6591	1	2,28751	0,25	2,54	741,81	1882,35	42,35	397,39	42,35	355,03	89,34	23,17	-
154 - 155	100	5,3	6	16,7	28,44	100	3,5	0,3578	1	1	0,7311	1	1,38641	0,65	2,04	741,81	1510,63	15,11	412,49	15,11	397,39	96,34	59,47	-
155 - 156	50	5,3	6	8,3	28,44	100	1,8	0,3578	1	1	0,8633	1	1,63711	1,75	3,39	741,81	2512,59	6,28	418,77	6,28	412,49	98,50	233,41	-
146 - 167	375	2,1	6	62,5	72	160	5,2	0,1989	1	1	0,6622	1	0,27659	0,28	0,56	115,74	64,42	9,06	279,78	9,06	270,72	96,76	18,36	-
167 - 168	300	3,3	6	50,0	55,44	140	5,4	0,235	1	1	0,656	1	0,50873	0,25	0,76	195,21	148,11	13,33	293,11	13,33	279,78	95,45	17,59	-
168 - 169	225	3,3	6	37,5	44,28	125	5,1	0,2707	1	1	0,6655	1	0,5945	0,4	0,99	304,11	302,43	15,31	308,42	15,31	293,11	95,04	20,66	-

169-170	155	3,3	6	25,8	28,44	100	5,5	0,3578	1	1	0,653	1	0,77102	0,3	1,07	741,81	794,49	19,09	327,51	19,09	308,42	94,17	18,69	-
170-171	85	3,3	6	14,2	28,44	100	3,0	0,3578	1	1	0,7598	1	0,89713	1,75	2,65	741,81	1963,66	14,19	341,70	14,19	327,51	95,85	66,72	-
73-176	440	1	6	73,3	91,8	180	4,8	0,1716	1	1	0,6756	1	0,11593	5	5,12	71,20	364,24	70,52	506,90	70,52	436,38	86,09	34,72	-
176-177	390	1,9	6	65,0	72	160	5,4	0,1989	1	1	0,656	1	0,24791	0,25	0,50	115,74	57,63	8,77	79,28	-	-	-	-	-
177-178	300	1,9	6	50,0	55,44	140	5,4	0,235	1	1	0,656	1	0,2929	0,25	0,54	195,21	105,98	9,54	88,82	-	-	-	-	-
178-179	200	1,9	6	33,3	34,21	110	5,8	0,3176	1	1	0,6444	1	0,38886	0,3	0,69	512,98	353,37	14,13	102,96	-	-	-	-	-
179-180	100	1,9	6	16,7	28,44	100	3,5	0,3578	1	1	0,7311	1	0,49702	1,85	2,35	741,81	1741,04	17,41	120,37	-	-	-	-	-
2-75	40	0,5	6	6,7	28,44	100	1,4	0,3578	1	1	0,9193	1	0,16446	2,9	3,06	741,81	2273,25	3,64	6,81	-	-	-	-	-
3-76	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	2,8	2,93	741,81	2176,29	17,63	33,08	17,63	15,45	46,70	2,77	-
4-77	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	3,1	3,23	741,81	2398,83	19,43	51,02	19,43	31,59	61,92	5,66	-
5-78	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	3,04	3,17	741,81	2354,33	19,07	60,98	19,07	41,91	68,73	7,50	-
6-79	80	0,5	6	13,3	28,44	100	2,8	0,3578	1	1	0,773	1	0,13829	3,5	3,64	741,81	2698,92	17,27	64,06	17,27	46,78	73,03	10,94	-
7-80	80	0,5	6	13,3	28,44	100	2,8	0,3578	1	1	0,773	1	0,13829	5,34	5,48	741,81	4063,84	26,01	82,09	26,01	56,08	68,32	13,11	-
8-81	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	4,85	4,98	741,81	3697,00	29,95	103,54	29,95	73,59	71,08	13,18	-
9-82	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	2,34	2,47	741,81	1835,06	14,86	95,11	14,86	80,25	84,37	14,37	-

10-83	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	2,16	2,29	741,81	1701,53	13,78	97,85	13,78	84,07	85,91	15,05	-
11-84	80	0,5	6	13,3	28,44	100	2,8	0,3578	1	1	0,773	1	0,13829	11,2	11,34	741,81	8410,85	53,83	142,89	53,83	89,06	62,33	20,83	-
12-85	80	0,5	6	13,3	28,44	100	2,8	0,3578	1	1	0,773	1	0,13829	11,2	11,34	741,81	8410,85	53,83	151,03	53,83	97,20	64,36	22,73	-
13-86	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	11,2	11,33	741,81	8407,49	68,10	171,73	68,10	103,63	60,34	18,55	-
14-87	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	4,3	4,43	741,81	3289,01	26,64	137,97	26,64	111,33	80,69	19,93	-
15-88	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	5,4	5,53	741,81	4105,00	33,25	148,65	33,25	115,40	77,63	20,66	-
16-89	80	0,5	6	13,3	28,44	100	2,8	0,3578	1	1	0,773	1	0,13829	6,5	6,64	741,81	4924,34	31,52	152,00	31,52	120,49	79,27	28,17	-
17-90	80	0,5	6	13,3	28,44	100	2,8	0,3578	1	1	0,773	1	0,13829	6,5	6,64	741,81	4924,34	31,52	159,79	31,52	128,27	80,28	30,00	-
18-91	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	6,5	6,63	741,81	4920,99	39,86	173,18	39,86	133,32	76,98	23,87	-
19-92	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	7,6	7,73	741,81	5736,98	46,47	184,25	46,47	137,78	74,78	24,67	-
20-93	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	143,76	0,80	142,96	99,44	25,59	-
21-94	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	151,59	0,80	150,79	99,47	27,00	-
22-95	80	0,5	6	13,3	28,44	100	2,8	0,3578	1	1	0,773	1	0,13829	0	0,14	741,81	102,58	0,66	155,32	0,66	154,66	99,58	36,17	-
23-96	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	160,83	0,80	160,03	99,50	28,65	-
24-97	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	165,44	0,80	164,63	99,51	29,48	-
25-98	80	0,5	6	13,3	28,44	100	2,8	0,3578	1	1	0,773	1	0,13829	0	0,14	741,81	102,58	0,66	170,33	0,66	169,67	99,61	39,68	-
26-99	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	177,94	0,80	177,13	99,55	31,71	-
27-100	80	0,5	6	13,3	28,44	100	2,8	0,3578	1	1	0,773	1	0,13829	0	0,14	741,81	102,58	0,66	181,35	0,66	180,70	99,64	42,25	-

28-101	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	186,35	0,80	185,54	99,57	33,22	-
29-102	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	190,51	0,80	189,71	99,58	33,96	-
30-103	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	195,00	0,80	194,19	99,59	34,77	-
31-104	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	199,63	0,80	198,82	99,60	35,60	-
32-105	80	0,5	6	13,3	28,44	100	2,8	0,3578	1	1	0,773	1	0,13829	0	0,14	741,81	102,58	0,66	204,43	0,66	203,78	99,68	47,65	-
33-106	60	0,5	6	10,0	28,44	100	2,1	0,3578	1	1	0,8307	1	0,14861	0	0,15	741,81	110,24	0,40	213,14	0,40	212,74	99,81	88,44	-
35-107	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	217,24	0,80	216,43	99,63	38,75	-
36-108	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	221,80	0,80	221,00	99,64	39,57	-
37-109	80	0,5	6	13,3	28,44	100	2,8	0,3578	1	1	0,773	1	0,13829	0	0,14	741,81	102,58	0,66	225,79	0,66	225,14	99,71	52,65	-
38-110	80	0,5	6	13,3	28,44	100	2,8	0,3578	1	1	0,773	1	0,13829	0	0,14	741,81	102,58	0,66	230,12	0,66	229,46	99,71	53,66	-
39-111	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	234,76	0,80	233,96	99,66	41,89	-
40-112	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	239,43	0,80	238,63	99,66	42,72	-
41-113	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	249,41	0,80	248,60	99,68	44,51	-
42-114	80	0,5	6	13,3	28,44	100	2,8	0,3578	1	1	0,773	1	0,13829	0	0,14	741,81	102,58	0,66	252,43	0,66	251,77	99,74	58,88	-
43-115	80	0,5	6	13,3	28,44	100	2,8	0,3578	1	1	0,773	1	0,13829	0	0,14	741,81	102,58	0,66	255,73	0,66	255,07	99,74	59,65	-
44-116	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	259,29	0,80	258,49	99,69	46,28	-
45-117	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	262,83	0,80	262,03	99,69	46,91	-
46-118	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	267,21	0,80	266,41	99,70	47,70	-

47-119	80	0,5	6	13,3	28,44	100	2,8	0,3578	1	1	0,773	1	0,13829	0	0,14	741,81	102,58	0,66	270,88	0,66	270,22	99,76	63,19	-
48-120	80	0,5	6	13,3	28,44	100	2,8	0,3578	1	1	0,773	1	0,13829	0	0,14	741,81	102,58	0,66	274,83	0,66	274,18	99,76	64,11	-
49-121	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	279,06	0,80	278,26	99,71	49,82	-
50-122	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	283,28	0,80	282,47	99,72	50,57	-
51-123	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	288,55	0,80	287,74	99,72	51,52	-
52-124	80	0,5	6	13,3	28,44	100	2,8	0,3578	1	1	0,773	1	0,13829	0	0,14	741,81	102,58	0,66	292,91	0,66	292,26	99,78	68,34	-
53-125	80	0,5	6	13,3	28,44	100	2,8	0,3578	1	1	0,773	1	0,13829	0	0,14	741,81	102,58	0,66	297,58	0,66	296,93	99,78	69,43	-
54-126	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	300,67	0,80	299,87	99,73	53,69	-
55-127	100	0,5	6	16,7	28,44	100	3,5	0,3578	1	1	0,7311	1	0,13079	0	0,13	741,81	97,02	0,97	303,87	0,97	302,90	99,68	45,33	-
56-128	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	307,42	0,80	306,62	99,74	54,90	-
57-129	100	0,5	6	16,7	28,44	100	3,5	0,3578	1	1	0,7311	1	0,13079	0	0,13	741,81	97,02	0,97	310,83	0,97	309,86	99,69	46,37	-
58-130	100	0,5	6	16,7	28,44	100	3,5	0,3578	1	1	0,7311	1	0,13079	0	0,13	741,81	97,02	0,97	314,17	0,97	313,20	99,69	46,87	-
59-131	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	318,13	0,80	317,33	99,75	56,81	-
60-132	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	321,78	0,80	320,98	99,75	57,47	-
61-133	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	325,54	0,80	324,74	99,75	58,14	-
62-134	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	329,42	0,80	328,61	99,76	58,83	-
63-135	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	333,40	0,80	332,60	99,76	59,55	-
64-136	75	0,5	6	12,5	28,44	100	2,6	0,3578	1	1	0,7873	1	0,14085	0	0,14	741,81	104,48	0,59	337,28	0,59	336,70	99,83	91,31	-

65-137	75	0,5	6	12,5	28,44	100	2,6	0,3578	1	1	0,7873	1	0,14085	0	0,14	741,81	104,48	0,59	353,21	0,59	352,62	99,83	95,63	-
66-138	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	357,44	0,80	356,64	99,78	63,85	-
67-139	100	0,5	6	16,7	28,44	100	3,5	0,3578	1	1	0,7311	1	0,13079	0	0,13	741,81	97,02	0,97	362,49	0,97	361,52	99,73	54,11	-
68-140	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	366,88	0,80	366,08	99,78	65,54	-
69-141	100	0,5	6	16,7	28,44	100	3,5	0,3578	1	1	0,7311	1	0,13079	0	0,13	741,81	97,02	0,97	371,74	0,97	370,77	99,74	55,49	-
70-142	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	376,38	0,80	375,58	99,79	67,24	-
71-143	100	0,5	6	16,7	28,44	100	3,5	0,3578	1	1	0,7311	1	0,13079	0	0,13	741,81	97,02	0,97	381,50	0,97	380,53	99,75	56,95	-
72-144	60	0,5	6	10,0	28,44	100	2,1	0,3578	1	1	0,8307	1	0,14861	0	0,15	741,81	110,24	0,40	386,01	0,40	385,61	99,90	160,31	-
145-166	70	0,5	6	11,7	28,44	100	2,5	0,3578	1	1	0,7952	1	0,14226	0	0,14	741,81	105,53	0,52	392,34	0,52	391,82	99,87	114,93	-
147-157	80	0,5	6	13,3	28,44	100	2,8	0,3578	1	1	0,773	1	0,13829	0	0,14	741,81	102,58	0,66	409,09	0,66	408,44	99,84	95,51	-
148-158	80	0,5	6	13,3	28,44	100	2,8	0,3578	1	1	0,773	1	0,13829	0	0,14	741,81	102,58	0,66	437,04	0,66	436,38	99,85	102,05	-
149-159	80	0,5	6	13,3	28,44	100	2,8	0,3578	1	1	0,773	1	0,13829	0	0,14	741,81	102,58	0,66	475,46	0,66	474,80	99,86	111,03	-
150-160	60	0,5	6	10,0	28,44	100	2,1	0,3578	1	1	0,8307	1	0,14861	0	0,15	741,81	110,24	0,40	0,40	0,40	0,00	0,00	0,00	-
151-161	60	0,5	6	10,0	28,44	100	2,1	0,3578	1	1	0,8307	1	0,14861	0	0,15	741,81	110,24	0,40	263,95	0,40	263,55	99,85	109,56	-
152-162	60	0,5	6	10,0	28,44	100	2,1	0,3578	1	1	0,8307	1	0,14861	0	0,15	741,81	110,24	0,40	271,12	0,40	270,72	99,85	112,55	-

153 - 163	60	0,5	6	10,0	28,44	100	2,1	0,3578	1	1	0,8307	1	0,14861	0	0,15	741,81	110,24	0,40	287,18	0,40	286,78	99,86	119,22	-
154 - 164	50	0,5	6	8,3	28,44	100	1,8	0,3578	1	1	0,8633	1	0,15444	0	0,15	741,81	114,57	0,29	300,72	0,29	300,43	99,90	170,00	-
155 - 165	50	0,5	6	8,3	28,44	100	1,8	0,3578	1	1	0,8633	1	0,15444	0	0,15	741,81	114,57	0,29	306,67	0,29	306,39	99,91	173,37	-
167 - 172	75	0,5	6	12,5	28,44	100	2,6	0,3578	1	1	0,7873	1	0,14085	0	0,14	741,81	104,48	0,59	320,56	0,59	319,97	99,82	86,78	-
168 - 173	75	0,5	6	12,5	28,44	100	2,6	0,3578	1	1	0,7873	1	0,14085	0	0,14	741,81	104,48	0,59	329,50	0,59	328,91	99,82	89,20	-
169 - 174	70	0,5	6	11,7	28,44	100	2,5	0,3578	1	1	0,7952	1	0,14226	0	0,14	741,81	105,53	0,52	337,03	0,52	336,51	99,85	98,71	-
170 - 175	70	0,5	6	11,7	28,44	100	2,5	0,3578	1	1	0,7952	1	0,14226	0	0,14	741,81	105,53	0,52	355,55	0,52	355,03	99,85	104,14	-
176 - 184	50	0,5	6	8,3	28,44	100	1,8	0,3578	1	1	0,8633	1	0,15444	0	0,15	741,81	114,57	0,29	397,67	0,29	397,39	99,93	224,86	-
177 - 183	90	0,5	6	15,0	28,44	100	3,2	0,3578	1	1	0,7477	1	0,13376	0	0,13	741,81	99,23	0,80	413,30	0,80	412,49	99,81	73,85	-
178 - 182	100	0,5	6	16,7	28,44	100	3,5	0,3578	1	1	0,7311	1	0,13079	0	0,13	741,81	97,02	0,97	419,74	0,97	418,77	99,77	62,67	-
179 - 181	100	0,5	6	16,7	28,44	100	3,5	0,3578	1	1	0,7311	1	0,13079	0	0,13	741,81	97,02	0,97	280,75	0,97	279,78	99,65	41,87	-

Підбір основних частин припливно-витяжної установки *[16]*

Для П1-В1

3.

4. Systemair Topvex TR15 EL-L-CAV

Напруга, В:	400
Фазність	3N
Двигуни, потужність, Вт	**2x3380**
Потужність електричного нагрівача, Вт:	**15000**
Запобіжник, А:	3x35
Маса	730
Фильтр приточ.	F7
Фильтр вытяж.	F7
Витрата	5000…12000

Гелло В.О.

Метою оптимального проектування повітропроводів системи VAV є визначення розмірів повітроводів і вибір вентилятора, який мінімізує витрати протягом життєвого циклу системи. Вартість життєвого циклу системи, складається з початкових та операційних витрат. Оскільки системи VAV мають різні потоки повітря для задоволення різних навантажень у зоні, а вентилятор контролюється для підтримки бажаного статичного тиску на кінцевій ділянці повітропроводу найдовшої лінії повітропроводу, вентилятор потрібно моделювати на погодинній основі, щоб визначити вентилятор споживання електроенергії та експлуатаційні витрати [21]. Проблема проектування повітропровода VAV визначається наступним чином:

Вартість життєвого циклу :$E=E_p*PWEF+E_s$

Телескопічне обмеження: $D_p-D_c\geq 0$

Стандартні розміри з верхньою та нижньою межами:

$L_i\leq D_i \leq U_i$, де:

E- вартість життєвого циклу системи, грн

E_p- вартість енергії за перший рік, грн

E_s- початкова вартість, грн

PWEF- коефіцієнт ескалації поточної вартості

D_p- діаметр верхньої частини повітропровода [21], м

D_c- діаметр нижньої частини повітропровода [21], м

D_i-$[D_1 + D_2 + \cdots + D_n]^T = [D^d]^T$

$D^d \epsilon R^d$ −підмножина дискретного розміру каналу, м

n - кількість секцій повітропроводів

L_i та U_i - нижня та верхня границі секції повітропровода *i*, м, через швидкість або геометричні обмеження [21]

Початкова вартість

У початкову вартість входить вартість встановлених повітроводів і вентилятора. Вартість каналу визначається як функція вартості одиниці площі поверхні каналу. Вартість обладнання HVAC, такого як арматура, змійовик нагріву та змійовик охолодження, вважається постійною та не включається в

Гелло В.О.

цільову функцію, за винятком вартості вентилятора [21]. Початкова вартість становить:

$E_s = E_{duct} + E_{fan}$, де:

E_{duct} - вартість повітропровода, грн

E_{fan} - вартість вентилятора, грн

Вартість повітропроводу

Розмір повітропроводу кожної секції є окремою проектною змінною, вибраною з номінальних розмірів, обмежених стандартними кроками виробника [22].

Для круглого повітропровода вартість становить:

$E_{duct} = S_d \pi D L$, де:

S_d - вартість одиниці повітропроводу, включаючи матеріали та роботу, грн/м^2

D - діаметр повітропроводу, м

L - довжина повітропровода

Для прямокутного повітропровода вартість становить [21]:

$E_{duct} = 2S_d(H + W)L$, де:

H - висота повітропровода, м

W - ширина повітропровода, м

Вибір вентилятора та вартість

Оскільки оптимізація повітроводів передбачає пошук серед повітроводів різних розмірів, для кожної конфігурації необхідно вибрати відповідний вентилятор і включити його в початковий розрахунок вартості [21]. При виборі вентилятора розмір і тип вентилятора визначаються такими факторами:

• Пікова швидкість повітряного потоку

• Статичний тиск при піковій об'ємній швидкості потоку

• Ефективність: вибір вентилятора, який забезпечить необхідний об’єм при очікуваному статичному тиску з мінімальною потужністю

Для будь-якої потенційної конфігурації повітропровода вибирається вентилятор, який може задовольнити вимоги до системного тиску при

Гелло В.О.

максимальному річному потоці повітря [22]. Для години з максимальним річним потоком повітря розраховується падіння тиску для кожного шляху повітроводу, і вибирається найвищий перепад тиску як визначальний вибір вентилятора. Вентилятор вибирається з асортименту вентиляторів. Починаючи з найменшого розміру вентилятора, проектна точка системи перевіряється на робочий діапазон вентилятора. Якщо вентилятор не може працювати в цій проектній точці, для вибору вводиться наступний вентилятор більшого розміру. Після вибору відповідного вентилятора система моделюється протягом року роботи, щоб переконатися, що вентилятор може задовольняти потреби повітряного потоку щогодини, зберігаючи бажаний статичний тиск [21]. Процес вибору вентилятора складається з трьох кроків:

1. Підготовка даних про продуктивність вентилятора.

2. Вибір найменшого вентилятора, який задовольняє параметри системи.

3. Перевірка вибору вентилятора, імітуючи роботу системи за рік.

Експлуатаційні витрати

Експлуатаційні витрати складаються в основному з вартості електроенергії, необхідної вентилятору, і представлені теперішньою вартістю місячних витрат [22]. На практиці можна зустріти безліч структур електричної швидкості. Вважаємо, що вартість електроенергії базується на вартості одиниці енергії та платі за неї на основі річного пікового споживання електроенергії. Однак можна включити будь-яку структуру ставок, оскільки споживання енергії розраховується на погодинній основі. Вартість енергії за перший рік становить:

$E_p = \frac{1}{K\eta_m}(\sum_Y^{\square} \frac{Q_{fan}P_{fan}E_c}{\eta_f} + \frac{Q_{fan,peak}P_{fan,peak}E_d}{\eta_{f,peak}})$, де:

Q_{fan} - швидкість потоку повітря вентилятора, м^3/с

P_{fan} - загальний тиск вентилятора, Па

Y - час роботи системи, год/рік

E_c - вартість одиниці енергії, грн/кВт*год

E_d - плата за пікове використання, грн/кВт

η_f - ККД валу вентилятора

η_m - ККД двигуна

K - константа, 10^{-3} кВт/[(м^3/с)*(Н/с)]

Гелю В.О.

Вартість погодинного енергоспоживання додається протягом року роботи відповідно до різної швидкості повітряного потоку вентилятора та загального тиску вентилятора. ККД вала η_f є функцією швидкості вентилятора та швидкості потоку повітря. Погодинна ефективність валу обчислюється за рівнянням продуктивності вентилятора та використовується для обчислення погодинної вартості енергії. ККД двигуна η_m вважається постійним. Вартість попиту на електроенергію E_d базується на піковому попиті клієнта на кіловат [21].

$PWEF = \frac{[(1+AER)/(1+AIR)]^a - 1}{1-[(1+AIR)/(1+AER)]}$, де:

AER - річна швидкість зростання

AIR - річна процентна ставка

a - період амортизації, роки

Моделювання повітроводів

Розмір повітроводу використовується для розрахунку втрати тиску в секції повітропроводу. Втрата тиску на ділянці повітроводу розраховується за допомогою рівняння Дарсі-Вейсбаха [22]:

$\Delta P = (\frac{fL}{D_h} + \sum_{\square}^{\square} C \frac{V^2 \rho}{2 g_c})$, де:

f - коефіцієнт тертя

L - довжина повітропровода, м

D_h - гідравлічний діаметр, м

$\sum_{\square}^{\square} C$ - сума локальних коефіцієнтів втрат в межах секції повітроводу [22]

V - середня швидкість повітря, м/с

ρ - щільність повітря, кг/м^3

g_c - константа, 1 (кг*м)/(Н*с^2)

Для прямокутного повітропровода гідравлічний діаметр:

$$D_f = 2\frac{H \cdot W}{H + W}$$

Далі, вводить еквівалентна довжина L_e:

Гелло В.О.

$$L_e = L + \frac{D_h}{f}\sum_{❑}^{❑} C$$

і підставляємо в рівняння Дарсі-Вейсбаха, щоб отримати [21]:

$$\Delta P = \frac{f}{D_h} L_e \frac{\rho V^2}{2g_c}$$

коефіцієнт тертя обчислюється за рівнянням Альтшуля [21]:

$$f = 0{,}11\left(\frac{\varepsilon}{D_h} + \frac{68}{Re}\right)$$

і число Рейнольдса визначається як

$\mathrm{R}e = \frac{D_h V}{\nu}$, де:

ν - кінематична в'язкість, м^2/с

Моделювання вентиляторів

Модель вентилятора була введена для оцінки повітряних потоків як компонента мереж потоку рідини. Він використовує поліноміальні відповідності четвертого порядку для безрозмірного напору та ефективності для прогнозування підвищення тиску та споживання електроенергії. Закони подібності віяла дозволяють використовувати безрозмірні криві для обробки різної швидкості обертання та різних діаметрів [21]. Продуктивність вентилятора характеризується підвищенням тиску в пристрої та вимогами до потужності на валу при заданій швидкості потоку рідини. Ці дві характеристики - напір і ефективність. Дві безрозмірні криві продуктивності, які пов'язують напір і ефективність із швидкістю потоку рідини, представлені поліномами з емпіричними коефіцієнтами, які можна обчислити, використовуючи дані виробника. Ці криві продуктивності складають основу моделі [21]. Щоб спростити та узагальнити модель, безрозмірні змінні визначаються за допомогою законів подібності вентилятора: коефіцієнт потоку та коефіцієнт напору. Безрозмірний коефіцієнт потоку визначається як [22]:

$\phi = \frac{\bar{m}}{\rho N d^3}$, де:

$\bar{m}$- масова витрата сухого повітря, кг/с

ρ - щільність вологого повітря, що надходить, кг/м^3

N - швидкість вентилятора, об/с

Гелло В.О.

d - діаметр колеса вентилятора, м

Безрозмірний коефіцієнт напору визначається як:

$\psi = \frac{\Delta P}{\rho N^2 d^2}$, де:

ΔP - підвищення тиску на вентиляторі, Па

Слід зауважити, що використання безрозмірних змінних неявно застосовує закони вентилятора для змін швидкості, щільності та діаметра.

Ефективність вентилятора визначається як:

$\eta_s = \frac{\bar{m} \cdot \Delta P}{\rho \cdot \bar{W}_s}$, де:

$\bar{W}_s$ - потужність вала, Вт

Поліноміальними кривими ефективності є:

$$\psi = a_0 + a_1\phi + a_2\phi^2 + a_3\phi^3 + a_4\phi^4$$

$$\eta_f = b_0 + b_1\phi + b_2\phi^2 + b_3\phi^3 + b_4\phi^4$$

де визначено a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, b_0, b_1, b_2, b_3, b_4 з даних виробника[21]. Загальна потужність системи, яка використовується для розрахунку експлуатаційних витрат, виражається через потужність на валу та ККД двигуна.

$$\bar{W}_t = \frac{\bar{W}_s}{\eta_m}$$

Розрахунок операційних витрат

Системи зі змінним об'ємом повітря вимагають ефективної та стабільної роботи в усьому діапазоні потоку повітря. Оскільки системи VAV рідко працюють при повному проектному обсязі повітря, економія електроенергії при частковому навантаженні при зменшеному обсязі повітря значно реалізується завдяки належній роботі вентилятора. Вентилятори контролюються шляхом розміщення датчика статичного тиску в системі повітроводів, розташованій нижче за потоком, зазвичай на дві третини найдовшого шляху повітроводу. Цей датчик налаштований на статичний тиск, який забезпечить достатній тиск для переміщення повітря з цієї точки через решту повітропроводу [22]. Наприклад, у відповідь на зменшення навантаження на охолодження статичний тиск у повітропроводі зростає. Датчик статичного тиску виявляє збільшення тиску в повітропроводі та сигналізує вентилятору зменшити швидкість, доки не буде досягнуто потрібного статичного тиску. Задана точка статичного тиску рекомендована на

Гелло В.О.

рівні 40 мм вод. ст. для вересня по травень і 64 мм вод. ст. для червня по серпень [21]. Оскільки робота вентилятора змінюється зі змінним потоком повітря, модель вентилятора використовується для отримання інформації про змінені робочі точки. Окрім зміни роботи вентилятора, ефективність вентилятора також є важливим фактором для розрахунку експлуатаційних витрат вентилятора. Необхідна вхідна потужність на валу більша, ніж вхідна потужність повітря через необоротність. Відношення потужності повітря до потужності на валу є ефективністю вентилятора. Вентилятор має різну ефективність зі зміною вимог до повітряного потоку. Для заданого об'єму повітря та вимог до тиску необхідно знайти відповідну швидкість вентилятора, щоб розрахувати ефективність у цій робочій точці та, як наслідок, експлуатаційні витрати вентилятора. Погодинна вартість роботи вентилятора підсумовується за рік, а потім додається до початкової вартості, щоб знайти вартість життєвого циклу системи [21].

Використовуючи модель вентилятора, можна розрахувати потужність вентилятора для заданого потоку повітря та підвищення тиску. Безрозмірна крива продуктивності, що пов'язує напір і об'єм повітря, включає швидкість вентилятора. Рівняння перебудовується відносно швидкості вентилятора, і швидкість вентилятора при заданому потоці повітря та тиску можна знайти за допомогою чисельного методу визначення кореня [22]:. Потужність на валу обчислюється на основі розрахованого ККД. Отже, загальне енергоспоживання обчислюється за допомогою двигуна. Алгоритм розрахунку потужності вентилятора такий:

1. Обчислити втрати тиску в системі для заданої витрати повітря (Q, ΔP);

2. Знайти швидкість вентилятора (об/хв);

3. Перерахувати відносно швидкості вентилятора:

$$F(N) = a_0 + a_1\phi(N) + a_2\phi^2(N) + a_3\phi^3(N) + (N)a_4\phi^4 - \psi(N)$$

4. Встановити F(N) = 0 і знайти швидкість вентилятора чисельними методами;

5. Розрахувати ефективність вентилятора η_s ;

6. Розрахувати потужність на валу:

$$W_s = \frac{\Delta P \cdot Q}{\eta_s}$$

7. Обчислити загальну потужність системи:

$$W_m = \frac{W_s}{\eta_m}$$

Гелю В. О.

ПІДХІД ДО АНАЛІЗУ ОБЛАСТІ ПРОБЛЕМИ

Питання, які виникають у задачах оптимізації, це опуклість, диференційовність опуклих функцій і точки локального або глобального оптимуму. Арора (1989) заявив: «Якщо f(x) є локальним мінімумом для опуклої функції f(x*) на опуклій множині S, то це також глобальний мінімум [21]. Опуклість цільової функції визначена тоді і тільки тоді, коли матриця Гессе функції є позитивно визначеною у всіх точках опуклої множини S.» [22] Однак у задачах проектування повітропроводу матрицю Гессе цільової функції не можна вивести, оскільки функція не диференційована відносно розміру повітропроводу. Цільова функція складається з кількох процедур, які необхідно оцінювати послідовно. Оскільки використання тесту на опуклість неможливе, потрібно використовувати інші підходи для аналізу проблеми конструкції повітроводу, такі як вичерпний пошук і графічне представлення [21]. Однак може бути неможливо остаточно довести, що існує глобальний мінімум, якщо простір проектування не можна перевірити на опуклість. З метою характеристики та обчислення локальних або глобальних мінімумів задачі проектування повітроводу аналіз предметної області виглядає наступним чином [22]::

• Вичерпний пошук у проблемній області: вичерпний пошук обчислює значення функції у всіх дискретних точках у проблемній області та отримує будь-які ймовірні локальні мінімуми шляхом порівняння кожної точки з її околицями [23]. Околиця N точки x* математично визначається як множина точок

$$N = \{x | x \epsilon S: \|x - x^*\| < \delta\} \text{ для деякого малого } \delta > 0.$$

• У вичерпному пошуку δ встановлюється на розмір дискретного кроку пошуку Δd. Отже, околицею є будь-яка точка, будь-яка координата якої має d±Δd. В одновимірному просторі околиця точки складається з двох точок. У двовимірному просторі є вісім сусідніх точок [23]:. Як правило, n-вимірність має 3n – 1 сусідів.

• Якщо вичерпний пошук знаходить кілька локальних мінімумів з малим Δd, тоді ці локальні мінімуми слід перевірити на те, чи є вони справді локальними мінімумами, шукаючи кожну околицю з меншим дискретним розміром кроку. Якщо пошук показує, що він має один глобальний мінімум, то мінімальна точка може бути прийнята як оптимальне рішення з інтервалом невизначеності розміру дискретного кроку, і метод прямого пошуку може бути застосований до задачі проектування повітропроводу[23].

Гелю В.О.

• Застосування методу прямої оптимізації, такого як симплекс-метод Нелдера та Міда вниз: якщо припустити, що в області проектування існує один глобальний мінімум, метод прямої оптимізації може бути застосований до проблеми проектування повітропроводу [21]. Початкову точку вибирають у крайній точці, такій як кутова точка граничної можливої області, і результат пошуку порівнюється з результатом, отриманим з різних початкових точок. Метод низхідного симплексу простий у розрахунках і нескладний у логіці [23]. Метод також ефективний, коли помилки оцінки є значними, оскільки він працює на найгіршій, а не на найкращій точці.

• З початковою точкою P_0 початковий симплекс приймає інші точки за допомогою

$P_i = P_0 + \lambda_{ei}$.

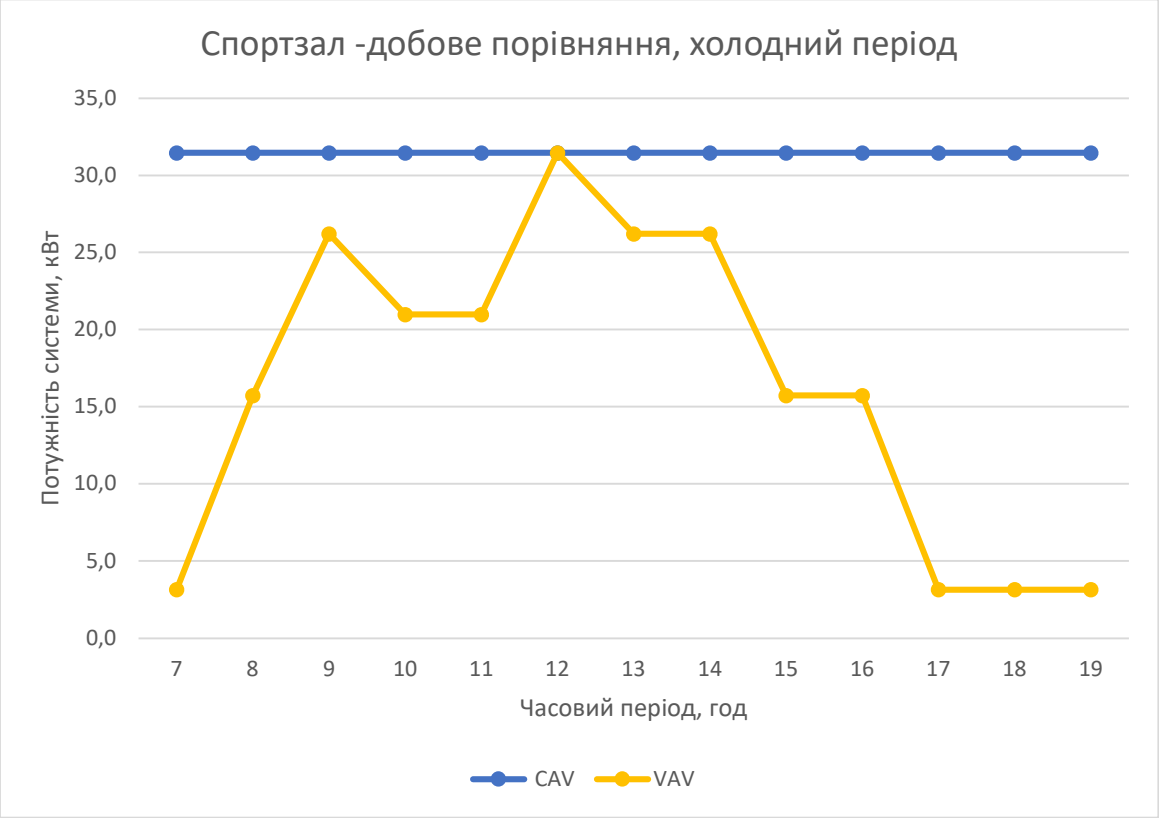
• Етапи, які виконуються в симплексному методі, це відображення, розширення та скорочення[21]. Симплекс відбивається від високої точки, і, якщо можливо, розгортається в тому чи іншому напрямку, щоб зробити більші кроки [21]. Коли він досягає дна долини, симплекс стискається в поперечному напрямку і рухається вниз. Критерієм завершення, який використовується для цього дослідження, є швидкість різниці до суми мінімального та максимального значень функції симплексу[22]. Одна річ, яку слід зазначити, це те, що критерії можуть бути обмануті одним аномальним кроком, який не досяг прогресу, тому рекомендується перезапустити процедуру мінімізації в точці, де поточний крок є мінімальним [23].

Порівняння вартості використання CAV ТА VAV систем

Добове використання систем в спортзалі під час холодного періоду

год	При використанні системи CAV	При використанні системи VAV
7	31,5	3,1
8	31,5	15,7
9	31,5	26,2
10	31,5	21,0
11	31,5	21,0
12	31,5	31,5
13	31,5	26,2
14	31,5	26,2
15	31,5	15,7
16	31,5	15,7
17	31,5	3,1
18	31,5	3,1
19	31,5	3,1
	Σ377,6 кВТ	Σ208,7кВТ

Гелло В.О.



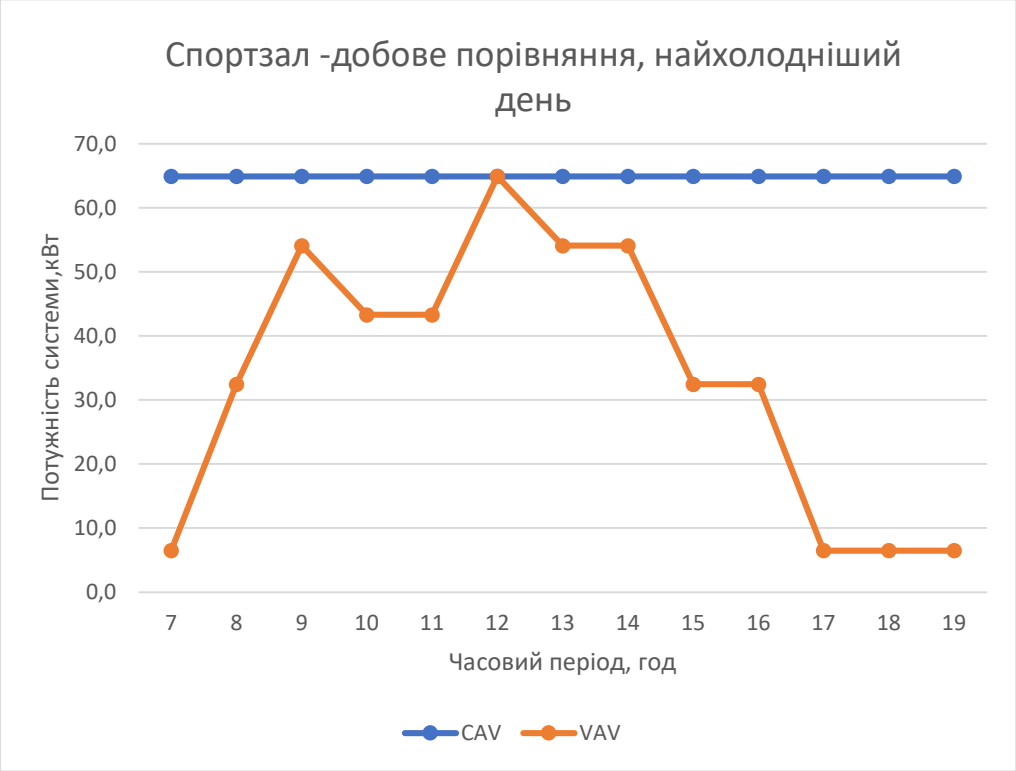
Вартість використання систем

		CAV	VAV
за добу ХП	кВт	377,6	208,7
	грн	1631,28	901,73
за опалювальний період	МВт	66,45948	32,6
	тис. грн	66,46	36,74

Добове використання систем в спортзалі під час найхолоднішої доби

год	При використанні системи CAV	При використанні системи VAV
7	64,9	6,5
8	64,9	32,5
9	64,9	54,1
10	64,9	43,3
11	64,9	43,3
12	64,9	64,9
13	64,9	54,1
14	64,9	54,1
15	64,9	32,5
16	64,9	32,5
17	64,9	6,5
18	64,9	6,5
19	64,9	6,5
	Σ779,2кВТ	Σ3430,7 кВТ

Тепло

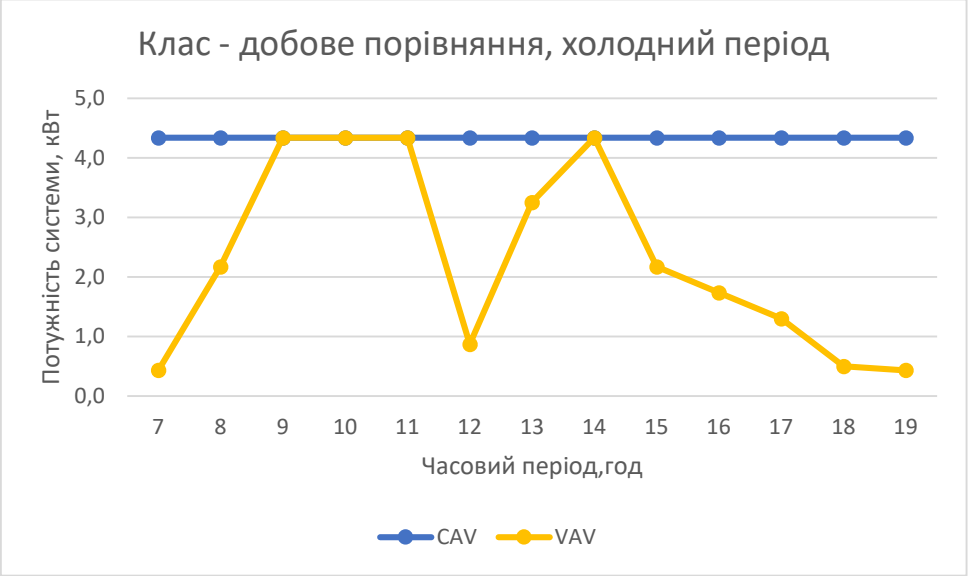


За найхолоднішу добу		CAV	VAV
	кВТ	779,2	430,7
	грн	3366,13	1860,72

Добове використання систем в типовому класі під час холодного періоду

год	При використанні системи CAV	При використанні системи VAV
7	4,3	0,4
8	4,3	2,2
9	4,3	4,3
10	4,3	4,3
11	4,3	4,3
12	4,3	0,9
13	4,3	3,3
14	4,3	4,3
15	4,3	2,2
16	4,3	1,7
17	4,3	1,3
18	4,3	0,5
19	4,3	0,4
	Σ52,1 кВТ	Σ29,7 кВТ

Тепло



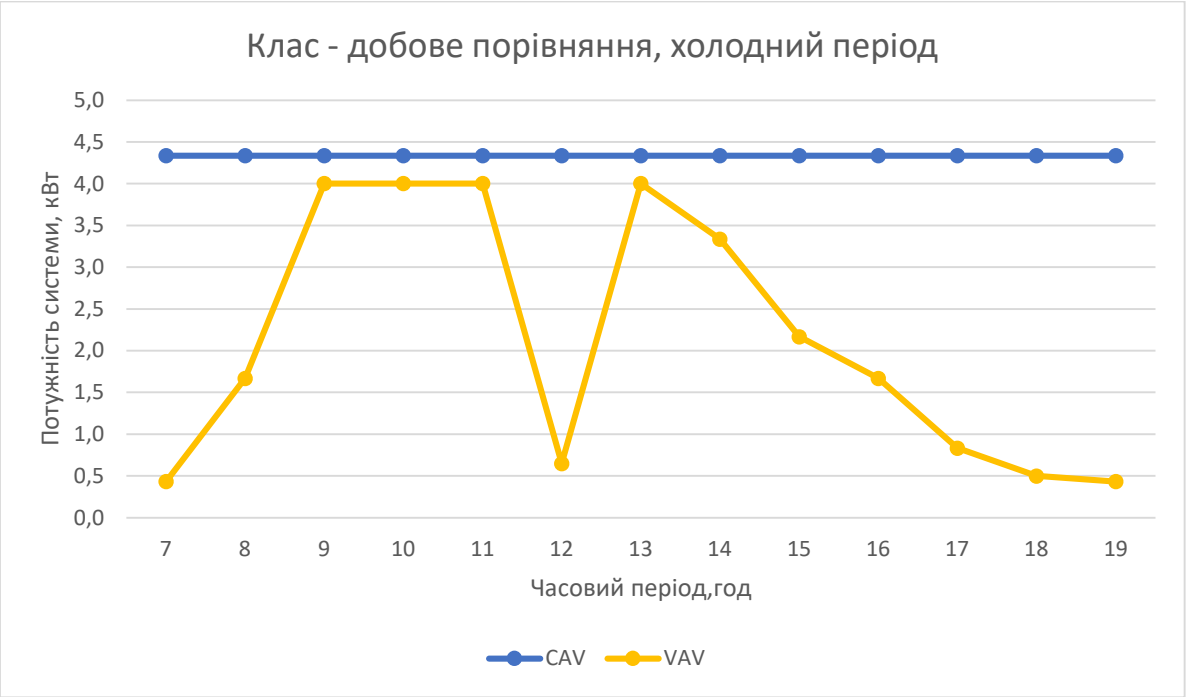
Вартість використання систем

		CAV	VAV
за добу ХП	кВт	52,1	29,7
	грн	224,86	128,36
за опалювальний період	МВт	9,160969	4,6
	тис. грн	39,58	20,02

Добове використання систем в типовому класі під час холодного періоду при природній відсутності учнів

год	При використанні системи CAV	При використанні системи VAV
7	4,3	0,4
8	4,3	1,7
9	4,3	4,0
10	4,3	4,0
11	4,3	4,0
12	4,3	0,7
13	4,3	4,0
14	4,3	3,3
15	4,3	2,2
16	4,3	1,7
17	4,3	0,8
18	4,3	0,5
19	4,3	0,4
	Σ52,1 кВт	Σ27,3 кВт

Гелло В.



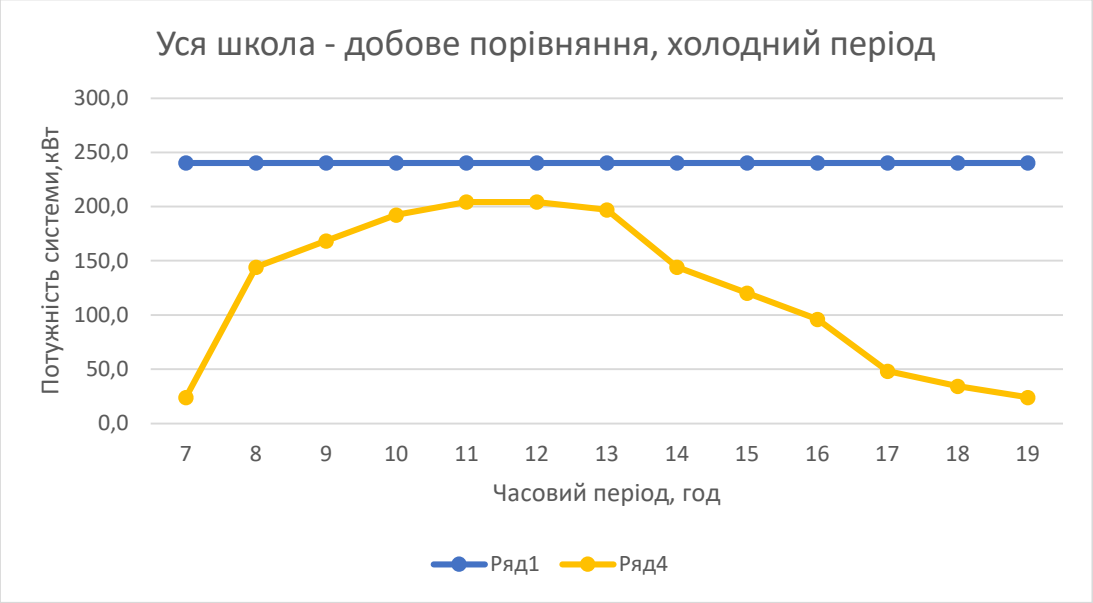
Вартість використання систем

		CAV	VAV
за добу ХП	кВТ	52,1	27,3
	грн	224,86	117,84
за опалювальний період	МВТ	9,160969	4,3
	тис. грн	39,58	18,38

Загальні витрати всієї школи за добу

год	При використанні системи CAV	При використанні системи VAV
7	240,5	24,0
8	240,5	144,3
9	240,5	168,3
10	240,5	192,4
11	240,5	204,4
12	240,5	204,4
13	240,5	197,2
14	240,5	144,3
15	240,5	120,2
16	240,5	96,2
17	240,5	48,1
18	240,5	34,4
19	240,5	24,0
	Σ2885,6 кВт	Σ1578,2 кВт

Тепло В



		CAV	VAV
за добу ХП	кВТ	2885,6	1578,2
	тис. грн	12,47	6,82
за опалювальний період	МВТ	507,9	277,8
	Млн. грн	2,19	1,20

3.1.Висновки.

VAV система показала себе набагато енергоефективнішою, та дозволяє зекономити близько 0,8 млн гривень за зимовий період, в порівнянні з системою CAV. Більш того, VAV система є набагато гнучкішою, адже при відсутності людей працює на своєму мінімальному значенні, на відміну від CAV, що зменшує витрати електроенергії. В зимовий період люди частіше хворіють, та беруть лікарняні, що теж призводить до зниження витрат електроенергії.

Гелюх В.О.

Розділ 4. Заходи з енергоефективності.

Заходи для підвищення енергоефективності виконуються задля зменшення споживання електроенергії, оптимізації ресурсів для забезпечення комфортних умов для школярів та навчального персоналу. Нижче наведено ряд заходів задіяних з метою підвищення енергоефективності:

1. Встановлення енергоефективних вікон так дверей;

2. Запроектовані системи змінної витрати повітря, що дозволяє системі виконувати роботу, лише там де є люди;

3. Встановлення датчиків CO_2 та температури, для контролю та дотримання умов мікроклімату;

4. Встановлення рекуператорів в системах вентиляції;

5. Використання датчиків руху з таймером затримки в роботі систем вентиляції санвузлів;

6. В ІТП передбачено зниження температури в системі опалення в неробочі години, також передбачено погодозалежне керування температурою теплоносія в системі опалення та калориферах системи вентиляції;

7. Встановлення датчиків освітлення в приміщеннях.

8. Встановлення електронних термоголовок на радіаторах.

Гелю В.О.

Локальний кошторис на будівельні роботи

на Опалення

Кошторисна заробітна плата 555,099 тис. грн.

Середній розряд робіт 3,6 розряд

Складений за поточними цінами станом на “20 травня” 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			в тому числі заробітної плати	тих, що обслуговують машини	
										на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Розділ 1. Опалення									
		БУДІВЕЛЬНІ РОБОТИ									
		Паркет									
1	КР7-2-4	Розбирання покриттів підлог з штучного паркету на мастиці	100м2	2,95	9180,91 9001,45	179,46 56,75	27084	26554	530 167	92,8080 0,4385	273,78 1,29
2	КР7-17-1 к дем.=0,8	(Демонтаж) Улаштування цементної стяжки товщиною 20 мм по бетонній основі площею до 20 м2	100м2	2,95	7475,59 7294,49	157,86 141,32	22053	21519	466 417	68,4864 1,1402	202,03 3,36
3	КР7-17-9 к=2 /до товщ 30 мм/ к дем.=0,8	(Демонтаж) На кожні 5 мм зміни товщини шару цементної стяжки додавати або виключати	100м2	2,95	524,34 441,72	82,62 73,96	1547	1303	244 218	4,1472 0,5967	12,23 1,76
4	КР7-17-1	Улаштування цементної стяжки товщиною 20 мм по бетонній основі площею до 20 м2	100м2	2,95	14038,60 9118,11	197,33 176,65	41414	26898	582 521	85,6080 1,4252	252,54 4,2

Гелло В.О.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	КР7-17-9 к=2 /до товщ 30 мм/	На кожні 5 мм зміни товщини шару цементної стяжки додавати або виключати	100м2	2,95	3000,37 552,15	103,27 92,45	8851	1629	305 273	5,1840 0,7459	15,29 2,2
6	КР7-24-2	Улаштування покриття з штучного паркету без жилок на мастиці	100м2	2,95	45366,77 23636,93	64,55 57,78	133832	69729	190 170	198,7800 0,4662	586,4 1,38
7	С112-249	Паркет штучний з деревини дуба, ясеня, ільма, клена	м2	300,9	813,26 -	- -	244710	-	- -	- -	- -
8	*КР7-31-1*	*Улаштування плінтусів дерев'яних*	*100м*	*1,03*	*1788,87* *1776,59*	*3,69* *3,30*	*1843*	*1830*	*4* *3*	*16,6800* *0,0266*	*17,18* *0,03*
9	С123-352 варіант 1	Плінтуси для підлог з дубу	м	106,09	143,92 -	- -	15268	-	- -	- -	- -
10	КР12-46-2	Покриття підлог лаком за 2 рази	100м2	3,0015	5065,30 3456,71	1,84 1,65	15203	10375	6 5	24,9600 0,0133	74,92 0,04
11	& С111-1664-1 варіант 1	Лак для паркету Synteko Pro	кг	73,75	697,12 -	- -	51413	-	- -	- -	- -
		Чавунні плити									
12	КБ11-31-1	Демонтаж покриттів з чавунних плит на прошарку з піску	100м2	0,52	582003,95 12827,45	855,57 280,72	302642	6670	445 146	117,3600 2,1901	61,03 1,14
13	КР7-17-1 к дем.=0,8	(Демонтаж) Улаштування цементної стяжки товщиною 20 мм по бетонній основі площею до 20 м2	100м2	0,52	7475,59 7294,49	157,86 141,32	3887	3793	82 73	68,4864 1,1402	35,61 0,59
14	КР7-17-9 к=2 /до товщ 30 мм/ к дем.=0,8	(Демонтаж) На кожні 5 мм зміни товщини шару цементної стяжки додавати або виключати	100м2	0,52	524,34 441,72	82,62 73,96	273	230	43 38	4,1472 0,5967	2,16 0,31
15	КР7-17-1	Улаштування цементної стяжки товщиною 20 мм по бетонній основі площею до 20 м2	100м2	0,52	14038,60 9118,11	197,33 176,65	7300	4741	103 92	85,6080 1,4252	44,52 0,74

Гелло В.О.

16	КР7-17-9 к=2 /до товщ 30 мм/	На кожні 5 мм зміни товщини шару цементної стяжки додавати або виключати	100м2	0,52	3000,37 552,15	103,27 92,45	1560	287	54 48	5,1840 0,7459	2,7 0,39
17	*КБ11-31-1*	*Улаштування покриттів з чавунних плит на прошарку з піску /старі плити/*	*100м2*	*0,52*	*20224,80* *12827,45*	*855,57* *280,72*	*10517*	*6670*	*445* *146*	*117,3600* *2,1901*	*61,03* *1,14*
18	КР20-40-1	Навантаження сміття вручну	1 т	5,015	189,71 189,71	- -	951	951	- -	1,9560 -	9,81 -
19	С311-30-М	Перевезення сміття до 30 км	т	5,015	294,75 -	294,75 54,67	1478	-	1478 274	- 0,4110	- 2,06
		МОНТАЖНІ РОБОТИ									
20	*КР15-90-1*	*Установлення опалювальних радіаторів чавунних*	*100кВт*	*0,51576*	*19148,79* *16648,84*	*1414,77* *460,89*	*9876*	*8587*	*730* *238*	*154,3560* *2,9820*	*79,61* *1,54*
21	& С130-555-2	Радіатори опалювальні чавунні Bohemia 800	секція	230	2765,31 -	- -	636021	-	- -	- -	- -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
22	& С130-555-3	Радіатори опалювальні чавунні Bohemia 450	секція	147	1646,34 -	- -	242012	-	- -	- -	- -
23	& С130-485-1-2 варіант 1	Ніжки для чавунного радіатору Bohemia 800	компл	13	64,95 -	- -	844	-	- -	- -	- -
24	& С130-485-1-2 варіант 2	Ніжки для чавунного радіатору Bohemia 450	компл	6	33,33 -	- -	200	-	- -	- -	- -
25	& С130-485-1-3	Кріплення на стіну для Bohemia	компл	2	174,09 -	- -	348	-	- -	- -	- -
26	С130-485-1	Кронштейни для кріплення радіаторів до цегляних та бетонних стін, довжина кронштейна 332 мм	100шт	0,13	294,11 -	- -	38	-	- -	- -	- -
27	*КР15-90-2*		*100кВт*	*0,381*	*20333,03*	*687,17*	*7747*	*5707*		*133,7520*	*50,96*

Гелю В.О.

		Установлення опалювальних радіаторів сталевих			*14978,89*	*223,86*			*262*	*1,4484*	*0,55*
									85		
28	& С130-557-1 варіант 1	Радіатори сталеві Kermi 33 тип 600х1200	шт	2	14389,59 -	- -	28779	-	- -	- -	- -
29	& С130-557-1	Радіатори сталеві Kermi 33 тип 600х1300	шт	3	15001,59 -	- -	45005	-	- -	- -	- -
30	& С130-557-2	Радіатори сталеві Kermi 33 тип 500х1300	шт	3	12835,77 -	- -	38507	-	- -	- -	- -
31	& С130-557-2 варіант 1	Радіатори сталеві Kermi 33 тип 500х1200	шт	1	12518,55 -	- -	12519	-	- -	- -	- -
32	& С130-557-3	Радіатори сталеві Kermi 33 тип 500х2000	шт	2	19640,23 -	- -	39280	-	- -	- -	- -
33	& С130-557-3 варіант 1	Радіатори сталеві Kermi 33 тип 500х1800	шт	1	17841,97 -	- -	17842	-	- -	- -	- -
34	& С130-557-4	Радіатори сталеві Kermi 33 тип 300х1600	шт	2	12084,00 -	- -	24168	-	- -	- -	- -
35	& С130-557-5	Радіатори сталеві Kermi 33 тип 300х1300	шт	1	9955,59 -	- -	9956	-	- -	- -	- -
36	КР15-122-4	Зашивка радіаторів в ніші декоративним кожухом	грати	15	650,56 556,37	20,80 1,12	9758	8346	312 17	4,9680 0,0094	74,52 0,14
37	& С130-59- 24-1 варіант 1	Декоративний кожух металевий (перфорований захисний екран)	м2	30	2793,28 -	- -	83798	-	- -	- -	- -
38	*КР15-90-3*	*Установлення опалювальних конвекторів*	*100кВт*	*0,70205*	*23846,09 22599,72*	*573,99 186,99*	*16741*	*15866*	*403 131*	*196,8960 1,2098*	*138,23 0,85*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
39			шт	19	35211,57	-	669020	-	-	-	-

Гелюх В.О.

	& C130-422-1	Конвектори підлогові KORALINE LD 315x450x1600			-	-			-	-	-	
40	& C130-422-2	Конвектори підлогові KORALINE LD 315x450x1800	шт	12	38843,76 -	- -	466125	-	- -	- -	- -	
41	& C130-422-3	Конвектори підлогові KORALINE LD 315x450x2000	шт	2	43236,55 -	- -	86473	-	- -	- -	- -	
42	& C130-422-4	Конвектор настінний MINIB COIL-NW170-232-2000	шт	2	28017,23 -	- -	56034	-	- -	- -	- -	
43	& C130-422-5	Конвектор настінний MINIB COIL-NW170-232-1500	шт	1	24850,27 -	- -	24850	-	- -	- -	- -	
44	& C130-422-7	Конвектор настінний MINIB-NU2-116-348-1250	шт	1	13696,63 -	- -	13697	-	- -	- -	- -	
45	& C130-422-6	Конвектор настінний MINIB-NU2-116-348-900	шт	1	11486,61 -	- -	11487	-	- -	- -	- -	
46	& C113-2301-6	Компресійний фітинг для металевої труби d15 ЗР 1/2"	шт	42	189,94 -	- -	7977	-	- -	- -	- -	
47	& C113-2301-7	Г-подібна з'єднувальна трубка для підключення до опалювальних пристроїв Rehau Rautitan 16x500	шт	21	470,27 -	- -	9876	-	- -	- -	- -	
48	& C113-2301-7 варіант 1	Г-подібна з'єднувальна трубка для підключення до опалювальних пристроїв Rehau Rautitan 16x1000	шт	21	529,77 -	- -	11125	-	- -	- -	- -	
49	КМ11-30-1	Прилади, що установлюються на технологічних трубопроводах і устаткуванні на закладних пристроях, з'єднання різальні	шт	74	140,28 66,93	- -	10381	4953	- -	0,5400 -	39,96 -	
50	& C113-2301-1	Динамічний клапан RA-DV Danfoss DN 15, прямий	шт	13	1301,57 -	- -	16920	-	- -	- -	- -	
51			шт	23	1301,57	-	29936	-	-	-	-	

Тепло В.О.

	& С113-2301-2	Динамічний клапан RA-DV Danfoss DN 15, кутовий			-	-			-	-	-	
52	& С113-2301-3	Динамічний клапан RA-DV Danfoss DN 15, осьовий	шт	38	1301,57 -	- -	49460	-	- -	- -	- -	
53	КМ11-30-1	Прилади, що установлюються на технологічних трубопроводах і устаткуванні на закладних пристроях, з'єднання різальні	шт	74	140,28 66,93	- -	10381	4953	- -	0,5400 -	39,96 -	
54	& С113-2301-4 варіант 1	Запірний вентиль для відключення радіатора Danfoss DN 15 мм RLV-S, кутовий	шт	74	356,20 -	- -	26359	-	- -	- -	- -	
55	КМ11-30-1	Прилади, що установлюються на технологічних трубопроводах і устаткуванні на закладних пристроях, з'єднання різальні	шт	4	140,28 66,93	- -	561	268	- -	0,5400 -	2,16 -	
56	& С113-2301-5	Термостатичний елемент Danfoss RA 2991	шт	4	595,22 -	- -	2381	-	- -	- -	- -	

Гелло В.О.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
57	КР15-19-1	Прокладання трубопроводів опалення з труб поліетиленових діаметром 20 мм	100м	5,4	8392,49 8288,17	- -	45319	44756	- -	67,9080 -	366,7 -
58	КР15-19-2	Прокладання трубопроводів опалення з труб поліетиленових діаметром 25 мм	100м	2,3	8767,78 8649,93	- -	20166	19895	- -	70,8720 -	163,01 -
59	КР15-19-3	Прокладання трубопроводів опалення з труб поліетиленових діаметром 32 мм	100м	1,52	9683,19 9543,33	- -	14718	14506	- -	78,1920 -	118,85 -
60	КР15-19-4	Прокладання трубопроводів опалення з труб поліетиленових діаметром 40 мм	100м	2,8	10337,11 10162,86	- -	28944	28456	- -	83,2680 -	233,15 -
61	КР15-19-5	Прокладання трубопроводів опалення з труб поліетиленових діаметром 50 мм	100м	2,16	10459,31 10236,05	- -	22592	22110	- -	85,1160 -	183,85 -
62	& С1530-63-3	Труба поліетиленова PE-Xa/Al/PE REHAU RAUTITAN flex d16x2,2	м	310	65,93 -	- -	20438	-	- -	- -	- -
63	& С1530-63-4	Труба поліетиленова PE-Xa/Al/PE REHAU RAUTITAN flex d20x2,8	м	230	84,41 -	- -	19414	-	- -	- -	- -
64	& С1530-63-5	Труба поліетиленова PE-Xa/Al/PE REHAU RAUTITAN flex d25x3,5	м	230	134,83 -	- -	31011	-	- -	- -	- -
65	& С1530-63-6	Труба поліетиленова PE-Xa/Al/PE REHAU RAUTITAN flex d32x4,4	м	152	194,70 -	- -	29594	-	- -	- -	- -
66	& С1530-63-7	Труба поліетиленова PE-Xa/Al/PE REHAU RAUTITAN flex d40x5,5	м	280	409,28 -	- -	114598	-	- -	- -	- -
67	& С1530-63-8	Труба поліетиленова PE-Xa/Al/PE REHAU RAUTITAN flex d50x6,9	м	216	527,81 -	- -	114007	-	- -	- -	- -
68	& С113-1078-1	Трійник REHAU RAUTITAN 20x16x16	шт	14	144,39 -	- -	2021	-	- -	- -	- -
69	& С113-1078-2	Трійник REHAU RAUTITAN 16x20x16	шт	2	144,39 -	- -	289	-	- -	- -	- -
70		Трійник REHAU RAUTITAN 20x16x20	шт	6	205,59	-	1234	-	-	-	-

Гелло В.О.

	& C113-1078-3				-	-			-	-	-
71	& C113-1078-4	Трійник REHAU RAUTITAN 20x20x16	шт	4	205,74 -	- -	823	-	- -	- -	- -
72	& C113-1078-5	Трійник REHAU RAUTITAN 25x16x20	шт	10	227,22 -	- -	2272	-	- -	- -	- -
73	& C113-1078-6	Трійник REHAU RAUTITAN 25x16x25	шт	16	232,32 -	- -	3717	-	- -	- -	- -
74	& C113-1078-7	Трійник REHAU RAUTITAN 20x25x16	шт	2	228,92 -	- -	458	-	- -	- -	- -
75	& C113-1078-8	Трійник REHAU RAUTITAN 32x16x25	шт	10	1090,11 -	- -	10901	-	- -	- -	- -
76	& C113-1078-9	Трійник REHAU RAUTITAN 32x16x32	шт	16	474,71 -	- -	7595	-	- -	- -	- -
77	& C113-1078-10	Трійник REHAU RAUTITAN 40x32x32	шт	2	1061,37 -	- -	2123	-	- -	- -	- -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
78	& C113-1078-11	Трійник REHAU RAUTITAN 40x20x40	шт	18	1061,36 -	- -	19104	-	- -	- -	- -
79	& C113-1078-12	Трійник REHAU RAUTITAN 25x25x16	шт	4	354,49 -	- -	1418	-	- -	- -	- -
80	& C113-1078-13	Трійник REHAU RAUTITAN 20x25x20	шт	2	264,39 -	- -	529	-	- -	- -	- -
81	& C113-1078-14	Трійник REHAU RAUTITAN 40x20x32	шт	6	1350,34 -	- -	8102	-	- -	- -	- -

Гейло В.О.

82	& C113-1078-15	Трійник REHAU RAUTITAN 50x50x50	шт	8	1541,69	-	12334	-	-	-	-	-
83	& C113-1078-16	Трійник REHAU RAUTITAN 50x20x50	шт	4	1423,04	-	5692	-	-	-	-	-
84	& C113-1078-17	Кутник REHAU RAUTITAN 90 d16	шт	136	136,23	-	18527	-	-	-	-	-
85	& C113-1078-18	Кутник REHAU RAUTITAN 90 d20	шт	28	178,43	-	4996	-	-	-	-	-
86	& C113-1078-19	Кутник REHAU RAUTITAN 90 d25	шт	36	261,66	-	9420	-	-	-	-	-
87	& C113-1078-20	Кутник REHAU RAUTITAN 90 d32	шт	44	419,46	-	18456	-	-	-	-	-
88	& C113-1078-21	Кутник REHAU RAUTITAN 90 d40	шт	26	718,58	-	18683	-	-	-	-	-
89	& C113-1078-22	Кутник REHAU RAUTITAN 90 d50	шт	34	1423,90	-	48413	-	-	-	-	-
90	& C113-1078-23	Муфта з'єднувальна рівнопрохідна REHAU RAUTITAN 40	шт	36	522,20	-	18799	-	-	-	-	-
91	& C113-1078-24	Муфта з'єднувальна рівнопрохідна REHAU RAUTITAN 50	шт	34	767,00	-	26078	-	-	-	-	-
92	& C113-1078-25	З'єднувач REHAU RAUTITAN d16x1/2" ЗР	шт	136	171,99	-	23391	-	-	-	-	-
93	& C113-1078-26	З'єднувач REHAU RAUTITAN d16x1/2" ВР	шт	6	171,99	-	1032	-	-	-	-	-
94		З'єднувач REHAU RAUTITAN d25x1/2" ВР	шт	2	269,21	-	538	-	-	-	-	-

Гецю В.О.

	& C113-1078-27				-	-			-	-	-
95	& C113-1078-28	З'єднувач REHAU RAUTITAN d32x1" ЗР	шт	2	357,34 -	- -	715	-	- -	- -	- -
96	& C113-1078-29	З'єднувач REHAU RAUTITAN d40x1 1/4" ЗР	шт	4	656,21 -	- -	2625	-	- -	- -	- -
97	& C113-1078-30	З'єднувач REHAU RAUTITAN d50x1 1/2" ЗР	шт	4	806,15 -	- -	3225	-	- -	- -	- -
98	& C113-1078-31	Перехід REHAU RAUTITAN 32x25	шт	2	143,80 -	- -	288	-	- -	- -	- -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
99	& C113-1078-32	Перехід REHAU RAUTITAN 20x16	шт	24	66,45 -	- -	1595	-	- -	- -	- -
100	& C113-1078-33	Перехід REHAU RAUTITAN 50x40	шт	6	628,77 -	- -	3773	-	- -	- -	- -
101	& C113-1078-34	Перехід REHAU RAUTITAN 40x32	шт	2	248,42 -	- -	497	-	- -	- -	- -
102	& C113-1078-35	Перехід REHAU RAUTITAN 50x25	шт	6	533,86 -	- -	3203	-	- -	- -	- -
103	& C113-1873-1	Кран кульовий з американкою 1 1/4"	шт	4	1089,83 -	- -	4359	-	- -	- -	- -
104	& C113-1873-2	Кран кульовий з американкою 1 1/2"	шт	4	1434,08 -	- -	5736	-	- -	- -	- -
105	& C113-1873-3	Кран кульовий з американкою 1"	шт	2	612,98 -	- -	1226	-	- -	- -	- -

Гелло В.О.

106	КР15-19-5	Прокладання фіксуючого жолобу діаметром 50 мм	100м	0,32	10459,31 10236,05	- -	3347	3276	- -	85,1160 -	27,24 -
107	& С1530-63-10	Фіксуючий жолоб на трубу REHAU RAUTITAN d50	м	32	105,19 -	- -	3366	-	- -	- -	- -
108	КР15-85-1	Прокладання трубопроводів опалення зі сталевих електрозварних труб діаметром до 40 мм	100м	0,9	17259,22 15274,31	1731,28 192,25	15533	13747	1558 173	125,1480 1,4542	112,63 1,31
109	& С130-1192-1	Сталеві електрозварні труби DN 40	м	36	167,39 -	- -	6026	-	- -	- -	- -
110	& С130-1192-2	Сталеві електрозварні труби DN 32	м	36	153,62 -	- -	5530	-	- -	- -	- -
111	& С130-1192-3	Сталеві електрозварні труби DN 25	м	18	110,86 -	- -	1995	-	- -	- -	- -
112	& С1630-128-1	Кутик 90 під зварку DN 40	шт	20	72,49 -	- -	1450	-	- -	- -	- -
113	& С1630-128-2	Кутик 90 під зварку DN 32	шт	20	54,78 -	- -	1096	-	- -	- -	- -
114	& С1630-128-3	Кутик 90 під зварку DN 25	шт	12	47,59 -	- -	571	-	- -	- -	- -
115	& С1630-128-4	Трійник під зварку 40х40х20	шт	2	73,19 -	- -	146	-	- -	- -	- -
116	& С1630-128-5	Трійник під зварку 32х32х15	шт	2	62,68 -	- -	125	-	- -	- -	- -
117	& С1630-128-6	Трійник під зварку 25х25х15	шт	2	54,38 -	- -	109	-	- -	- -	- -
118		З'єднувач під зварку d25х1" ВР	шт	2	15,33	-	31	-	-	-	-

Гелло В.О.

	& C1630-128-7					-	-		-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
119	& C1630-128-8	З'єднувач під зварку d32x1 1/4" ВР	шт	2	18,66	-	37	-	-	-	-
120	& C1630-128-9	З'єднувач під зварку d40x1 1/2" ВР	шт	2	27,06	-	54	-	-	-	-
121	& C1630-128-10	З'єднувач під зварку d15x1/2" ВР	шт	6	7,91	-	47	-	-	-	-
122	& C1630-128-11	Перехід під зварку 40х32	шт	4	21,43	-	86	-	-	-	-
123		Перехід під зварку 40х25	шт	2	25,59		51		-		

Гелло В.О.

	& С1630-128-12				-	-		-	-	-	-
124	& С1630-118-1	Автоматичний повітроспускник 1/2"	шт	14	356,94	-	4997	-	-	-	-
125	КР15-30-1	Гідравлічне випробування трубопроводів системи водопроводу, гарячого водопостачання та опалення діаметром до 50 мм	100м	0,9	2028,58	1950,69	1826	1756	-	13,4160	12,07
126	КР12-54-4	Фарбування металевих грат, рам, труб діаметром менше 50 мм тощо білилом з додаванням колера за 2 рази	100м2	0,132	19564,20	16633,38	2582	2196	-	146,6400	19,36
127	КР19-21-1	Ізоляція трубопроводів трубками зі спіненого каучуку, поліетилену	100м	15,08	5362,97	5362,97	80874	80874	-	47,2800	712,98

Гелло В.О.

128	& С114-98-1	Теплоізоляція на труби K-flex 18х9	м	316,82	24,68	-	-	7819	-	-	-	-
129	& С114-98-2	Теплоізоляція на труби K-flex 22х9	м	235,06	33,07	-	-	7773	-	-	-	-
130	& С114-98-3	Теплоізоляція на труби K-flex 28х9	м	235,06	42,78	-	-	10056	-	-	-	-
131	& С114-98-4	Теплоізоляція на труби K-flex 35х9	м	173,74	50,49	-	-	8772	-	-	-	-
132	& С114-98-5	Теплоізоляція на труби K-flex 42х9	м	286,16	55,36	-	-	15842	-	-	-	-

Гелло В.О.

133	& С114-98-6	Теплоізоляція на труби K-flex 45х9	м	36,792	58,43	-	-	2150	-	-	-
134	& С114-98-7	Теплоізоляція на труби K-flex 52х9	м	257,544	80,92	-	-	20840	-	-	-
135	& С130-1097-2	Хомут на трубу в компл. з кріпленням d16	шт	380	7,69	-	-	2922	-	-	-
136	& С130-1097-3	Хомут на трубу в компл. з кріпленням d20	шт	280	7,69	-	-	2153	-	-	-
137	& С130-1097-4	Хомут на трубу в компл. з кріпленням d25	шт	280	9,39	-	-	2629	-	-	-

Гелло В.О.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
138	& С130-1097-5	Хомут на трубу в компл. з кріпленням d32-35	шт	175	9,40 -	- -	1645	-	- -	- -	- -
139	& С130-1097-6	Хомут на трубу в компл. з кріпленням d40-45	шт	340	10,76 -	- -	3658	-	- -	- -	- -
140	& С130-1097-7	Хомут на трубу в компл. з кріпленням d50-52	шт	250	11,10 -	- -	2775	-	- -	- -	- -
141	& С111-1721-12	Стрічка самоклеюча для спінених теплоізоляційних матеріалів	м	2083	17,97 -	- -	37432	-	- -	- -	- -
142	& С111-1721-13 варіант 1	Клей K-flex	л	21,4	674,82 -	- -	14441	-	- -	- -	- -
143	КМ12-790-1 в.в. п.2.12.1.2 к(труд)=1,25	Вентилі, засувки, клапани сталеві фланцеві запобіжні, пружинні одноважільні та двоважільні зворотні підіймальні на умовний тиск до 2,5 МПа [25 кгс/см2], діаметр умовного проходу 15-25 мм[[електричний або електромагнітний привід]]	10 шт	0,1	9364,48 8658,72	309,66 112,85	936	866	31 11	72,0000 0,8364	7,2 0,08
144	*КР15-97-1*	*Установлення гребінок пароводорозподільчих із сталевих труб, зовнішній діаметр корпуса гребінок 108 мм*	*гребінка*	*1*	*1955,31* *1867,40*	*67,62* *14,64*	*1955*	*1867*	*68* *15*	*15,5280* *0,0974*	*15,53* *0,1*
145	С130-254 варіант 1	Розподільчий колектор DN 100 на 5 виходів DN 40 з повтроспускником, краном зливу води	комплект	1	14082,29 -	- -	14082	-	- -	- -	- -
146	С130-984	Фланці плоскі приварні із сталі ВСт3сп2, ВСт3сп3, тиск 1,6 МПа [16 кгс/см2], діаметр 65 мм	шт	2	298,58 -	- -	597	-	- -	- -	- -
147	& С1630-128-1-1	Американка латунна 1"	шт	1	130,22 -	- -	130	-	- -	- -	- -
148	& С1630-128-1-2	Перехід латунний 1"ВРх3/4"ЗР	шт	1	26,52 -	- -	27	-	- -	- -	- -
149		Ніппель редукційний латунний 1"х3/4"	шт	1	32,48	-	32	-	-	-	-

Гелло В.О.

	& С1630-128-1-3				-	-			-	-	-
150	КБ20-34-1	Установлення агрегатів повітряно-опалювальних масою до 0,25 т	шт	2	2118,97 1672,29	374,82 144,64	4238	3345	750 289	15,3000 1,1668	30,6 2,33
		Разом прямі витрати по розділу 1					4666079	469509	9091 3550		4079,8 27,53
		Разом будівельні роботи, грн.					4666079				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.					4187479				
		всього заробітна плата, грн.					473059				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Загальновиробничі витрати, грн.					243769				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					440,2				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					82040				
		Всього будівельні роботи, грн.					**4909848**				
		Всього по розділу 1				– –	**4909848**				
		Разом прямі витрати по кошторису					4666079	469509	9091 3550		4079,8 27,53
		Разом будівельні роботи, грн.					4666079				
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.					4187479				
		всього заробітна плата, грн.					473059				
		Загальновиробничі витрати, грн.					243769				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					440,2				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					82040				
		Всього будівельні роботи, грн					**4909848**				
		Всього по кошторису					**4909848**				
		Кошторисна трудомісткість, люд.год.					**4547,53**				
		Кошторисна заробітна плата, грн.					**555099**				

Гелло В.О.

Розділ 6. Автоматизація

В сучасному світі шкільне навчання є обов'язковим, тому заклади освіти є поширеними та доступними. Головною метою шкіл є забезпечення умов для морального, інтелектуального, фізичного, художньо-естетичного розвитку учнів, виховання громадянина демократичного суспільства, який визнає освіченість, вихованість, культуру найвищими цінностями, незамінними чинниками соціального процесу.

Школа складається з таких приміщень: навчальні класи, сан. вузли, актова зала, спортивна зала. Для фізичного та морального розвитку дітей в спортзалах проводяться заняття фізичної культури, змагання, конкурси тощо.

Мікроклімат в спортивній залі динамічно змінюється, адже там може як нікого не бути, так і проходити заняття декількох класів. Забруднення та температура повітря змінюються через кількість людей, виду їхньої діяльності та зовнішніх чинників. Як відомо в більшості шкіл використовується природна та CAV системи вентиляції. Які є малоефективними, адже вони не гнучкі, що приводить до невідповідності нормам мікроклімату або перевитрат енергії.

Для того, щоб вирішити цю проблему необхідно використовувати системи змінної витрати повітря(далі VAV). Необхідна система, яка б зчитувала основні параметри повітря в реальному часі та миттєво приймала рішення щодо регулювання. Дана система повинна отримувати дані від датчиків та залежно від вхідних параметрів обирати найліпший варіант роботи системи вентиляції. Такими датчиками є:

-датчик температури повітря;

-датчик забрудненості повітря;

Окрім цього потрібно організувати цю систему в доступному для викладачів програмному забезпеченні та апаратному виконані.

Блок вхідних даних поділяється на дві частини:

– перша частина – це вхідні данні з датчику температури, діапазон

встановлюється від 10 до 30 °C. У разі, якщо реальна температура нижче або

вище заданого діапазону, у блоці сигналу приймається відповідно нижча або

вища границя;

– друга частина – це вхідні данні з датчику вуглекислого газу, діапазон

встановлюється від 400 до 900 ppm..

Гелю В.О.

Рівень	Minimum	Less than normal	Normal	More than normal	Maximum
Температура (T) ºC	12-15	14-17	16-20	19-22	21-25
Кількість CO_2(ppm	400-500	450-550	525-625	600-750	700-900

Таблиця 6.1 – Рівні вхідних сигналів

Блок вихідних даних складається з однієї частини. В ньому задаються функції керування вихідним сигналом, а саме напругою вихідного сигналу. За допомогою зміни напруги змінюється інтенсивність роботи систем.

6.2.Рівні вихідного сигналу вентилятора. G

Рівень	Off	Low	Medium	fast	intensely
Інтенсивність роботи	0-1	0.5-1.5	1.25-2.5	2.25-3.5	3-5

6.3.Рівні вихідного сигналу клапан подачі теплоносія на калорифер припливної установки.Q

Рівень	Off	Low	Medium	fast	intensely
Інтенсивність роботи	0-1	0.75-1.5	1.5-3	2.6-3.85	3.45-5

Основним виконуючим блоком даної системи є блок бази правил, іншими словами «Редактор правил». За його допомогою інженер або проектувальник створює функції залежності вихідного сигналу/сигналів від вхідних сигналів. В залежності від миттєвих вхідних сигналів в редакторі правил обирається відповідне рівняння функції керування. Для кращого уявлення цієї системи керування наведена матриця відповідності правил до функцій належності параметрів (табл. 6.4.)

Гелюх В.О.

Таблиця 6.4.

ppm	T	T_1(12-15 ºC)	T_2(14-17 ºC)	T_3(16-20 ºC)	T_4(19-22 ºC)	T_5(21-25 ºC)
(400-500) ppm		G=OFF	G=OFF	G=OFF	G=Low	G=Medium
		Q=Intensive	Q=Low	Q=Low	Q=Low	Q=OFF
(450-550) ppm		G=OFF	G=OFF	G=OFF	G=Low	G=Medium
		Q=Intensive	Q=Low	Q=OFF	Q=Low	Q=Medium
(525-625) ppm		G=Low	G=Low	G=Low	G=Medium	G=Fast
		Q=Low	Q=Low	Q=Low	Q=Medium	Q=Fast
(600-750) ppm		G=Medium	G=Fast	G=Fast	G=Fast	G=Intensely
		Q=Medium	Q=Fast	Q=Fast	Q=Fast	Q=Intensely
(700-900) ppm		G=Fast	G=Fast	G=Intensely	G=Intensely	G=Intensely
		Q=Fast	Q=Fast	Q=Intensely	Q=Intensely	Q=Intensely

Гелло В.О.

Висновки по роботі

1. Огляд вимог щодо параметрів мікроклімату закладів загальної середньої освіти, а саме норм температурного та вологісного режимів, а також концентрації вуглекислого газу дозволив зробити такі висновки:

1.1. Аналіз систем кондиціонування повітря типу VAV, принципу їх роботи, вибір параметру регулювання кількості припливного повітря. Огляд типів датчиків температури, відносної вологості і концентрації CO_2, принципи їх дії та межі використання.

1.2. Проектування повітропроводів при умові застосування VAV - регуляторів. Розміщення їх за принципом максимальної енегоефективності.

1.3. Аналіз взаємодії приладів, встановлених на припливній та витяжній ділянках повітропроводів.

2. Підвищення енергоефективності системи вентиляції ЗОШ призводить як до економічних, так і до екологічних позитивних впливів на економіку та середовище:

2.1. Зменшення енергоспоживання за рахунок систем VAV, які підлаштовуються під потреби мікроклімату, а не працюють за піковим навантаженням.

2.2. Зменшення енергоспоживання – призводить до зменшення викидів вуглекислого газу в атмосферу, та зменшує навантаження на енергетичну систему.

2.3. Оптимізація роботи вентиляції призводить до зниження витрат (близько 50%) на вентиляцію.

2.4. Застосування екологічних та енергоефективних рішень сприяє економії природних ресурсів, а також розвитку новітніх технологій в будівельній сфері.

3. Врахування даних аспектів при підвищенні енергоефективності системи вентиляції для загальноосвітньої школи забезпечує комфортні та безпечні умови для навчання школярів.

Гелю В.О.

Використана література

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія"// Мінрегіонбуд України.-К.:2011.
2. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування./ Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укрархбудінформ” Мінбуду України, 2013.- 141 с.
3. ДБН В.2.2-3:2018 Будинки і споруди. Заклади освіти. Зі Зміною № 1- [Чинні від 2022-09-01]. - Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укрархбудінформ”, 2018.- 63 с.
4. ДБН В.2.6-31.2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. - [Чинні від 2022-01-09]. - Міністерство розвитку громад та територій України.- К.: ДП „Укрархбудінформ”, 2022.- 23 с.
5. ДБН В.2.2-25:2009 Будинки і споруди. Підприємства харчування (заклади ресторанного господарства). Зі Змінами № 1 та № 2 - [Чинні від 2020-01-06]. - Міністерство регіонального розвитку та будівництва України.- К.: ДП „Укрархбудінформ”, 2020. -55с.
6. Зінич. П.Л. Вентиляція громадських будівель. Навчальний посібник. – К .:КНУБА,2002.- 256 с.
7. Методичні вказівки «Розрахунок надходження шкідливостей до приміщень житлових та громадських будівель» до виконання практичних занять для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія.» ОПП «Теплогазопостачання і вентиляція» /уклад.: А.С. Москвітіна, М.О. Шишина, І.О. Пефтєва. – Київ: КНУБА, 2023. – 60 с.
8. Методичні вказівки до виконання розділу «Теплова потужність систем водяного опалення» курсового та дипломного проектів з дисципліни опалення для студентів спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Теплогазопостачання і вентиляція»./ Уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Любарець. – К.: КНУБА, 2016. – 34с.
9. Методичні вказівки до виконання розділу «Теплотехнічний розрахунок і підбір огороджувальних конструкцій» курсового проекту / уклад.: Ю.К. Росковшенко, О.П. Любарець, М.П. Сенчук, В.О. Мілейковський, В.О. Любарець. – К.: КНУБА, 2013. – 32 с.
10. Промислова та комерційна вентиляція, каталог Vents, 2014р Режим доступу : https://vents.ua/
11. Проектування систем VAV Режим доступу: https://www.pnnl.gov/projects/om-best-practices/variable-air-volume-systems
12. Термістори та температурні сенсори Режим доступу: https://www.ametherm.com/blog/thermistors/temperature-sensor-types

Гелло В.О.

13. Датчики CO_2, їх типи та принципи роботи Режим доступу: https://www.processsensing.com/en-us/blog/how-CO2-sensors-work.htm
14. Підбір та використання VAV регуляторів Режим доступу: https://www.scantech.gr/images/products/p-27-71.pdf
15. Боженко, М. Ф. Системи опалення, вентиляції і кондиціювання повітря будівель: навчальний посібник для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М. Ф. Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського– Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.
16. Джеджула В. В. Вентиляція та кондиціювання громадських об'єктів : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2021. -71 с.
17. Москвітіна, А.С. Техніко-економічне та екологічне обґрунтування використання систем зі змінною витратою повітря для адміністративних будівель / А.С. Москвітіна, М.О. Шишина, М. Корчмінський.// Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання: науково-технічний збірник. – Випуск 36. – К.: КНУБА, 2021. – С.62-79.
18. Москвітіна А. С. Дослідження поля температур у приміщенні при роботі систем кондиціонування при змінних теплових навантаженнях приміщення/ А.С. Москвітіна, М. О. Шишина// Молодий вчений – Випуск 3(79). – 2020 – С. 186-192.
19. Човнюк Ю.В., Чередніченко П.П., Москвітіна А.С. Моделювання та алгоритм розрахунку параметрів системи регулювання мікроклімату приміщення з елементами штучного інтелекту / Ю.В. Човнюк, П.П. Чередніченко, А.С. Москвітіна // Містобудування та територіальне планування – Випуск 79. – К.: КНУБА, 2022 – С. 446-462. – Режим доступу: http://mtp.knuba.edu.ua/article/view/256543
20. Човнюк Ю.В., Чередніченко П.П., Москвітіна А.С., Золотар Л.В. ІННОВАЦІЙНИЙ МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ЗМІНИ ЗАБРУДНЕНОСТІ ТА ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ СПОРТИВНИХ СПОРУД: ФІТНЕС-ЗАЛИ ТА ПЛАВАЛЬНІ БАСЕЙНИ./Ю.В. Човнюк, О.М. Шамич, П.П. Чередніченко, А.С. Москвітіна //Містобудування та територіальне планування – Випуск 83. – К.: КНУБА, 2023 – С. 374–385.
21. Optimum Duct Design for Variable Air Volume Systems, Part 1: Problem Domain Analysis of VAV Duct Systems. Taecheol Kim Jeffrey D. Spitler, Ph.D., P.E. Ronald D. Delahoussaye, Ph.D.2002- C. 96-104
22. Optimum Duct Design for Variable Air Volume Systems, Part 2: Optimization of VAV Duct Systems Taecheol Kim Jeffrey D. Spitler, Ph.D., P.E. Ronald D. Delahoussaye, Ph.D.2002 – C.105-127
23. A Study on static-pressure control method of VAV System in Intelligent Building. Wei Lifeng Beijing Institute of Civil Engineering and Architecture, Beijing, China 2007

Гелю В.О.

24. HVAC Design Overview of Variable Air Volume Systems Instructor: A. Bhatia, B.E 2020 Режим доступу: https://www.pdhonline.com/
25. Opto-electronic humidity sensor: A review S. Sikarwar, B.C. Yadav 2015 Режим доступу: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924424715300030
26. Types of Temperature Sensors Режим доступу: https://www.digikey.pt/en/blog/types-of-temperature-sensors
27. Moisture sensing Technologies Режим доступу: https://www.processsensing.com/en-us/technologies/moisture-sensing-technologies/
28. Industrial Humidity Transmitter & Probes Режим доступу : https://www.driesen-kern.com/products/humidity-and-material-moisture/transmitters-and-probes/index.php?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwmrqzBhAoEiwAXVpgojidAzAxLt1WYuHzheL6ZuGOY-2ZezNu-Q7SSQFW0wRwuT8h5uVe_BoCsTIQAvD_BwE
29. The application of VAV regulators in ventilation system projects 2023 Режим доступу : https://www.smay.pl/en/expert-blog/the-application-of-vav-regulators-in-ventilation-system-projects/
30. VAV Box Controllers Installation Guide Режим доступу : https://docs.johnsoncontrols.com/bas/r/Johnson-Controls/en-US/LX-VAV04060-VAV-Box-Controllers-Installation-Guide/A
31. Наказ 11.07.2018 № 169 «Про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель»./Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України/

Гелюх В.О.