

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА КОНДИЦІОНУВАННЯ В ПРОМИСЛОВОСТІ	8
1.1. Енергетична ефективність промислових будівель та споруд	8
1.2. Норми енергоефективності	11
1.3. Заходи з енергозбереження в промислових будівлях та спорудах	13
1.4. Заходи з енергозбереження в системах опалення, вентиляції та кондиціювання повітря	21
1.5 Висновок	41
2. РОЗРАХУНОК СИСТЕМ ОВ і КП	42
2.1. Загальні дані	42
2.2. Теплотехнічний розрахунок	46
2.3 Розрахунок тепловтрат	50
2.4. Гідравлічний розрахунок системи опалення	52
2.5. Баланс повітрообмінів для системи вентиляції	62
2.6. Аеродинамічний розрахунок вентиляційної системи	64
2.7. Характеристика вентиляційного обладнання	67
3. НАУКОВА ЧАСТИНА	68
4. ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ	78
5. АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ	80
6. ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА	92
ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ	99
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	101

ВСТУП

Зниження енергоспоживання у виробничому секторі економіки України є однією з найважливіших задач, які знайшли відображення в Законі України про енергоефективність. Зниження енергоспоживання інженерними системами при забезпеченні мікроклімату в приміщеннях промислових будівель, суттєво покращить конкурентну здатність виробництва, зменшує вартість продукції та підвищує енергонезалежність країни.

В магістерській атестаційній роботі розглянуто шляхи підвищення енергоефективності промислових будівель на прикладі заводу з виробництва медичних пластирів. Розглянуті та опрацьовані умови забезпечення мікроклімату в офісних і виробничих приміщеннях де визначені можливі принципові рішення систем опалення і вентиляції за умови досягнення максимальної енергоефективності будівлі. Розраховані тепловтрати, теплонадходження, складені теплові баланси приміщень та визначені теплові навантаження системи опалення. Запроектована системи опалення заводоуправління та виробничого цеху. Виконано гідравлічний розрахунок трубопроводів та підібрані опалювальні прилади системи опалення. Запропоновані та опрацьовані принципові рішення системи вентиляції з рекуперацією теплоти та застосуванням теплового насосу для нагрівання вентиляційного повітря. Підібрано обладнання вентиляційних систем та виконано аеродинамічний розрахунок повітропроводів.

При виконанні розрахунків питомого річного енергоспоживання інженерними системами, проаналізований вплив технічних рішень на енергоефективність промислової будівлі. Визначені заходи з енергозбереження для застосування на заводі медичних пластирів. Розроблений сертифікат енергоефективності будівлі з використанням ПЗ Audytor OZC 7.0 PRO в якому опрацьовані прийняті заходи з підвищення енергоефективності інженерних систем.

Використане в проекті обладнання та конструктивні елементи кліматичних систем відповідають сучасним вимогам з енергоефективності, що підтверджується сертифікатами відповідності. Запропонована система автоматизації роботи вентиляції для підтримання мікроклімату в приміщеннях на заданому рівні. Отримані результати енергетичного моделювання будівлі заводу можуть бути використані для термомодернізації існуючих промислових об'єктів та проектування і будівництва нових.

1. Енергоефективні системи опалення, вентиляції та кондиціонування в промисловості

1.1. Енергетична ефективність промислових будівель та споруд

Енергозбереження в промислових будівлях та спорудах - один з основних напрямків енергозбереження в теплотехніці, теплоенергетиці та теплотехнологіях.

Понад 30% всіх енергоресурсів України витрачається на опалення житлових, офісних та виробничих будівель. Тому технології енергозбереження у будинках різного призначення неефективні без зниження непродуктивних втрат тепла.

Особливо важливе енергоресурсозбереження в промислових будівлях та на підприємствах.

Адже це напряду впливає на економіку країни та її екологічний стан.

Енергозбереження в будівлях і спорудах будується на заощадженні теплоти в системах опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, і включає різні пристрої: вентильованих зовнішніх стін, вентильованих вікон, тришарового або тепловідбивного (в інфрачервоному випромінюванні) скління, додаткового утеплення зовнішніх огорож, тепло опалювальним приладом, засклені лоджі. Крім того, для енергозбереження у будівлях та спорудах можливе застосування повітряного опалення від геліоустановок, а також з використанням теплонасосних установок та енергії низького потенціалу (конденсату, води, повітря).

У промислових будівлях і спорудах на додаток до цього можливе застосування газових інфрачервоних випромінювачів, періодичного режиму опалення, локального обігріву робочих майданчиків теплотою рециркуляційного повітря з верхньої зони приміщення, пряме випарне охолодження повітря, регенеративних повітроповітряних утилізаторів теплоти, що обертаються.

В даний час однією з найбільш актуальних проблем є пошук енергозберігаючих заходів та інженерних рішень щодо створення огорожувальних конструкцій будівель та споруд з мінімальними тепловими втратами. Велику роль цьому відіграють створення нових будівельних, теплоізоляційних, облицювальних матеріалів і виробів, і навіть розробка нових методів визначення теплофізичних властивостей (ТФС) матеріалів. Нові методи розрахунку ТФС матеріалів та виробів дозволять ефективно оцінити тепловий та повітряний режим будівель різного призначення.

Проблеми енергозбереження та зниження втрат теплоти у навколишнє середовище суттєво впливають на екологічну ситуацію, технікоекономічні показники та капітальні витрати будівельних об'єктів.

При виробництві матеріалів або під час будівництва на об'єкті необхідно вміти визначати теплофізичні властивості будівельних, теплоізоляційних та облицювальних матеріалів, оскільки фактичні характеристики виробів можуть не відповідати сертифікату чи паспорту. Кардинальна відповідь на запити техніки – розвиток методів розрахунку та прогнозування теплофізичних характеристик на основі фундаментальних наукових узагальнень.

Теплотехнічні характеристики огорожувальних конструкцій будівель та споруд суттєво впливають на роботу систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, що споживають нині значну кількість теплової енергії.

Оцінка енергоефективності будівель та споруд проводиться на підставі енергетичного паспорта будівлі чи споруди. Типовий енергетичний паспорт будівлі або споруди повинен містити:

- кліматологічні характеристики міста (району) об'єкта, тривалість опалювального періоду, розрахункову температуру внутрішнього та зовнішнього повітря приміщень;
- геометричні розміри будівлі або споруди та її орієнтацію з боків світла, його поверховість та об'єм, площа зовнішніх конструкцій, що захищають,

внутрішніх приміщень, а також підлоги першого поверху та стелі останнього поверху опалюваних приміщень;

- відомості про теплотехнічні властивості огорожувальних конструкцій будівлі або споруди, термічний опір теплопередачі окремих елементів багат шарової системи огорож та будівлі в цілому;

- відомості про системи водопостачання, опалення, вентиляції, гарячого водопостачання, кондиціонування повітря – системи забезпечення мікроклімату приміщень та способи їх регулювання;

- дані про системи електропостачання та освітлення будівлі;

- нормативні показники питомих витрат енергії.

При складанні енергетичного сертифіката будівлі або споруди вимірюються: коефіцієнти теплопровідності, тепловіддачі, теплопередачі стін, перекриттів, підлоги, віконних отворів. Вимірюються: середня кратність повітрообміну за опалювальний період, фактична температура зовнішнього повітря та приміщень, витрати електроенергії, теплової енергії, газу, гарячої та холодної води за добу. Виконують виміри люксометром рівнів освітленості на робочих місцях, проходах та рівнів напруги протягом доби на вводах щитів живлення освітлення.

1.2.Допустимі норми енергоефективності [1].

Таблиця 1.1.

Мінімально допустиме значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції будівель промислового та сільськогосподарського призначення

 R_{qmin}

Вид огорожувальної конструкції та тепловолісний режим експлуатації будівлі	Значення R_{qmin} , м ² · К/Вт, для температурної зони	
	I	II
Зовнішні непрозорі стіни будівель: - з сухим і нормальним режимом з конструкціями з: $D > 1,5$	1.7	1.5
$D \leq 1,5$	2.2	2
- з вологим і мокрим режимом з конструкціями з: $D > 1,5$	1.8	1.6
$D \leq 1,5$	2.4	2.2
- з надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м ³)	0.55	0.45
Покриття та перекриття неопалюваних горищ будівель: - з сухим і нормальним режимом з конструкціями з: $D > 1,5$	1.7	1.6
$D \leq 1,5$	2.2	2.1
- з вологим і мокрим режимом з конструкціями з: $D > 1,5$	1.7	1.6
$D \leq 1,5$	1.9	1.8
- з надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м ³)	0.55	0.45
Перекриття над проїздами і неопалюваними підвалами з конструкціями з: $D > 1,5$	1.9	1.8
$D \leq 1,5$	2.4	2.2
Ворота і зовнішні двері будівель: - з сухим і нормальним режимом	0.6	0.55
- з вологим і мокрим режимом	0.75	0.7
- з надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м ³)	0.2	0.2
Вікна й zenітні ліхтарі будівель: - з сухим і нормальним режимом	0.45	0.42
- з вологим і мокрим режимом	0.5	0.45
- з надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м ³)	0.18	0.18
Примітка. D – показник теплової інерції конструкції, що визначається згідно з ДСТУ-Н Б В.2.6-190.		

Таблиця 1.2.

Допустима за санітарно-гігієнічними вимогами різниця між температурою внутрішнього повітря і приведеною температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції $\Delta\theta_{int-si,max}$, °C.

Призначення будівлі	Вид огорожувальної конструкції		
	Стіни (зовнішні, внутрішні), світлопрозорі фасади	Перекриття неопалюваних горищ	Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, над неопалюваними підвалами та підлог на ґрунті в опалюваних приміщеннях
Житлові будівлі та будівлі закладів дошкільної освіти, закладів освіти та закладів охорони здоров'я	4	3	2
Нежитлові будівлі, крім зазначених вище, адміністративні та побутові, за винятком приміщень з вологим або мокрим режимом експлуатації	5	4	2.5
Виробничі будівлі з сухим та нормальним режимом експлуатації	7	5	
Виробничі будівлі з вологим та мокрим режимом експлуатації	$\theta_{int} - \theta_D$	0,8 ($\theta_{int} - \theta_D$)	
Виробничі будівлі з надлишками тепла (більше ніж 23 Вт/м ³)	12	12	

1.3. Заходи з енергозбереження у будинках та спорудах

Під час розробки заходів щодо енергозбереження або проведення енергоаудиту з проекту будівлі визначають параметри всіх елементів систем опалення, вентиляції та кондиціонування та їх розрахункові характеристики. Необхідне також уточнення річного режиму роботи систем управління та вимірювання параметрів повітря.

Розрахункове навантаження установок вентиляції та кондиціонування визначають з проекту підприємства чи організації. За відсутності таких даних її можна визначити аналітичними методами, з урахуванням вимог, зовнішнього та внутрішнього об'єму будівель, питомої вентиляційної характеристики та температури повітря всередині та поза будівлею за методикою. Основними характеристиками, які мають визначатися під час обстеження систем вентиляції, є: фактичні коефіцієнти завантаження, час роботи установок протягом доби, температура повітря всередині приміщення та середня температура зовнішнього повітря, кратність повітрообміну [2].

Заходи щодо енергозбереження в системах опалення, вентиляції та кондиціонування повітря зводяться до наступного.

1. Застосування економічно доцільного опору теплопередачі зовнішніх огорож при будівництві та додаткового утеплення зовнішніх стін під час реконструкції будівель.

Захід призначений для збільшення опору теплопередачі зовнішніх стін та зниження теплових втрат будівлі за рахунок покращення його теплозахисних властивостей та застосування ефективних теплоізоляційних матеріалів.

Найбільш ефективний теплозахист стін із зовнішнього боку. Застосовують, як правило, напилення будь-якого утеплювача (розчину пінопласту, пінополіуретану), або наклейку плиткового утеплювача (пінополістиролу), або оббивку теплоізоляційним матеріалом. Робота має виконуватися без порушення функціонування будівлі [3].

Перед нанесенням розчинів, що утеплюють, або наклейкою зовнішні поверхні стін очищають від пилу і бруду з подальшим промиванням.

Напилення виконується шарами 1...2 см. Наступний шар наносять після затвердіння попереднього. Наклеювання плит до стін роблять клеєм ПВА або бустилатом. Потім кріплять до дюбелів сітку з осередками від 2 до 4 см з антикорозійним покриттям та наносять шар цементно-вапняної штукатурки. Через два дні поверхню покривають кремнеорганічним складом або фарбують гідрофобною фарбою [4].

2. Влаштування вентилязованих зовнішніх стін.

Захід призначений для підвищення рівня теплового захисту зовнішніх стін. У стінах поблизу зовнішньої поверхні влаштовують вертикальні щілинні канали шириною 2...3 см, якими під впливом природної тяги проходить зовнішнє повітря. У холодний період повітря нагрівається від внутрішньої стіни та подається до приміщення. У теплий період канали перекриваються заслінками і перетворюються на замкнені повітряні прошарки, які збільшують термічний опір стіни та перешкоджають нагріванню огороження. Висоту каналів зазвичай приймають на один поверх.

Енергозбереження досягається за рахунок повернення в приміщення частини теплоти, що втрачається від зовнішніх огорож в зимовий час і за рахунок збільшення опору теплопередачі зовнішньої огорожі при влаштуванні замкнутих повітряних прошарків влітку [5].

Що ж є вентиляований фасад. Це поетапна конструкція, яка складається з каркасу певної форми, утеплювача та безпосередньо облицювального матеріалу. За рахунок каркасу утворюється простір між стіною будинку та фінішним покриттям, що забезпечує циркуляцію повітря. Вона у свою чергу позбавляє вологи, що з'являється, на цьому кордоні і скорочує тепловтрати будинку.

Переваги вентилязованих фасадів.

1. Швидка швидкість монтажу та можливість відремонтувати пошкоджений елемент.
2. Облицювальний матеріал надає стійкості до зовнішніх впливів.
3. Влітку будинок не перегрівається за рахунок циркуляції повітря.

4. Скорочує кількість будівельних матеріалів та операцій на відміну від традиційних способів оздоблення фасаду.

5. Не дозволяє з'явитися конденсату та накопичитися у утеплювачі.

6. Дозволяє зробити якісний «термос», який не випускає тепло і позбавляє крапельок вологи.

До нестачі цього виду оздоблення фасаду відноситься висока вимога до монтажників і в разі пошкодження конструкції будинку, тобто поява тріщин, потрібно демонтаж всього фасаду. Але при виконанні низки вимог, що описані тут, демонтаж фасаду виключено [6].

Тепер детальніше розглянемо «склад» цього фасаду (рис.1.1).

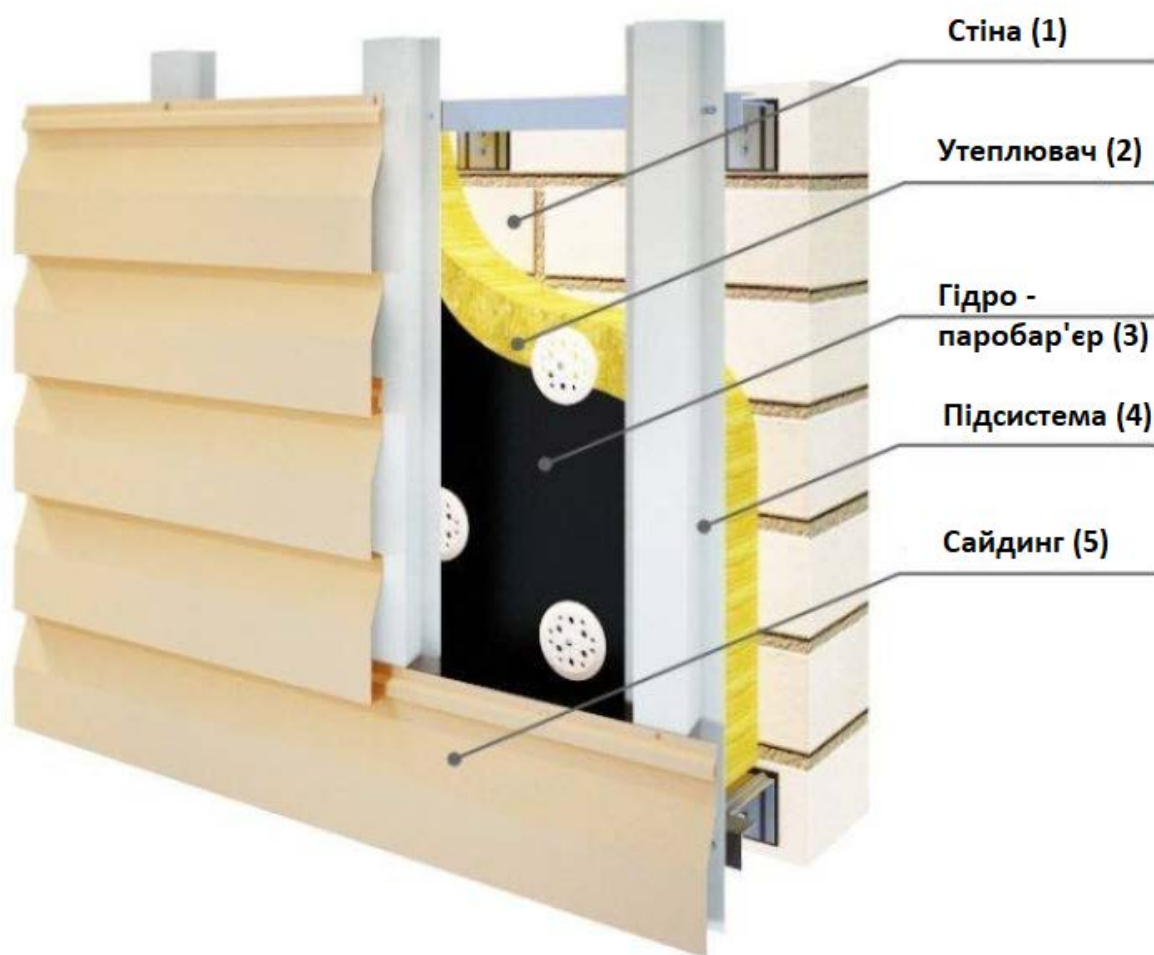


Рис. 1.1. Склад вентиляваного фасаду.

1. Створюється майбутній каркас для кріплення облицювального матеріалу. Він складається з анкерів, кронштейнів та профілів. Профілі виготовляються з металу, дерева або комбінованого матеріалу. Але краще металеві напрямні. Вони фіксуються до стіни засобами анкерів та монтуються спеціальні L та U образні кронштейни. Хоча ця частина і буде захована під облицювальним матеріалом, на ній триматиметься все навантаження. Тому робиться ретельний розрахунок перед монтажем. Всі елементи повинні мати стійкість до корозії, легко при цьому кріпиться до стін, і має потрібну несучу здатність.

2. Фіксується утеплювач. Виконує в цьому випадку функцію добре мінеральна вата. Вона має паропроникність на відміну від піноплексу або пінопласту. Це дозволяє виводити крапельки вологи з будинку, що виникають під час перепадів температур.

3. Влаштування пароізоляції. Для забезпечення правильного повітрообміну поверх утеплювача натягується пароізоляційна мембрана з поліпропілену. Вона захищає утеплювач від вологи, яка утворюється під час руху потоків повітря у вентиляційному зазорі між утеплювачем та облицюванням.

4. Облицювання фасаду будівлі. За рахунок просторової конструкції облицювальний матеріал утворює проміжок між утеплювачем на 4-6 см, іноді до 10 см. Якщо вийде занадто маленький зазор, то не буде належної вентиляції і утеплювач почне руйнуватися і його ефективність впаде. При великих зазорах можлива поява звуку свистячого при сильному вітрі. Найчастіше для облицювання в цьому випадку використовується керамограніт, клінкерна плитка або металеві або пластикові панелі. Але ринок пропонує широке розмаїття матеріалів, і тут уже індивідуальний вибір кожного [4-5].

3. Тепловий захист зовнішньої стіни в місці встановлення опалювального приладу.

Захід призначений для зниження теплових втрат від зовнішніх огорож (стіни), до яких прилягають опалювальні прилади.

Опалювальні прилади зазвичай встановлюються біля зовнішніх стін, що огороджують. При цьому температура внутрішньої поверхні стіни за приладом вища, ніж у решті, що призводить до збільшення теплового потоку і є причиною підвищених теплових втрат через огороження. При установці опалювальних приладів у ніші стінка за приладом тонша, а її опір теплопередачі менший, ніж у стіни без ніш, що ще більше збільшує втрати теплоти через огорожуючі конструкції.

Для зниження теплових втрат за рахунок променистого теплообміну необхідно встановити захист у вигляді екрана з низьким ступенем чорноти. Для зниження теплових втрат за рахунок теплопровідності необхідно встановити теплоізоляційний шар із низьким коефіцієнтом теплопровідності на ділянці усієї ніші зовнішньої стіни. Теплоізоляцію бажано розташовувати ближче до поверхні стіни [6].

4. Влаштування вентилярованих вікон.

Захід призначений для скорочення повітропроникності та збільшення опору теплопередачі віконних блоків. Зниження втрат теплоти здійснюється при використанні потрійних вікон, що вентилюються. Можливо два варіанти таких вікон: примусове видалення повітря, що пройшло через вікна, повітропроводи витяжної природної вентиляції і видалення нагрітого повітря в атмосферу. Між склом можуть розташовуватися сонцезахисні жалюзі. Повітропроникність вікна також скорочується.

У теплий період повітря, що рухається, охолоджує нагріте скло і палітурки, зменшуючи теплонадходження зовні всередину приміщення. У холодний період року через вентиляване вікно проходить повітря, що видаляється з приміщення, а вікно служить утеплювачем від холодного зовнішнього повітря. Температура скла, зверненого до приміщення, підвищується, а теплові втрати через скління знижуються. У холодну пору року можливе утворення конденсату на зовнішньому склі за рахунок ефекту

точки роси повітря, а для видалення конденсату передбачають спеціальні пристрої – конденсатовідвідники (рис.1.2.).

Енергозбереження досягається за рахунок збільшення опору теплопередачі, який прямо пропорційно залежить від питомої витрати повітря, що проходить через вікно, що вентилюється [7].

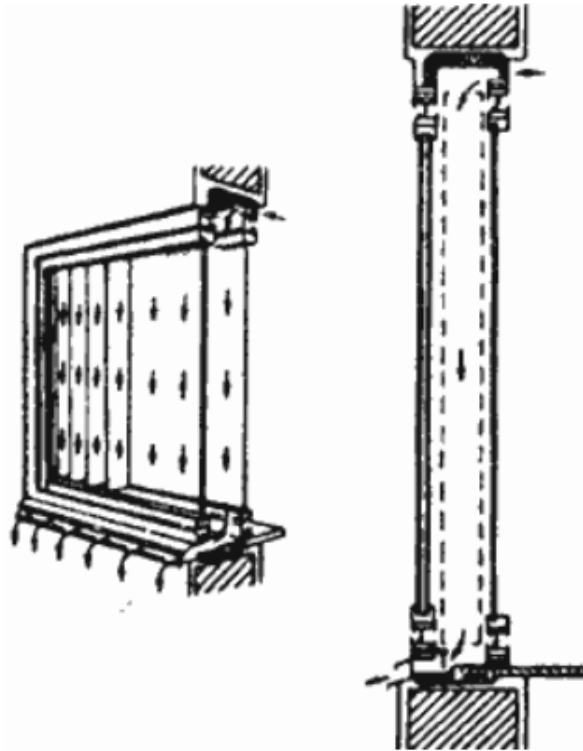


Рис.1.2. Конструкція вентиляованого вікна.

5. Встановлення додаткового (потрійного) скління.

Захід призначений для скорочення повітропроникності та збільшення опору теплопередачі віконних блоків. Між склом можливе розташування сонцезахисних жалюзі, а на стеклах теплопоглинаючих та тепловідбивних плівок.

Подвійні вікна в спарених і роздільних палітурках, які встановлюють досі в масовому будівництві, мають малий опір теплопередачі, що призводить до дискомфорту в приміщенні та великих теплових втрат. При реконструкції будівлі такі вікна можуть бути замінені на тришарові, а за відсутності необхідності в заміні палітурок може бути встановлена додатково третя знімна обкладинка, що закріплюється за допомогою фіксаторів. При спарених

палітурках третій встановлюється з боку приміщення, а при окремих - між рамами на внутрішній палітурці [8].

6. Застосування теплопоглинаючого та тепловідбивного скління.

Захід призначений для скорочення теплонадходжень у приміщення від сонячної радіації, що призводить до комфорту у приміщеннях.

Теплопоглинаюче скло в структурі має металеву основу, яка поглинає промені в інфрачервоному діапазоні випромінювання (теплові промені). Коефіцієнт пропуску швидко теплових променів 0,3...0,75.

При поглинанні сонячних та інфрачервоних променів скло нагрівається, його температура підвищується до 50...60 °С, що призводить до утворення природних висхідних конвективних потоків від нагрітих поверхонь скла та між склом. Теплова активність скління багато в чому залежить від кута падіння сонячних променів та товщини скла. Для відведення теплоти в літню пору доцільно обдувати засклені поверхні повітрям. Теплопоглинаюче скло слід встановлювати зовні віконного блоку.

Тепловідбиваюче скло покривають селективними або полімерними плівками на металевій основі, що відображають промені в інфрачервоному діапазоні випромінювання (теплові промені). Коефіцієнт пропуску теплових променів у таких стекол становить 0,2...0,6. Скло монтують в одному пакеті з простим склом так, щоб плівка, що відбиває, знаходилася всередині пакета. Тепловідбивне скло слід завжди встановлювати зовні, при цьому внутрішнє просте скло (без плівки) нагрівається менше.

Найбільшу ефективність мають подвійне або потрійне скло з товщиною повітряного прошарку між ними 10...15 мм. У цьому випадку природна конвекція між склом дестабілізована, а повітряний прошарок служить утеплювачем, оскільки передача теплоти через віконний блок здійснюється тільки за рахунок кондуктивної теплопровідності повітря. Застосовують і багатшарові тепловідбивні плівки, що приклеюються до скла після

закінчення робіт зі скління, і тоді вдається знизити пропуск теплових променів до 0,2.

У вечірній час плівка відбиває у приміщення штучне світло.

У холодний період року скло, що відображає, зменшує теплові втрати через вікна. Застосування тепловідбивного скла дозволяє знизити теплонадходження та витрати енергії на системи кондиціонування на 15...20 %.

Найкращі результати виходять при покритті скла золотом, розпиленням при глибокому вакуумі. Товщина шару золота 0,1 ... 0,2 мкм. Таке скління дороге, але тільки золоту властиво селективне відображення інфрачервоних променів і хороша провідність видимих світлових променів [9].

7. Влаштування зашкленених лоджій.

Рідко, але все ж іноді в промислових об'єктах є лоджії.

Тому цей варіант також розглянемо.

Захід призначений для скорочення витрати проникаючого в приміщення зовнішнього холодного повітря в зимовий період та підвищення температури в лоджії (за зовнішньою стіною приміщення).

Лоджії виконують з одношаровим склінням і рідше двошаровим у спарених палітурках. У лоджії формується власний тепловий мікроклімат, що знижує теплові втрати від зовнішніх огорож і через скління. Нижню частину лоджії слід утеплити шаром дощок або утеплювачем із плит. Для зменшення природної освітленості в приміщенні за лоджією необхідно, щоб рами та кріплення скління займали можливо меншу площу, не мали виступів, щоб не створювати тіні при бічному сонячному освітленні. Крім того, має бути забезпечена можливість періодичного очищення скління.

Енергозбереження досягається за рахунок скорочення повітропроникності вікон, зменшення потреби в теплоті на нагрівання повітря за рахунок інфільтрації (притоку), а також за рахунок збільшення температури за зовнішньою стіною та вікном приміщення, що призводить до зниження теплових втрат від зовнішніх огорож будівель [10].

1.4. Заходи щодо енергозбереження в системах опалення, вентиляції та кондиціонування повітря.

Основна вимога до стану повітряного середовища в житлових, громадських, виробничих приміщеннях, у промислових будівлях та спорудах, а також організації повітрообміну в приміщеннях зі шкідливими виділеннями полягає в тому, що повітряні завіси повинні бути забезпечені системами опалення, вентиляції (припливної та витяжної) та кондиціонування повітря у межах розрахункових параметрів зовнішнього повітря.

1. Періодичний режим роботи системи опалення. Періодичний режим роботи системи опалення застосовують у виробничих, цивільних, навчальних, спортивних, торгових, адміністративних будинках, що використовуються для роботи неповну добу та дні тижня, в яких допускається зниження температури всередині приміщень у неробочий час. У режимі роботи системи опалення протягом доби спостерігаються три характерні проміжки часу:

- основний робочий режим, коли у приміщенні підтримуються задані параметри температури та вологості;
- черговий режим, коли після основного режиму система опалення переводиться на режим підтримки зниженої температури у приміщенні;
- режим форсованого нагрівання приміщення, протягом якого система опалення переводиться на максимально швидкий розігрів приміщення після охолодження.

У приміщеннях спостерігається і тижневий цикл, коли у вихідні та святкові дні протягом повної доби може підтримуватися черговий режим опалення та знижена температура у приміщенні. Для підтримки чергового режиму використовується водяне опалення, яке виконує функцію підтримки мінімального рівня температури. Але внаслідок деякого охолодження приміщення знижується не лише температура внутрішнього повітря, а й температура огорож [11].

Нагрів огорож та внутрішнього повітря до початку нового робочого дня потребує часу та додаткової потужності. Тривалість та темп нагріву приміщення залежать від:

- термічного опору зовнішніх огорож, що впливає зниження температури у неробочий час;
- теплової активності огорожувальних конструкцій до теплової дії;
- інтенсивності тепловіддачі від джерела системи опалення до внутрішнього повітря приміщень та від повітря до поверхні огорож;
- температурного напору в черговому та робочому режимі, а також перепаду температур зовнішнього повітря.

Нагрів приміщень повинен здійснюватися форсовано з високим темпом, з більшою потужністю, на відміну від опалення в робочому режимі, оскільки теплота в режимі нагрівання витрачається на заповнення теплових втрат і розігрів огорож та повітря до необхідного рівня.

Найбільш гнучким режимом експлуатації є комбінована система опалення. Вона складається з базової системи водяного опалення та додаткової системи повітряного опалення. Повітряне опалення поєднується з вентиляцією припливу і в режимі форсованого нагріву працює в режимі повної рециркуляції повітря.

Робота систем періодичного опалення піддається автоматизації та програмному управлінню підтримки розрахункового режиму. На випадок різкого зниження температури зовнішнього повітря в контрольних приміщеннях встановлюють датчики допустимої мінімальної температури внутрішнього повітря. По сигналу від них вмикається система опалення додаткового режиму. Економія енергії тим більше, що триваліший період охолодження. Для зменшення тривалості форсованого нагрівання слід збільшити теплостійкість огорож, максимально інтенсифікувати тепловіддачу до огорож, застосовуючи, наприклад, спрямовані струмені повітряного опалення або використовуючи джерела променистої енергії (випромінювачі), спрямовані на огорожі [10].

2. Опалення приміщень теплотою рециркуляційного повітря

Теплоту рециркуляційного повітря рекомендується використовувати для виробництв, у яких допускається рециркуляція повітря, а також при температурі повітря у верхній зоні понад 30 °С та подачі повітря на відстань не більше 15 м. Нагріте повітря забирається з верхньої зони виробничого приміщення, очищається від пилу та вентилятором по повітроводах нагнітається в припливний насадок (циліндричної чи щілинної форми). Енергозбереження забезпечується за рахунок утилізації теплоти повітря, що видаляється [12].

3. Застосування регенеративних повітро-повітряних утилізаторів теплоти, що обертаються.

Регенеративні повітропідігрівачі, що обертаються, призначені для утилізації теплоти від нагрітого повітря, що видаляється з систем витяжної природної або примусової циркуляції. Регенеративні теплообмінники, що обертаються, мають форму циліндра, розділеного на сектори. Всередині циліндра встановлені насадки, що обертаються навколо осі регенератора, заповнені гладкими або гофрованими металевими листами різної конфігурації, сітками, чавунними або керамічними кульками і т.д. Поперечний переріз теплообмінника розділено на три постійно мінючі своє положення частини: через одну проходить тепле повітря, через іншу - холодне повітря, що нагрівається, а третя, невелика частина, являє собою продувну камеру, шлюз, для видалення деякої кількості забрудненого повітря, що захоплюється масою насадки при переході його з однієї камери до іншої. Насадки поперемінно омиваються гарячим, то холодним повітрям. Передача теплоти припливному повітрі здійснюється масою, що акумулює (з високою теплоємністю), що знаходиться послідовно в потоках теплого і холодного повітря [13].

4. Газоповітряне опалення.

Системи газоповітряного опалення (СГПО) використовуються у виробничих приміщеннях: цехах, депо, гаражах, ангарах.

Опалювальні прилади є трубопроводами (діаметром до 0,4 м), прокладені на висоті не менше 4,5 м від підлоги. По трубах циркулює суміш нагрітого повітря з продуктами згоряння палива, що забезпечує її висока температура. Теплота від поверхні труб до повітря приміщення передається за рахунок конвекції та променевипускання. Економія палива забезпечується за рахунок відсутності проміжних теплоносіїв та перегріву верхньої зони за умови збереження умов теплового комфорту в робочій зоні.

СГПО мають ККД близько 90% і працюють в автоматичному режимі, дозволяючи з високою точністю підтримувати температурний режим і переходити до чергового опалення. Можливість зонного обігріву приміщень дозволяє заощаджувати паливо [14].

При опаленні громадських та побутових приміщень СГПО розміщують в окремому приміщенні, при опаленні приміщень промислового призначення їх можна розміщувати у відгородженій зоні.

Температура димових газів на виході з повітрянагрівача досягає 200 °С, повітря, що нагрівається - 95 °С. Необхідна теплова потужність визначає вибір типу повітрянагрівача для СГПО. Приміщення, де встановлюються повітрянагрівачі, повинне мати систему примусової вентиляції продуктивністю 100 м³/год на кожні 10 кВт теплової потужності нагрівачів. Якщо приміщення контактує із зовнішнім повітрям, об'єм якого не менше 200 м³ на кожні 10 кВт теплової потужності нагрівачів, то допускається застосування природної вентиляції. Через високий рівень шуму, що виробляється газовими нагрівачами, потрібен спеціальний протишумовий захист.

Найбільш ефективними є газові повітряні нагрівачі при застосуванні в таких виробництвах агропромислового комплексу (АПК), як тепличне овочівництво, тваринництво, птахівництво, сушіння сільгосппродуктів.

У СГПО повітря для опалення може нагріватися в калориферах або повітропідігрівачах одним із традиційних теплоносіїв: гарячою водою, паром, гарячим повітрям та ін. Теплообмін може здійснюватися двома способами [14]:

- 1) нагріте повітря спеціальними каналами надходить у приміщення і поєднується з внутрішнім повітрям;
- 2) нагріте повітря переміщається у внутрішніх каналах, що оточують приміщення, нагріваючи при цьому стінки приміщення; теплота від них передається внутрішньому повітрі приміщення. Охолоджене повітря іншими каналами повертається в калорифер для повторного нагрівання або частково викидається в атмосферу, якщо температура повітря в приміщенні занадто висока. Таким чином, СГВО може бути з повною рециркуляцією, коли повітря повністю повертається для повторного нагрівання або частковою рециркуляцією, коли одна частина повітря викидається в атмосферу, а інша - повторно нагрівається. СГВО фактично є комбінованими системами опалення та вентиляції.

Основними перевагами СГПО є:

- рівномірність розподілу температури за обсягом приміщення;
- можливість очищення та зволоження повітря;
- відсутність опалювальних приладів у приміщенні та радіаторних ніш у стінах, які є «слабкою ланкою» зовнішньої огорожувальної конструкції будівлі – своєрідним «тепловим містком», через який йде тепло з приміщення;
- можливість автоматизації СГО;
- можливість реалізувати періодичний режим роботи систем.

До недоліків СГПО відносяться:

- великі поперечні перерізи повітроводів у порівнянні з трубами водяного або парового опалення;
- втрати теплоти при недостатній теплоізоляції повітроводів;
- менший радіус дії порівняно із системами водяного чи парового опалення.

5. Періодичний режим роботи систем вентиляції та кондиціонування повітря

Періодичні режими роботи систем вентиляції та кондиціонування повітря застосовують для стабілізації температури, вмісту вологи та газового складу повітря. Вони найбільш ефективні при обслуговуванні приміщень великого обсягу в промислових будівлях із змінним заповненням де одночасно змінюються температура, вологість та склад повітря (вміст вуглекислого газу та кисню).

Зниження енергоспоживання системами вентиляції та кондиціонування повітря забезпечується зміною витрати повітря необхідних параметрів, застосуванням складних та дорогих розподільників повітря, використанням досконалих методів регулювання роботи вентилятора, складної системи автоматизації. Альтернативним способом регулювання систем може бути періодичне вентильовання приміщень в залежності від стану повітря приміщення, чим і забезпечується економія електричної та теплової енергії. Тривалість перерви залежить від кратності повітрообміну, обсягу приміщення, складу повітря. Функціональні схеми автоматичного управління контролюють концентрацію вуглекислого газу, зміни вологості та температури повітря.

6. Влаштування повітряних завіс.

Для зниження надходження в виробничі приміщення холодного зовнішнього повітря через дверні отвори будівель і, відповідно, витрат енергії на їхнє нагрівання, застосовують повітряно-теплові завіси. Їх влаштовують у відкритих прорізів при вхідних дверях, що часто відкриваються, або при значних площах дверних прорізів. Вони можуть працювати як з електричним або водяним підігрівом, так і без підігріву (при невеликих перепадах температур зовнішнього та внутрішнього повітря).

Широке застосування знайшли два типи комбінованих повітряно-теплових завіс - з тамбуром і без нього, із забором повітря із приміщення або

зовні. Промисловість випускає завіси потужністю від одиниць кіловат (побутові) до кількох десятків кіловат (промислові) [15].

Робота таких систем відрізняється невиправдано низькою ефективністю, зумовленою переважно «людським фактором»:

1) Робота вентиляційних установок у «неврочний» час - при зупинці виробничих агрегатів, у нічний неробочий годинник.

2) Відсутність місцевої вентиляції.

3) Несвоєчасне перекриття шиберів на відсмоктуванні забрудненого повітря при відключенні окремих агрегатів.

4) Незадовільний стан самих вентиляторів та витяжної мережі.

5) Відсутність систем частотного регулювання двигунів вентиляторів і, як наслідок, вимушене регулювання подачі повітря заслінкою.

6) Відсутність або порушення роботи систем автоматичного відключення та включення вентиляторів теплових завіс на дверних отворах під час відчинення та закривання воріт.

7) Відсутність перехідних камер (тамбурів) у дверних отворах (воротах).

8) Порушення герметичності вентиляційних повітроводів.

7. Система опалення приміщень із застосуванням газових інфрачервоних випромінювачів.

Зменшити витрати палива та енергії на опалення великих виробничих будівель можна за рахунок застосування газових інфрачервоних систем обігріву (ІЧО) та газових повітронагрівачів. Системи ІЧО можуть застосовуватись і для опалення приміщень сільськогосподарського призначення - корівників, птахофабрик, свиноферм, теплиць тощо.

Відмінною особливістю цієї системи є обігрів потоком променистої енергії інфрачервоного спектру не повітря в приміщенні, а людей і конструкцій, що захищають (стіни, підлоги), технологічного обладнання та меблів, від яких, у свою чергу, нагрівається повітря в приміщенні за рахунок «вторинного» тепла в результаті конвекції від об'єктів, що нагріваються.

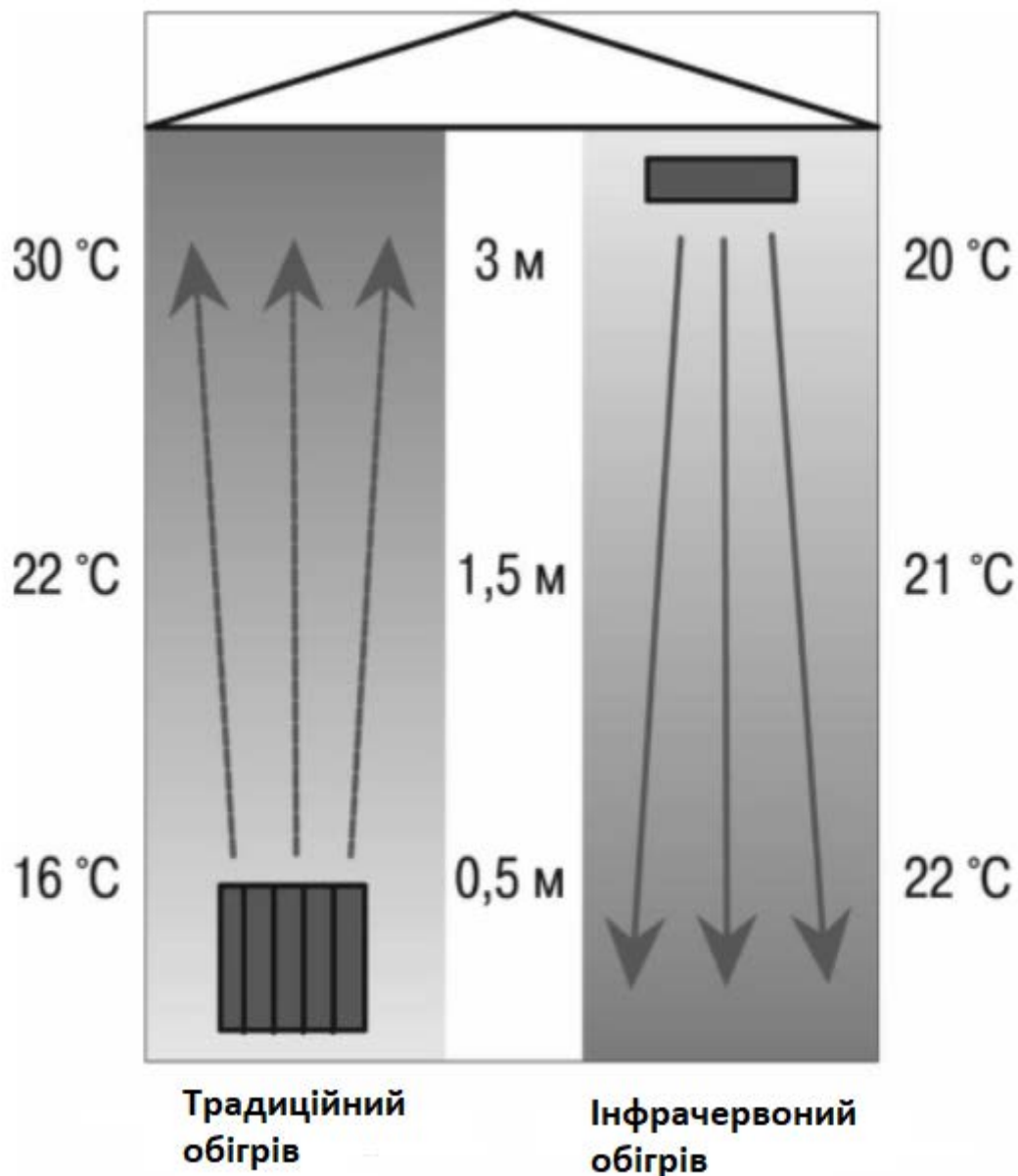


Рис.1.3. Розподіл температури в приміщенні при традиційному та інфрачервоному опаленні

Для створення теплового випромінювання в ІЧО газоповітряна суміш спалюється в інжекційному газовому пальнику, який облаштований системою безпеки горіння (електророзпалювання, контроль полум'я, регулювання температури, відсічний газовий клапан), і продувається вентилятором U-подібного трубчастого випромінюючого елементу. Повітря для горіння надходить зовні приміщення, продукти горіння за допомогою димососа, що встановлюється на іншому кінці нагрівача, викидаються назовні. Над трубами-випромінювачами встановлюють відбивачі.

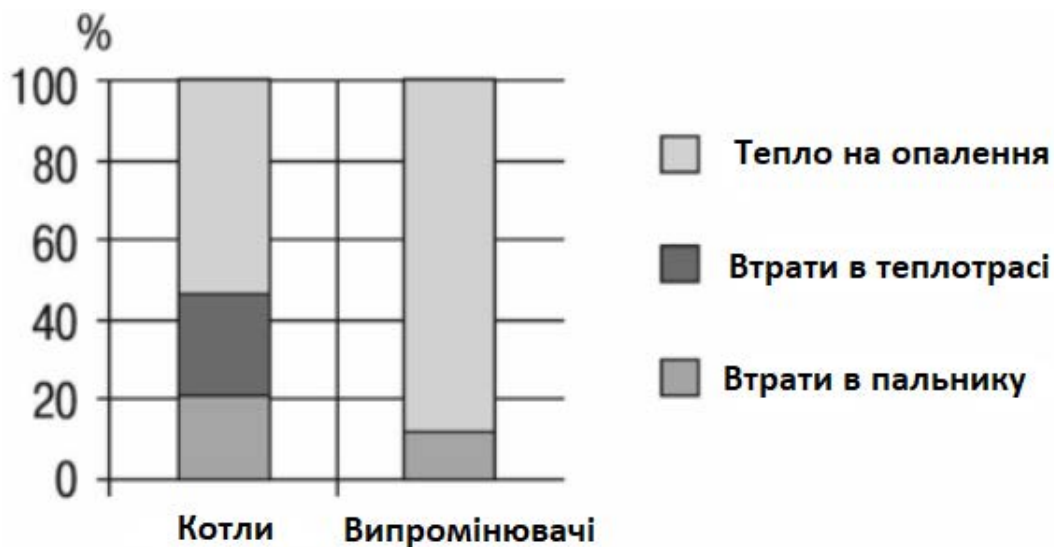


Рис. 1.4. Розподіл тепла в системах обігріву радіаторами та ІЧО

Така система дозволяє суттєво (приблизно на 80%) скоротити витрати на опалення порівняно з традиційним конвективним опаленням із використанням централізованої котельні. Досягається це завдяки прояву низки ефектів [10-15]:

- зонний характер опалення дозволяє істотно скоротити об'єм повітря, що нагрівається, і на 2-3 °С зменшити його температуру в зонах, де персонал з'являється лише періодично (зона з комфортною температурою при цьому розташована на висоті людського зростання); тільки за рахунок раціонального профілю температури втрати енергії в опалюваному приміщенні зменшуються до 2 разів;
- за рахунок малої інерційності та високого ККД ІЧО (до 95 %) середньорічна витрата газу зменшується на 30 %: відсутні втрати тепла при його виробництві та транспортуванні – немінучі супутники обігріву від котельні. Швидке нагрівання приміщень за допомогою ІЧО дозволяє підтримувати в них низьку температуру у неробочий час;
- потреба в електроенергії для системи з ІЧО в 50-100 разів менша, ніж при повітряному опаленні;

- знижуються витрати на підтримання технічного стану;
- скорочується чисельність обслуговуючого персоналу;
- скорочуються капітальні витрати на встановлення обладнання (через відсутність котелень, теплових мереж, калориферів, радіаторів тощо). Термін окупності системи складає 1-2 опалювальних сезони.

ГЧО перевершують традиційні системи обігріву не лише за показником енергоємності, а й за іншими факторами.

- відсутність водяного теплоносія унеможливує розморожування опалювальної системи і, отже, забезпечує високу надійність теплопостачання;
- прогрів робочих місць протягом кількох хвилин після включення дає можливість знизити температуру, а отже, і витрати палива в нічний час, у вихідні та святкові дні;
- комфортні умови роботи забезпечуються при температурах внутрішнього повітря на 5-10 °С нижче, ніж за умови використання конвективних систем завдяки специфічному механізму теплопередачі та можливості зонного/персонального обігріву людей.

Вітчизняна промисловість випускає ГЧО потужністю 5-50 кВт трьох типів - так звані світлі, темні і чорні, що відрізняються температурою тепловіддаючої поверхні. У "світлих" вона становить 800-1000 °С, у "темних" - 400-650 °С, у "чорних" - 200-300 °С. «Світлі» ГЧО найефективніші для обігріву виробничих приміщень з висотою перекриття понад 6 м.

Робота «світлих» ГЧ-випромінювачів заснована на принципі поверхневого горіння. Основним елементом випромінювача є панель з перфорованої пористої кераміки (рис.1.5). Суміш газу та повітря 1 подається на внутрішній бік панелі 2, проходить через отвори в керамічній панелі, де нагрівається та займається. Вогонь, що утворюється у вихідних частинах отворів, нагріває випромінюючу керамічну поверхню 3 до температури 800-1000 °С [13].

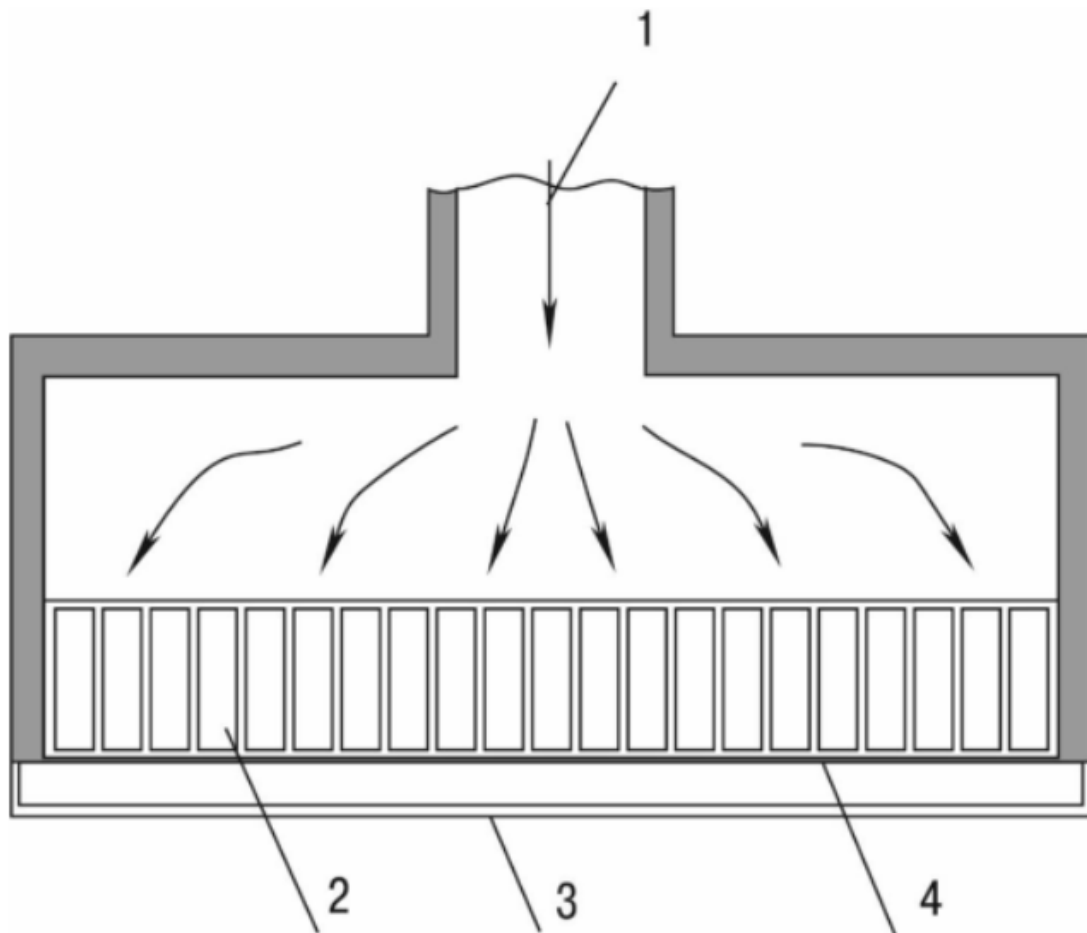


Рис.1.5. Схема роботи «світлого» ІЧ-випромінювача:
1 – газоповітряна суміш; 2 – пориста перфорована панель; 3 - випромінююча поверхня; 4 - стабілізуючий екран

Основні переваги ІЧО:

- у кращих моделях ІЧО променистий ККД може досягати 60%. Викид продуктів згорання приміщення з віддачею йому своєї теплоти наближає сумарний ККД до 100 %;
- відсутня потреба у витяжних і воздухоподводящих трубах, вентиляторах, тому що природної вентиляції зазвичай достатньо забезпечення повітрям горіння і видалення продуктів згорання. Тільки при використанні дуже потужних ІЧ-випромінювачів та підвищених вимог до атмосфери в приміщенні встановлюється припливно-витяжна вентиляція продуктивністю приблизно 23 м³/год на 1 кВт встановленої потужності;

- компактність, легко встановлюються на колонах та фермах та не займають корисного простору цехів. Вони ідеальні для обігріву цехів із високими прольотами (більше 6 м).

"Темні" ІЧ-випромінювачі зазвичай виконуються за схемою, показаною на рис.1.6.

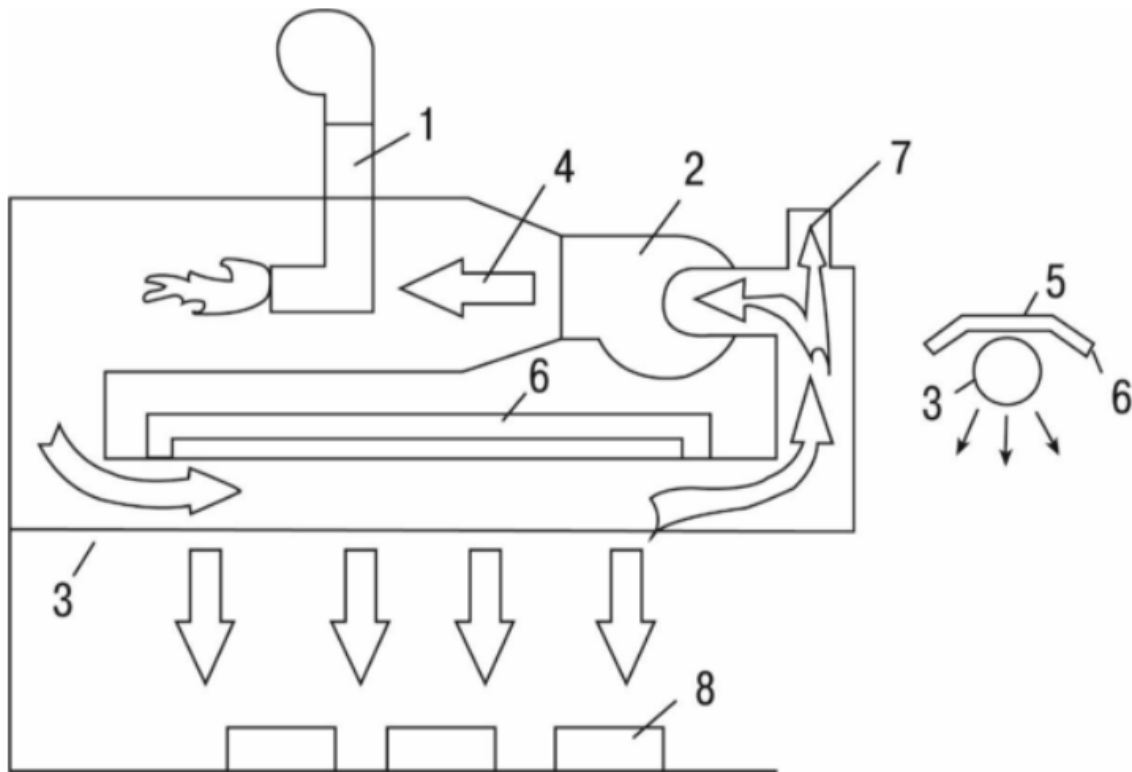


Рис.1.6. Схема роботи «темного» та «чорного» ІЧ-випромінювача:
 1 – подача газу; 2 – вентилятор; 3 – повітропровід; 4 – повітряний потік; 5 – ізоляція; 6 – рефлектор; 7 - виведення продуктів згоряння; 8 - робочі місця в цеху

Система містить пальник 7, з'єднаний трубою діаметром 80-100 мм з витяжним вентилятором 2. Потік продуктів згоряння надходить у трубу, доводячи температуру її зовнішньої поверхні до 400-650 °С. Відбивач 6, розташований над випромінюючою трубою 5, направляє потік тепла в опалювальну зону 8.

У системах з «темними» випромінювачами продукти згоряння необхідно виводити назовні через підвищений вміст оксидів азоту. ККД «чорних» систем вбирається у 70 %.

«Чорні» ІЧ-випромінювачі є повітроводи діаметром 300[^]400 мм, що встановлюються в цехах над робочими місцями. Усередині повітроводів циркулює повітря з температурою 200-300 ° С, нагріваючи стінки повітроводу. Зверху повітроводів з встановлюється теплова ізоляція 5 і рефлектор 6. Повітря для горіння подається додатковим вентилятором. Нагрів повітря здійснюється за рахунок змішування продуктів згоряння з середовищем, що нагрівається. Частина повітря, що рециркулює, викидається за межі приміщення. Оскільки температура повітря на виході з системи зазвичай не перевищує 200 °С, то сумарний ККД системи близький до 85 %.

Перешкодою для застосування таких систем у виробничих приміщеннях може лише відсутність вільного простору в їх верхній зоні (вона може бути зайнята, наприклад, крановим господарством). Окрім промислових будівель, системи ІКО можуть обігрівати аеропорти, вокзали, стадіони тощо.

Високі вимоги до теплового режиму в багатьох виробничих приміщеннях і майже у всіх житлових та громадських приміщеннях, з одного боку, та необхідність підвищення ефективності систем теплопостачання в умовах постійного зростання цін на енергоресурси, з іншого боку, породили величезну різноманітність опалювальних систем [16].

8. Застосування теплонаносних установок та енергії низького потенціалу (конденсату, повітря).

Теплонаносні установки (ТНУ) використовують природну відновлювану низькопотенційну теплову енергію навколишнього середовища (води, повітря, ґрунту) та підвищують потенціал основного теплоносія до вищого рівня, витрачаючи при цьому в кілька разів менше первинної енергії або органічного палива. Теплонаносні установки працюють за термодинамічним циклом Карно, в якому робочою рідиною служать низькотемпературні рідини (аміак,

фреон та ін). Перенесення теплоти від джерела низького потенціалу на високий температурний рівень здійснюється підведенням механічної енергії в компресорі (парокомпресійні ТНУ) або додатковим підведенням теплоти (в абсорбційних ТНУ) [17].

9. Системи вентиляції та кондиціонування повітря на підприємствах легкої та текстильної промисловості із застосуванням утилізаторів тепла.

Питання якості товарів легкої та текстильної промисловості для споживачів завжди стояв на першому місці. Крім того, сьогодні людство зацікавлено у збереженні екологічної обстановки, а також у запобіганні несприятливому впливу мікроклімату у виробничих приміщеннях, насамперед для попередження виникнення різноманітних захворювань та підтримки здоров'я населення країни.

Існують загальні вимоги та показники мікроклімату в чинному ДСН 3.3.6.042-99 “Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень” [18].

Відповідно до санітарно-гігієнічних вимог найбільш сприятлива температура в громадських, адміністративно-побутових приміщеннях повинна відповідати 20–25 С, а допустимі коливання в теплий період - від 20 С до 28 С, в холодний та перехідний періоди від 18 С до 22 С. Відносна вологість вважається оптимальною в діапазоні від 30 до 60 % у теплий період та 30–45 % у холодний та перехідний періоди.

Для підтримки комфортних умов необхідні системи вентиляції та кондиціонування. Основними нормованими параметрами повітря у приміщенні є: температура, вологість, швидкість руху, газовий склад, наявність механічних частинок пилу. Оптимальні параметри повітря є сукупність умов найбільш сприятливих для самопочуття людей (область комфортного кондиціонування повітря), або умов для протікання правильного технологічного процесу (область технологічного кондиціонування). Для створення оптимальних параметрів внутрішнього повітря потрібна інформація про характер роботи вироблення продукції на промисловому підприємстві.

Так, наприклад, якщо на випуск продукції впливає інтенсивність праці, то в такому разі забезпечуються умови, комфортні для працюючих людей у цеху.

Існують також допустимі параметри повітря, які встановлюються тоді, коли з технологічних вимог або технічним та економічним причин не забезпечуються оптимальні умови.

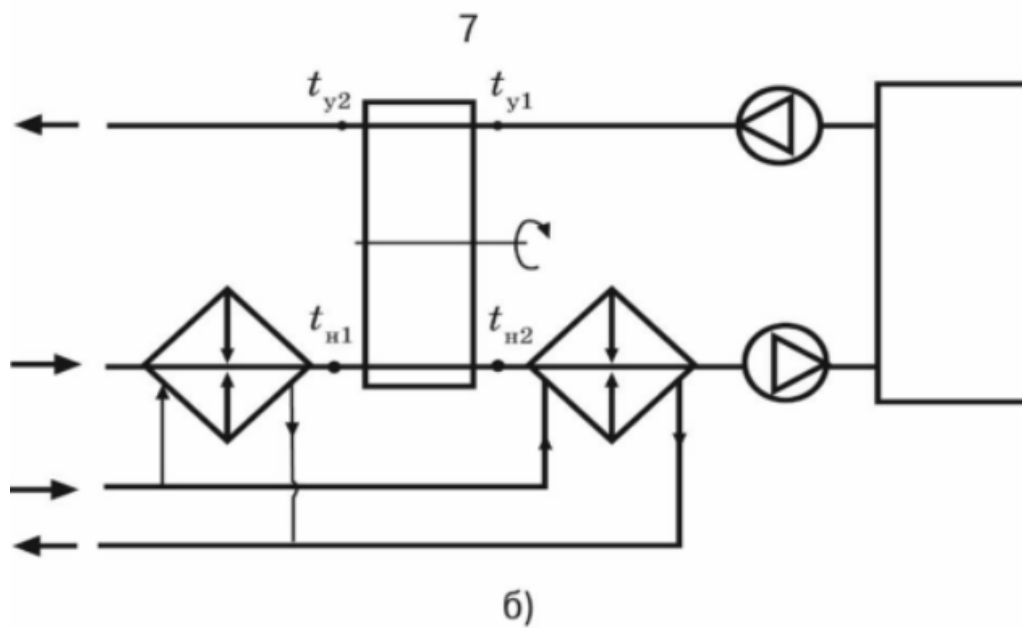
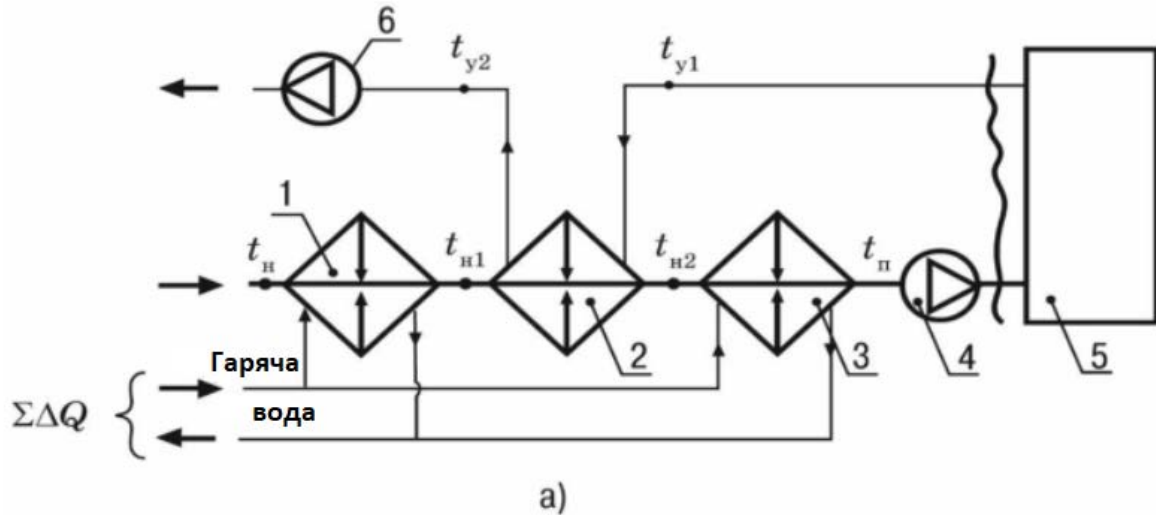
При проектуванні систем кондиціонування повітря передбачають технічні рішення, завдяки яким забезпечуються всі необхідні умови для відповідності нормованим параметрам повітря.

Системи з природною вентиляцією економічно вигідніше, але їх ефективність залежить від зовнішніх факторів (температури зовнішнього повітря, напрямки та швидкості вітру). Штучні системи вентиляції з механічним спонуканням, де пересування повітря на певну відстань здійснюється за рахунок вентиляторів, а в процесі переміщення повітря піддається різних видів обробки (очищення, нагрівання, охолодження та ін.).

На підприємствах легкої та текстильної промисловості в сучасних системах вентиляції та кондиціонуванні застосовується різноманітне обладнання (зволожувачі, різні види фільтрів, нагрівачі та ін.) у зв'язку зі шкідливими виділеннями, що з'являються при технологічних процесах. У цехах можуть бути присутніми такі види пилу як органічний та мінеральний. Органічний пил може містити найдрібніші частинки волокон різного виду походження (вовна, бавовна, льон, штучне волокно та ін), а мінеральна складається в основному з мікрочастинок землі. Висока температура та вологість, джерелами, яких можуть бути виробничі машини або їх електродвигуни, робочий персонал, оброблюваний матеріал, кліматичні умови та різні технологічні процеси (відпарування, відбілювання тощо). В окремих цехах можуть виділятися отруйні гази [15-17].

Для обслуговування всього обладнання потрібна велика кількість енергії. Ефективним рішенням заощадження енергії в системі кондиціонування повітря, теплоту повітря, що видаляється, можна усунути, встановив утилізатори теплоти. Принцип їх роботи заключається в нагріванні повітря, що подається

в приміщення, з використанням теплоти потоку, що видаляється з приміщення. При використанні утилізатора тепла потрібна менша потужність калорифера на підігрів припливного повітря, таким чином, зменшується кількість енергії, необхідної для його роботи (рис.1.7).



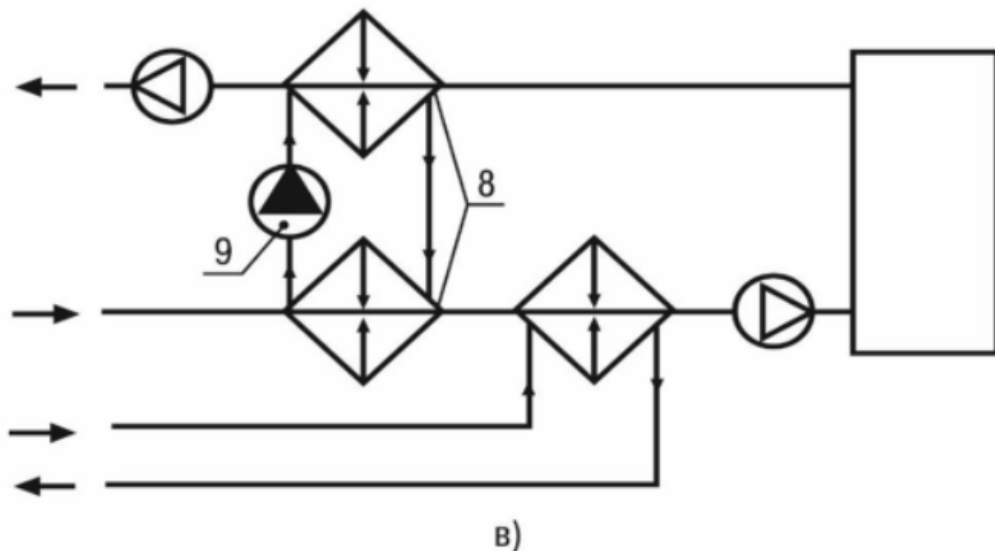


Рис. 1.7. Системи вентиляції з теплообмінниками-утилізаторами:

1 - попередній підігрівач; 2 -рекуперативний теплообмінник; 3 – підігрівач (калорифер); 4 – припливний вентилятор; 5 - вентилязоване приміщення; 6- витяжний вентилятор; 7 - регенеративний теплообмінник з насадкою, що обертається; 8 -рекуперативні теплообмінники «повітря - рідина»; 9 - циркуляційний насос

Утилізація теплоти вентиляційних викидів може здійснюватися:

- рециркуляцією частини припливного повітря;
- застосуванням рекуперативних теплообмінників-утилізаторів;
- застосуванням регенеративних теплообмінників-утилізаторів;
- застосуванням двох рекуперативних теплообмінників, які використовують проміжний теплоносій;
- застосуванням теплопередаючих труб.

На рис. 1.8 наведено пристрій, який може бути використано для створення комфортних умов мікроклімату у виробничих приміщеннях.

Технічний результат - підвищення ефективності та надійності тепловологості обробки повітря [12-16].

На рис. 18,а зображено принципову схему системи вентиляції з утилізатором теплоти, на рис. 18,б – форсунка системи зрошення теплообмінника.

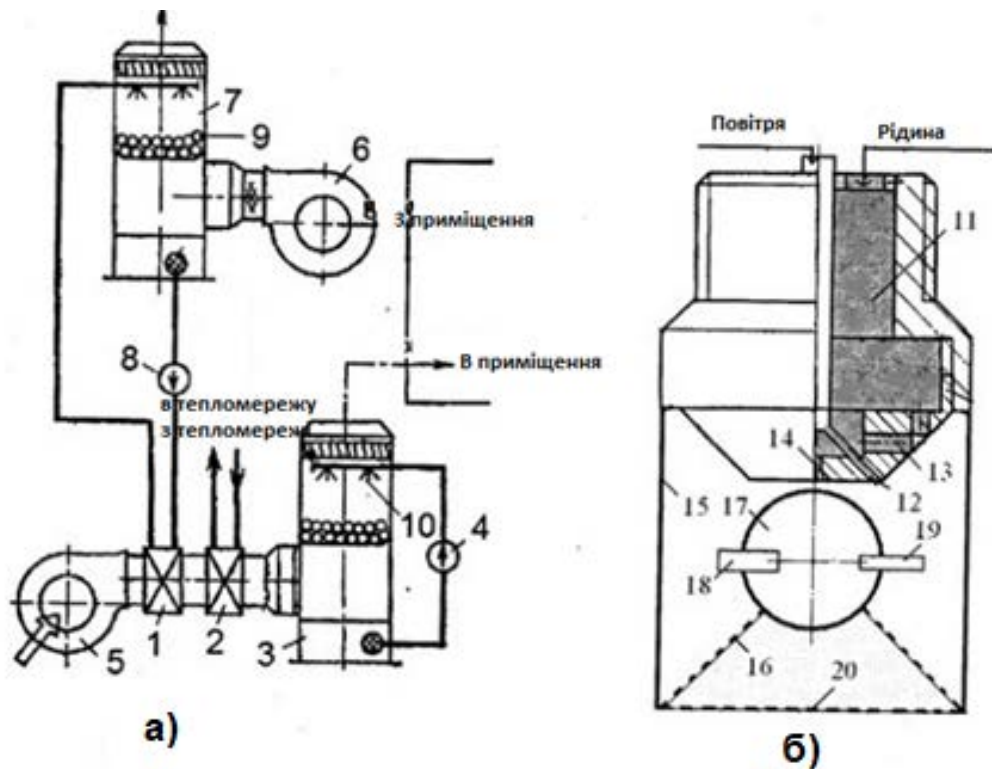


Рис.1.8. Система вентиляції з утилізатором теплоти.

Система вентиляції з утилізатором тепла складається з вентилятора 5, теплообмінника 1, теплообмінника першого підігріву 2 та апарату 3, де відбувається адіабатне охолодження та зволоження припливного повітря водою, рециркуляція якої здійснюється насосом 4. Віддалений з приміщення повітря вентилятором 6 подається в апарат 7, що служить теплоутилізатором і містить форсункову систему зрошення 9 для інертної насадки 10. Насос 8 призначений для циркуляції води, що грає роль проміжного теплоносія. Апарати 3 і 7 є тепломасообмінними апаратами з віброкиплячим шаром, так як у піддоні, де розташована насадка, встановлені вібратори (на кресленні не показані).

Форсункова система зрошення двоступінчастого контактного теплообмінника 1 включає в себе форсунку (рис.2), яка містить порожнистий корпус, що складається з циліндричної частини 11 із зовнішнім різьбленням для приєднання до штуцера розподільного трубопроводу для підведення рідини. Корпус, у його нижній частині закріплено сопло, утворене циліндричною поверхнею, що переходить у конічну поверхню, яка

замикається торцевою глухою перегородкою з жиклером 14 в її центрі, при цьому корпус і сопло утворюють три співвісні між собою внутрішні циліндричні камери. У соплі, протилежної підводу рідини, виконаний додатковий ряд жиклерів 13 які утворені взаємно перпендикулярними вертикальними та горизонтальними каналами, які перетинаються на конічній бічній поверхні сопла з утворенням вихідних отворів.

До корпусу розпилювача, за допомогою циліндричної гільзи 15 прикріплений акустичний блок у вигляді, співвісно розташованої осі корпусу форсунки сферичного резонатора 17 Гельмгольца з резонаторними вставками 18 і 19, розташованими перпендикулярно до осі форсунки. При цьому акустичний блок закріплений на перфорованій конічній поверхні 16 жорстко пов'язаної з перфорованою пластиною 20, встановленої на зрізі циліндричної гільзи 15 акустичного блоку [11].

При використанні апарату скорочується до 50% витрати теплоти на нагрівання припливного повітря та досягається охолодження його в літній період, що забезпечує досить малий термін окупності необхідних капітальних вкладень.

Таким чином, на підприємствах легкої та текстильної промисловості можна використовувати системи вентиляції та кондиціонування з утилізаторами тепла з метою збереження енергії та підтримки сприятливого мікроклімату. Було наведено пристрій з утилізатором тепла, яке можна застосувати на підприємствах з урахуванням виду галузі промисловості, площі приміщення, кількість людей.

10. Водопостачання та водовідведення. Насосні установки.

Вода - найважливіший ресурс і джерело життя Землі, нас цікавить, передусім, як теплоносій, охолоджувач, розчинник і основна сировину багатьох галузей економіки. Значні обсяги водоспоживання та, відповідно, водовідведення на більшості промислових підприємств та у ЖКГ визначають

їх помітну частку у загальному електроспоживанні та потенціалі енергозбереження [11-14].

До найпоширеніших причин підвищеного електроспоживання під час водопостачання та водовідведення в нашій країні відносять такі:

1. Продуктивність насосної установки (НУ) перевищує потреби підприємства, але навіть у холостому режимі споживана ним потужність досягає 60% номінальної.

2. Наявність у системі споживачів із сильно відмінними напорами (децентралізація систем регулювання водопостачання шляхом застосування контрольно-розподільчих пунктів для підтримки постійного тиску в мережах дозволяє усунути цей негативний фактор).

3. Відсутність оборотного водопостачання, що збільшує водоспоживання та навантаження на системи очищення стоків.

4. Зменшення прохідного перерізу труб внаслідок утворення мінеральних відкладень, що призводить до збільшення гідравлічного опору.

5. Витоку у системі.

6. Перевищення необхідного за технічними умовами тиску, що створюється насосами другого підйому. Для усунення цього фактора обмежують напір перед водорозбірною арматурою завбільшки 40 м вод. ст. шляхом застосування двозонних систем водопостачання або одноступінних з поперевими регуляторами тиску.

До причин підвищеного споживання електроенергії слід також віднести:

1. Порушення регламенту очищення стічних вод, що призводять до додаткових витрат електроенергії у системі водовідведення.

2. Збільшення гідравлічних втрат у теплообмінних апаратах.

3. Невиправдано високі технологічні витрати води.

Додаткові витрати електроенергії на подачу води часто обумовлені підвищеним опором трубопроводів з наступних причин:

а) неоптимальна геометрія трубопроводу, коли потік зазнає різких поворотів;

б) засміченість приймальних (всмоктувальних) пристроїв;

в) зменшення внутрішнього перерізу труб через відкладення на їх внутрішніх поверхнях.

Скоротити витрати первинної води в 2 рази та електроенергії на 15-20 % можна:

а) за рахунок багаторазового використання води (організації оборотного водопостачання), насамперед для охолодження технологічних установок на промислових підприємствах;

б) застосування схем автоматичного керування подачею води на охолодження промислових установок та агрегатів.

1.5. Висновок

Енергозбереження це дуже важливий фактор, тим більше для виробничих приміщень.

Завдяки йому ми зберігаємо нашу планету та екологію.

А ще це сильно впливає на економіку, адже чим менше підприємство витрачає ресурсів тим менші ціни товарів та послуг які підприємство виготовляє та надає.

Енергозбереження в будівлях та спорудах, поліпшення їх конструкцій. Більшість цих заходів актуальні в частині теплової енергії, а також в економії електроенергії, що використовується для термічних цілей і на освітлення (не тільки ефективніші лампочки, а й певні вимоги до приміщення, наприклад, аж до використання світлого або світловідбивного забарвлення).

Ми розглянули безліч способів оптимізації та зменшення ресурсоспоживання промислових приміщень, використовуються вони індивідуально для кожного підприємства та приміщення.

2. РОЗРАХУНОК СИСТЕМ ОВі КП

2.1. Загальні дані

Розрахункові параметри зовнішнього повітря прийняті згідно ДСТУ-Н Б В 1.1-27: 2010 "Будівельна кліматологія" [19]

Теплий період року:

температура для вентиляції + 23°C

температура для кондиціонування повітря + 31°C;

Холодний період року:

температура -22°C.

Вентиляція та кондиціонування

Вентиляція приміщень загальнообмінна припливно-витяжна з штучним спонуканням.

Приплив та витяжка повітря в приміщення виконані припливно-витяжними установками ф. Vents з очищенням повітря в фільтрі і догрівом повітря у зимовий період року повітрянагрівачем. Припливно-витяжна установка являє собою повністю готовий вентиляційний агрегат, що забезпечує фільтрацію, підігрів, подачу і видалення свіжого повітря в приміщення.

Корпус виготовлений зі сталі з алюмоцинковим покриттям. Всередині – тепло - і звукоізоляція з мінеральної вати товщиною 25 мм. Припливна-витяжна установка складається з: фільтра класу G4, електричного нагрівача, відцентрового вентилятора з загнутими назад лопатками і вбудованим термостатом захисту з автоматичним перезапуском. Автоматика входить в комплект до кожної установки.

Забір зовнішнього повітря виконаний через повітрязабірні ґрати, розташовану ззовні будівлі на 2 метри вище рівня землі.

В якості повітророзподільників використовуються стельові дифузори типу "ПДК" ф. Григоренко.

Повітроводи прокладені під стелею (1 поверх) та під підшивною стелею (2 поверх) та виконані з оцинкованої сталі по ГОСТ 14918-80.

Повітропроводи в приміщенні венткамери ізолюються мінватою товщиною 50 мм.

Витяжки з санвузлів виконані вентиляторами Сайлент-М 125 ф. ВЕНТС з механічним спонуканням.

Кондиціонування складських приміщень виконане спліт системами, які представлені компресорно конденсаційними блоками фірми "Hisense". Блоки К1, К2 використовуються для холодопостачання кондиціонерів складу готової продукції. Блок К3, К4 обслуговує кондиціонери складу сировини. Відведення дренажу виконати з уклоном 2 см/м в сторону викиду. Вивід конденсату виконати в каналізаційний стояк з розривом струменя через сухий сифон.

Опалення

Джерелом тепlopостачання прийнято теплові насоси. Параметри теплоносія - $T_1 - T_2 = 45 - 40 \text{ } ^\circ \text{C}$. Трубопроводи системи опалення: магістральні - сталеві водогазопровідні ГОСТ 3262-75, підводка - AquaRex.

Розведення системи опалення - горизонтальне. Магістральні трубопроводи радіаторної системи опалення прокладені в конструкції підлоги в ізоляції із спіненого поліетилену "Climaflex stabil" торгової марки «NMC». Магістральні трубопроводи системи фанкойлів та внутрішньопідлогових конвекторів прокласти в ізоляції K-FLEX ST під стелею на першому поверсті та за підшивною стелею на другому поверсті.

В якості опалювальних приладів для радіаторної системи опалення прийняті сталеві панельні радіатори типу "VK" ф. Galactic. Для кабінетів та складських та виробничих приміщень прийняті фанкойли ф. Galletti та внутрішньопідлогові конвектори ф. Cooltherm.

Для регулювання тепловіддачі у радіаторах встановлені термостатичні букси ф. Honeywell. Для регулювання тепловіддачі у фанкойлах встановлені моторизовані 2-х ходові клапани типу "VK" Galetti. Для регулювання

внутрішньопідлогових конвекторів - термоелектричні сервоприводи Cooltherm. Видалення повітря з систем здійснюється через крани Маєвського які встановлені на радіаторах та у верхніх точках системи.

Для опалення складів та гардеробу працівників складу використовуються інфрачервоні обігрівачі ф. Терлов.

Теплогенераторна

Для теплопостачання та холодопостачання будівлі запроектована теплогенераторна з установкою наступних джерел:

- чотирьох теплових насосів HeatGuard 140SX торгової марки «Mitsubishi Heavy» номінальною теплопродуктивністю кожного 16000 Вт та номінальною холодопродуктивністю кожного 14000 Вт;
- одного настінного електричного котла eLoBLOCK VE 24 торгової марки «Vaillant» номінальною теплопродуктивністю 24000 Вт.

Відведення води від аварійно-скидних клапанів котла і теплових насосів передбачається в трап системи каналізації.

Контури теплогенераторів і споживачів розділені буферною ємністю об'ємом 500л.

Циркуляція теплоносія в контурі котла забезпечується вбудованим в його конструкцію циркуляційним насосом.

Циркуляція теплоносія в контурі теплових насосів забезпечується вбудованим в їх конструкцію циркуляційним насосом.

Підключення контурів споживачів передбачається через розподільчий колектор.

До розподільчого колектора підключені такі контури:

- 1 контур - система радіаторного опалення;
- 2 контур - система теплопостачання вентиляції;
- 3 контур - система тепло- холодопостачання конвекторів;
- 4 контур - система тепло- холодопостачання фанкойлів.

В системах споживачів передбачається установка циркуляційних насосів з автоматичним управлінням.

Видалення повітря із системи передбачено за допомогою автоматичних відводчиків повітря в найвищих точках системи.

Спуск води із системи передбачений через дренажну арматуру в нижніх точках.

Для компенсації теплових розширень води в системі передбачена установка розширювального бака торгової марки «Reflex».

Компанування допоміжного устаткування і трубопроводів виконано з урахуванням їх безпечної експлуатації і оптимальних трас з'єднувальних трубопроводів.

Обв'язку опалювального обладнання в теплогенераторній виконати трубою сталевією електрозварною прямошовною по ГОСТ 10704-91 та трубою сталевією водогазопровідною по ГОСТ 3262-75.

Прокладка трубопроводів в теплогенераторній прийнята відкрита по стінам і під стелею.

У місцях перетинання перекриттів і перегородок трубопроводи прокласти в металевих гільзах. Краї гільз повинні бути на одному рівні з поверхнями стін і перегородок, і на 30 мм вище поверхні чистої підлоги. Закладення зазорів між гільзами і будівельними конструкціями виконати цементно-піщаним розчином, між гільзою і трубопроводом-азбестовим шнуром типу ШАОН по ГОСТ 1779-83.

Для сталевих трубопроводів виконати антикорозійне покриття - емаль ПФ-115 в 2 шари по 1 шару ґрунту ГФ-021 ГОСТ 25129-82.

Відкриті ділянки трубопроводів ізолювати гільзами із спіненого каучуку типу ST торгової марки "K-Flex".

Кріплення трубопроводів - через кожні 1,0 м. Нерухомі опори встановити на кутах повороту і в місцях приєднання обладнання.

Итоги - Ограждения

2.2. Теплотехнический расчет

Таблица 2.1.

Итоги - Ограждения

Символ	d	материал	λ	ρ	c_p	R	R _{cor}	δ	μ	Z	Z _{cor}	Замечания
	м		Вт/(м·К)	кг/м ³	кДж/(кг·К)	м ² ·К/Вт	м ² ·К/Вт	г/(м·ч·Па)		м ² ·Па/г	м ² ·Па/г	
КРЫША	Кровля											
Вид ограждения: Совмещенное покрытие неветилируемое, Влажностные условия: Нормальный												
ЦИНК	0,0020		110,000	7100	0,390	0,000	0,000	0,01	72000	200000,0	200000,0	
МИНВАТ-СТ	0,2500		0,045	70	0,750	5,556	5,556	480,00	2	520,8	520,8	
ЦИНК	0,0020		110,000	7100	0,390	0,000	0,000	0,01	72000	200000,0	200000,0	
Сопrotивление воздушной прослойки совмещенного покрытия сред. толщиной H = 0 м, [м ² ·К/Вт]:												0,150
Сумма сопротивлений теплопередаче ската крыши и воздушной прослойки, [м ² ·К/Вт]:												5,706
ЖЕЛЕЗБЕТОН	0,1500		1,700	2500	0,840	0,088	0,088	30,00	24	5000,0	5000,0	
Сопrotивление теплопередаче внутри R _i , [м ² ·К/Вт]:												0,100
Сопrotивление теплопередаче снаружи R _e , [м ² ·К/Вт]:												0,040
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:												5,934
Кoэффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]:												0,169
НАРСТ	Стена наружная											
Вид ограждения: Стена наружная, Влажностные условия: Нормальный												
ЦИНК	0,0020		110,000	7100	0,390	0,000	0,000	0,01	72000	200000,0	200000,0	
МИНВАТ-СТ	0,1500		0,045	70	0,750	3,333	3,333	480,00	2	312,5	312,5	
ЦИНК	0,0020		110,000	7100	0,390	0,000	0,000	0,01	72000	200000,0	200000,0	
Сопrotивление теплопередаче внутри R _i , [м ² ·К/Вт]:												0,130
Сопrotивление теплопередаче снаружи R _e , [м ² ·К/Вт]:												0,040
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:												3,503
Кoэффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]:												0,285

Итоги - Ограждения

Символ	d	материал	λ	ρ	c_p	R	R _{cor}	δ	μ	Z	Z _{cor}	Замечания
	м		Вт/(м·К)	кг/м ³	кДж/(кг·К)	м ² ·К/Вт	м ² ·К/Вт	г/(м·ч·Па)		м ² ч·Па/г	м ² ч·Па/г	
ПОЛ1		Пол по грунту склад										
Вид ограждения: Пол по грунту, Влажностные условия: Нормальный												
Стена, примыкающая к полу: НАРСТ												
Разница высоты пола и грунтовой воды Z _{gw} : 5,00 м												
Горизонтальная теплоизоляция.: ЖЕЛЕЗБЕТОН толщиной d _{nh} = 0,10 м и длиной D _h = 0,10 м												
Вертикальная теплоизоляция.: ЖЕЛЕЗБЕТОН толщиной d _{nv} = 0,10 м и длиной D _v = 0,10 м												
БЕТОН-1900	0,1000		1,000	1900	0,840	0,100	0,100	75,00	10	1333,3	1333,3	
ЖЕЛЕЗБЕТОН	0,2000		1,700	2500	0,840	0,118	0,118	30,00	24	6666,7	6666,7	
ГРАВИЙ	0,1000		0,900	1800	0,840	0,111	0,111	35,00	21	2857,1	2857,1	
ГРУНТ-ЗДАН	0,1000		1,740	1800	0,840	0,057	0,057	300,00	2	333,3	333,3	
Равноценное сопротивление грунта вместе с сопротивлениями теплопередаче R _g , [м ² ·К/Вт]:											1,294	
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:											1,680	
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]:											0,595	

Итоги - Ограждения

Символ	d	материал	λ	ρ	c_p	R	R _{cor}	δ	μ	Z	Z _{cor}	Замечания
	м		Вт/(м·К)	кг/м ³	кДж/(кг·К)	м ² ·К/Вт	м ² ·К/Вт	г/(м·ч·Па)		м ² ·Па/г	м ² ·Па/г	
ПОЛ2	Пол по грунту админ											
Вид ограждения: Пол по грунту, Влажностные условия: Нормальный												
Стена, примыкающая к полу: НАРСТ												
Разница высоты пола и грунтовой воды Z _{gw} : 5,00 м												
Горизонтальная теплоизоляция.: ЖЕЛЕЗБЕТОН толщиной d _{nh} = 0,10 м и длиной D _h = 0,10 м												
Вертикальная теплоизоляция.: ЖЕЛЕЗБЕТОН толщиной d _{nv} = 0,10 м и длиной D _v = 0,10 м												
ТЕРРАКОТА	0,0100		1,050	2000	0,840	0,010	0,010	250,00	3	40,0	40,0	
БЕТОН-1900	0,0500		1,000	1900	0,840	0,050	0,050	75,00	10	666,7	666,7	
ПЕНОПОЛИСТ	0,1200		0,036	20	1,460	3,333	3,333	12,00	60	10000,0	10000,0	
ЖЕЛЕЗБЕТОН	0,2000		1,700	2500	0,840	0,118	0,118	30,00	24	6666,7	6666,7	
ГРАВИЙ	0,1000		0,900	1800	0,840	0,111	0,111	35,00	21	2857,1	2857,1	
ГРУНТ-ЗДАН	0,1000		1,740	1800	0,840	0,057	0,057	300,00	2	333,3	333,3	
Равноценное сопротивление грунта вместе с сопротивлениями теплопередаче R _g , [м ² ·К/Вт]:											1,430	
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:											5,109	
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]:											0,196	
СТВН	Стена внутренняя											
Вид ограждения: Стена внутренняя, Влажностные условия: Нормальный												
КИРПИЧ-ПУС	0,1200		0,800	1600	0,880	0,150	0,150	105,00	7	1142,9	1142,9	
Сопротивление теплопередаче внутри R _i , [м ² ·К/Вт]:											0,130	
Сопротивление теплопередаче внутри R _i , [м ² ·К/Вт]:											0,130	
Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплоперед. R, [м ² ·К/Вт]:											0,410	
Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м ² ·К)]:											2,439	

Итоги - Ведомость ограждений

Таблица 2.2.

Итоги - Ведомость ограждений

Символ	Описание	d	Ri	Re	R	U	фТ	A
		м	м ² ·К/Вт	м ² ·К/Вт	м ² ·К/Вт	Вт/м ² ·К	Вт	м ²
ВОРОТА	Дверь наружная	0,040				1,000	1134	31,50
ДВ	Дверь наружная					1,300	93	1,89
ДВ2	Дверь внутренняя					2,700	0	3,78
КРЫША	Кровля	0,414	0,100	0,040	5,934	0,169	2393	382,01
НАРСТ	Стена наружная	0,154	0,130	0,040	3,503	0,285	5042	470,95
ОК	Окно наружное (фонарь)					1,050	1549	38,47
ПОЛ1	Пол по грунту склад	0,500	1,294		1,680	0,595	1246	305,70
ПОЛ2	Пол по грунту админ	0,580	1,430		5,109	0,196	130	37,05
СТВН	Стена внутренняя	0,120	0,130	0,130	0,410	2,439	0	60,42

Итоги - Ведомость помещений

2.3. Розраунок тепловтрат

Таблица 2.3

Итоги - Ведомость помещений

Символ	$\theta_{int}, \text{Е}$	A	V	Φ_{HL}	F1	Hi	n50	nmin	Vmin	Vinfv	Vm.infv	Vsu min
	$^{\circ}\text{C}$	м2	м3	Вт	м	м	1/ч	1/ч	м3/ч	м3/ч	м3/ч	м3/ч
101	16,0	296,44	1763,8	23710	0,00	5,95	3,5	1,00	1763,8	617,3	0,0	1763,8
102	16,0	13,68	81,4	3326	0,00	5,95	3,5	0,30	24,4	17,1		
103	20,0	15,00	42,0	1203	0,00	2,80	3,5	1,50	63,0	8,8	0,0	63,0
104	16,0	14,22	39,8	3631	0,00	2,80	3,5	5,00	199,1	13,9		
105/6	25,0	6,50	18,2	524	0,00	2,80	3,5	0,50	9,1	0,0		
108	25,0	3,30	9,2	313	0,00	2,80	3,5	0,50	4,6	0,0	0,0	30,0
110	20,0	19,96	55,9	831	0,00	2,80	3,5	0,50	27,9	11,7	0,0	27,9
111	20,0	7,32	20,5	913	0,00	2,80	3,5	0,50	10,2	4,3	0,0	10,2
112	25,0	3,59	10,1	372	0,00	2,80	3,5	0,50	5,0	0,0	0,0	30,0
113	16,0	5,13	35,1	977	0,00	6,85	3,5	0,30	10,5	7,4	0,0	10,5
114	20,0	32,60	91,3	2224	0,00	2,80	3,5	1,00	91,3	19,2	0,0	91,3
115	16,0	6,99	19,6	620	0,00	2,80	3,5	0,50	9,8	4,1	0,0	9,8
116	18,0	10,06	28,2	1089	0,00	2,80	3,5	0,50	14,1	5,9	0,0	14,1
120	20,0	27,37	76,6	2182	0,00	2,80	3,5	1,00	76,6	16,1	0,0	76,6
121	20,0	13,94	39,0	1295	0,00	2,80	3,5	1,00	39,0	8,2	0,0	39,0
202	20,0	62,18	174,1	3465	3,00	2,80	3,5	1,00	174,1	36,6	0,0	174,1
204	25,0	3,30	9,2	240	3,00	2,80	3,5	0,50	4,6	0,0	0,0	30,0
207	20,0	18,49	51,8	1574	3,60	2,80	3,5	1,00	51,8	10,9	0,0	51,8
208	25,0	3,59	10,1	330	3,60	2,80	3,5	0,50	5,0	0,0	0,0	30,0
209	20,0	10,06	28,2	1069	3,60	2,80	3,5	1,00	28,2	5,9	0,0	28,2
210	20,0	6,99	19,6	691	3,60	2,80	3,5	1,00	19,6	4,1	0,0	19,6
211	20,0	20,86	58,4	2283	3,60	2,80	3,5	0,50	29,2	20,4	0,0	29,2

Итоги - Ведомость помещений

Продовження таблиці 2.3.

Vsu	Vex min	Vex	n	Vv	θv	φT	φV	HT	HV	fh	φ	φHL, A	φHL, V	φHL, c
м3/ч	м3/ч	м3/ч	1/ч	м3/ч	°C	Вт	Вт	Вт/К	Вт/К		Вт	Вт/м2	Вт/м3	Вт
1763,8	1763,8	1763,8	1,4	2381,2	4,7	11442	9175	301,10	241,46	1,15	23710	80,0	13,4	23710
			0,3	24,4	-22,0	2577	315	67,81	8,30	1,15	3326	243,1	40,9	3326
63,0	63,0	63,0	1,7	71,8	3,8	807	396	19,23	9,42	1,00	1203	80,2	28,7	1203
			5,0	199,1	-22,0	1059	2572	27,88	67,69	1,00	3631	255,4	91,2	3631
			0,5	9,1	-22,0	378	145	8,05	3,09	1,00	524	80,6	28,8	524
30,0	30,0	30,0	3,2	30,0	14,0	201	112	4,28	2,39	1,00	313	94,9	33,9	313
27,9	27,9	27,9	0,7	39,7	3,4	607	225	14,45	5,35	1,00	831	41,7	14,9	831
10,2	10,2	10,2	0,7	14,6	3,4	831	82	19,78	1,96	1,00	913	124,7	44,6	913
30,0	30,0	30,0	3,0	30,0	14,0	260	112	5,52	2,39	1,00	372	103,6	37,0	372
10,5	10,5	10,5	0,5	17,9	-0,8	747	103	19,65	2,70	1,15	977	190,4	27,8	977
91,3	91,3	91,3	1,2	110,4	7,8	1764	460	41,99	10,95	1,00	2224	68,2	24,4	2224
9,8	9,8	9,8	0,7	13,9	3,4	560	60	14,73	1,57	1,00	620	88,6	31,7	620
14,1	14,1	14,1	0,7	20,0	3,4	989	100	24,72	2,49	1,00	1089	108,2	38,6	1089
76,6	76,6	76,6	1,2	92,7	7,8	1796	386	42,75	9,19	1,00	2182	79,7	28,5	2182
39,0	39,0	39,0	1,2	47,2	7,8	1098	197	26,14	4,68	1,00	1295	92,9	33,2	1295
174,1	174,1	174,1	1,2	210,7	2,3	2197	1268	52,30	30,19	1,00	3465	55,7	19,9	3465
30,0	30,0	30,0	3,2	30,0	14,0	128	112	2,72	2,39	1,00	240	72,7	26,0	240
51,8	51,8	51,8	1,2	62,6	7,8	1313	261	31,26	6,21	1,00	1574	85,1	30,4	1574
30,0	30,0	30,0	3,0	30,0	14,0	218	112	4,64	2,39	1,00	330	92,0	32,9	330
28,2	28,2	28,2	1,2	34,1	7,8	928	142	22,08	3,38	1,00	1069	106,3	38,0	1069
19,6	19,6	19,6	1,2	23,7	7,8	593	99	14,11	2,35	1,00	691	98,9	35,3	691
29,2	29,2	29,2	0,9	49,6	-0,8	1932	351	45,99	8,37	1,00	2283	109,4	39,1	2283

Експорт таблиць

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
П	А			0,65	20	8060	0,096	0,286	104,0	0,3	80
П	А			1,30	20	3345	0,040	0,119	19,0	2,7	44
П	А			0,85	20	8060	0,096	0,286	104,0	0,3	101
П	В			0,40	16	1020	0,012	0,118	24,1	0,8	15
П	В			0,50	16	1020	0,012	0,118	23,9	728,1	5113
				RTR-KW настройка 4 dn 15 мм							
				авторитет 0.62 Kv = 0.199 м3/ч							
П	В			10,00	16	1020	0,012	0,118	24,1	0,3	243
П	В			0,70	16	1020	0,012	0,118	24,1	0,3	19
П	А			3,00	15	2015	0,024	0,161	59,9	0,3	183
П	В			0,40	16	995	0,012	0,116	22,8	1,5	19
П	В			0,50	16	995	0,012	0,115	22,6	741,8	4959
				RTR-KW настройка 4 dn 15 мм							
				авторитет 0.62 Kv = 0.198 м3/ч							
П	В			10,00	16	995	0,012	0,116	22,8	0,3	230
П	В			0,70	16	995	0,012	0,116	22,8	0,3	18
П	А			3,00	15	3015	0,036	0,241	130,7	0,8	415
П	В			0,40	16	1000	0,012	0,116	23,1	1,5	19
П	В			0,50	16	1000	0,012	0,116	22,9	751,8	5078
				RTR-KW настройка 4 dn 15 мм							
				авторитет 0.65 Kv = 0.196 м3/ч							
П	В			10,00	16	1000	0,012	0,116	23,1	0,3	233
П	В			0,70	16	1000	0,012	0,116	23,1	0,3	18
П	А			3,00	20	3915	0,047	0,139	25,6	0,4	81
П	В			0,40	16	900	0,011	0,105	17,5	1,5	15
П	В			0,50	16	900	0,011	0,104	17,0	1060,4	5797
				RTR-KW настройка 3.5 dn 15 мм							
				авторитет 0.77 Kv = 0.165 м3/ч							
П	В			10,00	16	900	0,011	0,105	17,4	0,3	176
П	В			0,70	16	900	0,011	0,105	17,5	0,3	14
П	А			1,35	20	4715	0,056	0,167	36,7	0,3	54
П	В			0,50	16	800	0,010	0,093	11,4	1346,3	5812
				RTR-KW настройка 3 dn 15 мм							
				авторитет 0.80 Kv = 0.147 м3/ч							
П	В			10,00	16	800	0,010	0,093	11,8	0,3	119
П	В			0,70	16	800	0,010	0,093	11,8	0,3	10
П	В			0,40	16	800	0,010	0,093	11,8	1,5	11
П	А			3,00	15	745	0,009	0,059	3,7	0,3	12
П	А			0,15	15	315	0,004	0,025	1,6	0,3	0
П	В			0,40	16	315	0,004	0,037	3,1	0,8	2
П	В			10,00	16	315	0,004	0,037	3,1	0,3	31
П	В			0,70	16	315	0,004	0,037	3,1	0,3	2
П	В			0,50	16	315	0,004	0,036	3,3	10671,1	7102
				RTR-KW настройка 2 dn 15 мм							
				авторитет 0.85 Kv = 0.052 м3/ч							
П	В			0,40	16	430	0,005	0,050	4,2	1,5	4
П	В			10,00	16	430	0,005	0,050	4,2	0,3	42
П	В			0,70	16	430	0,005	0,050	4,2	0,3	3
П	В			0,50	16	430	0,005	0,050	4,3	5460,4	6793
				RTR-KW настройка 2.5 dn 15 мм							
				авторитет 0.84 Kv = 0.073 м3/ч							
П	А			3,00	15	1185	0,014	0,095	18,9	0,3	58
П	В			0,40	16	440	0,005	0,051	4,2	1,5	4

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
П	В			10,00	16	440	0,005	0,051	4,3	0,3	43
П	В			0,70	16	440	0,005	0,051	4,3	0,3	3
П	В			0,50	16	440	0,005	0,051	4,4	5016,7	6537
				RTR-KW настройка 2.5 dn 15 мм							
				авторитет 0.83 Kv = 0.076 м3/ч							
П	А			3,00	15	1615	0,019	0,129	39,1	0,3	120
П	В			0,40	16	430	0,005	0,050	4,1	1,5	4
П	В			10,00	16	430	0,005	0,050	4,2	0,3	42
П	В			0,70	16	430	0,005	0,050	4,1	0,3	3
П	В			0,50	16	430	0,005	0,050	4,3	5095,4	6341
				RTR-KW настройка 2.5 dn 15 мм							
				авторитет 0.84 Kv = 0.075 м3/ч							
П	А			1,00	15	2015	0,024	0,161	59,8	0,9	71
П	В			0,40	16	400	0,005	0,047	3,8	1,5	3
П	В			10,00	16	400	0,005	0,046	3,9	0,3	39
П	В			0,50	16	400	0,005	0,046	3,9	5819,8	6287
				RTR-KW настройка 2.5 dn 15 мм							
				авторитет 0.86 Kv = 0.071 м3/ч							
П	В			0,70	16	400	0,005	0,047	3,9	0,3	3
П	А			1,59	15	1330	0,016	0,106	26,7	0,3	44
П	А			3,54	15	1140	0,014	0,091	15,0	0,3	54
П	А			2,46	15	880	0,011	0,070	5,4	0,3	14
П	В			0,40	16	190	0,002	0,022	1,9	1,5	1
П	В			10,00	16	190	0,002	0,022	1,9	0,3	19
П	В			0,50	16	190	0,002	0,022	2,0	22470,1	5445
				RTR-KW настройка 1.5 dn 15 мм							
				авторитет 0.74 Kv = 0.036 м3/ч							
П	В			0,70	16	190	0,002	0,022	1,9	0,3	1
П	В			0,38	16	260	0,003	0,030	2,6	1,5	2
П	В			10,00	16	260	0,003	0,030	2,6	0,3	27
П	В			0,50	16	260	0,003	0,030	2,7	12378,7	5620
				RTR-KW настройка 2 dn 15 мм							
				авторитет 0.74 Kv = 0.048 м3/ч							
П	В			0,70	16	260	0,003	0,030	2,6	0,3	2
П	В			0,40	16	300	0,004	0,035	3,0	1,5	2
П	В			10,00	16	300	0,004	0,035	3,0	0,3	31
П	В			0,50	16	300	0,004	0,035	3,1	9543,9	5769
				RTR-KW настройка 2 dn 15 мм							
				авторитет 0.74 Kv = 0.055 м3/ч							
П	В			0,70	16	300	0,004	0,035	3,0	0,3	2
П	А			3,29	15	580	0,007	0,046	3,0	0,3	10
П	В			0,40	16	310	0,004	0,036	3,1	1,5	2
П	В			10,00	16	310	0,004	0,036	3,2	0,3	32
П	В			0,50	16	310	0,004	0,036	3,2	9294,8	5998
				RTR-KW настройка 2 dn 15 мм							
				авторитет 0.75 Kv = 0.056 м3/ч							
П	В			0,70	16	310	0,004	0,036	3,1	0,3	2
П	В			0,40	16	270	0,003	0,031	2,7	0,8	1
П	В			10,00	16	270	0,003	0,031	2,8	0,3	28
П	В			0,50	16	270	0,003	0,031	2,8	12699,6	6213
				RTR-KW настройка 2 dn 15 мм							
				авторитет 0.75 Kv = 0.048 м3/ч							
П	В			0,70	16	270	0,003	0,031	2,8	0,3	2
П	А			3,00	15	1020	0,012	0,081	10,2	0,3	31

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
П	А			2,85	15	315	0,004	0,025	1,6	0,0	5
П	А			2,62	15	270	0,003	0,021	1,4	0,3	4
П	А			25,00	15	1330	0,016	0,106	27,0	0,8	680
П	А			5,55	20	4715	0,056	0,167	36,7	2,7	241
П	А			0,40	20	8060	0,096	0,286	104,0	0,0	42
О	А			1,38	20	8060	0,096	0,282	104,5	0,3	156
О	А			2,10	20	3345	0,040	0,117	19,5	2,7	59
О	А			1,00	20	8060	0,096	0,282	104,5	0,3	116
О	А			3,00	15	2015	0,024	0,159	60,7	0,3	186
О	В			0,40	16	1020	0,012	0,117	17,2	1,3	16
О	В			0,50	16	1020	0,012	0,117	17,6	0,3	11
О	В			10,00	16	1020	0,012	0,117	17,6	0,3	178
О	В			0,70	16	1020	0,012	0,117	17,2	0,3	14
О	А			3,00	15	3015	0,036	0,238	131,6	1,3	431
О	А			3,00	20	3915	0,047	0,137	26,0	0,4	82
О	А			1,25	20	4715	0,056	0,165	37,1	0,3	50
О	А			3,00	15	315	0,004	0,025	2,3	0,3	7
О	В			0,40	16	315	0,004	0,036	4,5	1,3	3
О	В			0,70	16	315	0,004	0,036	4,5	0,3	3
О	В			10,00	16	315	0,004	0,036	4,3	0,3	43
О	В			0,50	16	315	0,004	0,036	4,3	0,3	2
О	А			3,00	15	745	0,009	0,059	5,4	0,3	17
О	А			3,00	15	1185	0,014	0,093	9,3	0,3	29
О	А			3,00	15	1615	0,019	0,127	30,6	0,3	94
О	А			0,85	15	2015	0,024	0,159	60,9	0,6	59
О	А			1,45	15	1330	0,016	0,105	12,9	0,3	20
О	А			3,58	15	1140	0,014	0,090	8,5	0,3	32
О	А			2,49	15	880	0,011	0,069	6,4	0,3	17
О	В			0,40	16	190	0,002	0,022	3,0	1,0	1
О	В			10,00	16	190	0,002	0,022	2,9	0,3	30
О	В			0,50	16	190	0,002	0,022	2,9	0,3	2
О	В			0,70	16	190	0,002	0,022	3,0	0,3	2
О	В			0,40	16	260	0,003	0,030	3,7	1,0	2
О	В			10,00	16	260	0,003	0,030	3,7	0,3	37
О	В			0,50	16	260	0,003	0,030	3,7	0,3	2
О	В			0,70	16	260	0,003	0,030	3,7	0,3	3
О	В			0,40	16	300	0,004	0,034	4,1	1,0	2
О	В			10,00	16	300	0,004	0,034	4,1	0,3	41
О	В			0,50	16	300	0,004	0,034	4,1	0,3	2
О	В			0,70	16	300	0,004	0,034	4,1	0,3	3
О	А			3,32	15	580	0,007	0,046	4,2	0,3	14
О	В			0,40	16	310	0,004	0,036	4,3	1,0	2
О	В			10,00	16	310	0,004	0,036	4,2	0,3	42
О	В			0,50	16	310	0,004	0,036	4,2	0,3	2
О	В			0,70	16	310	0,004	0,036	4,2	0,3	3
О	В			0,40	16	270	0,003	0,031	3,9	1,3	2
О	В			10,00	16	270	0,003	0,031	3,8	0,3	38
О	В			0,50	16	270	0,003	0,031	3,8	0,3	2
О	В			0,70	16	270	0,003	0,031	3,8	0,3	3
О	А			3,00	15	1020	0,012	0,080	7,0	0,3	22
О	А			2,65	15	270	0,003	0,021	2,0	0,3	5
О	А			4,65	20	4715	0,056	0,165	37,1	2,7	209
О	А			25,00	15	1330	0,016	0,105	12,9	1,3	329
О	А			0,55	20	8060	0,096	0,282	104,5	0,0	57

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
О	В			0,40	16	995	0,012	0,114	15,9	1,0	13
О	В			0,50	16	995	0,012	0,114	16,2	0,3	10
О	В			10,00	16	995	0,012	0,114	16,2	0,3	164
О	В			0,70	16	995	0,012	0,114	15,9	0,3	13
О	В			0,40	16	1000	0,012	0,115	16,2	1,0	13
О	В			0,50	16	1000	0,012	0,115	16,5	0,3	10
О	В			10,00	16	1000	0,012	0,115	16,5	0,3	167
О	В			0,70	16	1000	0,012	0,115	16,2	0,3	13
О	В			0,40	16	900	0,011	0,103	12,4	1,0	10
О	В			0,50	16	900	0,011	0,103	12,4	0,3	8
О	В			10,00	16	900	0,011	0,103	12,4	0,3	126
О	В			0,70	16	900	0,011	0,103	12,4	0,3	10
О	В			0,50	16	800	0,010	0,092	10,1	0,3	6
О	В			10,00	16	800	0,010	0,092	10,2	0,3	103
О	В			0,70	16	800	0,010	0,092	10,4	0,3	9
О	В			0,40	16	800	0,010	0,092	10,4	1,0	8
О	В			0,40	16	430	0,005	0,049	5,8	1,0	4
О	В			0,70	16	430	0,005	0,049	5,8	0,3	4
О	В			10,00	16	430	0,005	0,049	5,6	0,3	56
О	В			0,50	16	430	0,005	0,049	5,6	0,3	3
О	В			0,40	16	440	0,005	0,050	6,1	1,0	4
О	В			0,70	16	440	0,005	0,050	6,1	0,3	5
О	В			10,00	16	440	0,005	0,050	5,9	0,3	60
О	В			0,50	16	440	0,005	0,050	5,9	0,3	3
О	В			0,40	16	430	0,005	0,049	5,8	1,0	4
О	В			0,70	16	430	0,005	0,049	5,8	0,3	4
О	В			10,00	16	430	0,005	0,049	5,6	0,3	56
О	В			0,50	16	430	0,005	0,049	5,6	0,3	3
О	В			0,40	16	400	0,005	0,046	5,2	1,0	3
О	В			10,00	16	400	0,005	0,046	5,1	0,3	52
О	В			0,50	16	400	0,005	0,046	5,1	0,3	3
О	В			0,70	16	400	0,005	0,046	5,2	0,3	4

Таблица 2.5

Экспорт таблицы

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: в помещении: 502											
dPцк =		8318 Па		dPгр =		1376 Па		dH = 14.70 м		Лцк = 57.3 м	
П	А			0,40	20	8060	0,096	0,286	104,0	0,0	42
П	А			0,65	20	8060	0,096	0,286	104,0	0,3	80
П	А			0,85	20	8060	0,096	0,286	104,0	0,3	101
П	А			1,30	20	3345	0,040	0,119	19,0	2,7	44
П	А			1,00	15	2015	0,024	0,161	59,8	0,9	71
П	А			3,00	15	1615	0,019	0,129	39,1	0,3	120
П	А			3,00	15	1185	0,014	0,095	18,9	0,3	58
П	А			3,00	15	745	0,009	0,059	3,7	0,3	12
П	А			0,15	15	315	0,004	0,025	1,6	0,3	0
П	А			2,85	15	315	0,004	0,025	1,6	0,0	5
П	В			0,40	16	315	0,004	0,037	3,1	0,8	2
П	В			0,70	16	315	0,004	0,037	3,1	0,3	2
П	В			10,00	16	315	0,004	0,037	3,1	0,3	31
П	В			0,50	16	315	0,004	0,036	3,3	10671,1	7102
				RTR-KW настройка 2				dn 15 мм			
				авторитет 0.85				Kv = 0.052 м3/ч			
				Отоп.пр.: FH0-20-50				n = 4 эл. l = 0.40 м			
О	В			0,50	16	315	0,004	0,036	4,3	0,3	2
О	В			10,00	16	315	0,004	0,036	4,3	0,3	43
О	В			0,70	16	315	0,004	0,036	4,5	0,3	3
О	В			0,40	16	315	0,004	0,036	4,5	1,3	3
О	А			3,00	15	315	0,004	0,025	2,3	0,3	7
О	А			3,00	15	745	0,009	0,059	5,4	0,3	17
О	А			3,00	15	1185	0,014	0,093	9,3	0,3	29
О	А			3,00	15	1615	0,019	0,127	30,6	0,3	94
О	А			0,85	15	2015	0,024	0,159	60,9	0,6	59
О	А			2,10	20	3345	0,040	0,117	19,5	2,7	59
О	А			1,38	20	8060	0,096	0,282	104,5	0,3	156
О	А			1,00	20	8060	0,096	0,282	104,5	0,3	116
О	А			0,55	20	8060	0,096	0,282	104,5	0,0	57
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: в помещении: 402											
dPцк =		8028 Па		dPгр =		1086 Па		dH = 11.70 м		Лцк = 51.3 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											526
П	В			0,40	16	430	0,005	0,050	4,2	1,5	4
П	В			0,70	16	430	0,005	0,050	4,2	0,3	3
П	В			10,00	16	430	0,005	0,050	4,2	0,3	42
П	В			0,50	16	430	0,005	0,050	4,3	5460,4	6793
				RTR-KW настройка 2.5				dn 15 мм			
				авторитет 0.84				Kv = 0.073 м3/ч			
				Отоп.пр.: FH0-20-50				n = 5 эл. l = 0.50 м			
О	В			0,50	16	430	0,005	0,049	5,6	0,3	3
О	В			10,00	16	430	0,005	0,049	5,6	0,3	56
О	В			0,70	16	430	0,005	0,049	5,8	0,3	4
О	В			0,40	16	430	0,005	0,049	5,8	1,0	4
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											588
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: в помещении: 302											
dPцк =		7749 Па		dPгр =		807 Па		dH = 8.70 м		Лцк = 45.3 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											515
П	В			0,40	16	440	0,005	0,051	4,2	1,5	4

Тип уча	Тип тру	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
		Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
П	В			0,70	16	440	0,005	0,051	4,3	0,3	3
П	В			10,00	16	440	0,005	0,051	4,3	0,3	43
П	В			0,50	16	440	0,005	0,051	4,4	5016,7	6537
				RTR-KW настройка 2.5 dn 15 мм							
				авторитет 0.83 Kv = 0.076 м3/ч							
				Отоп.пр.: FH0-20-50 n = 6 эл. l = 0.60 м		4					
О	В			0,50	16	440	0,005	0,050	5,9	0,3	3
О	В			10,00	16	440	0,005	0,050	5,9	0,3	60
О	В			0,70	16	440	0,005	0,050	6,1	0,3	5
О	В			0,40	16	440	0,005	0,050	6,1	1,0	4
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											572
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: в помещении: 202											
dPцк = 7460 Па dPгр = 518 Па dH = 5.70 м Лцк = 39.3 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											457
П	В			0,40	16	430	0,005	0,050	4,1	1,5	4
П	В			0,70	16	430	0,005	0,050	4,1	0,3	3
П	В			10,00	16	430	0,005	0,050	4,2	0,3	42
П	В			0,50	16	430	0,005	0,050	4,3	5095,4	6341
				RTR-KW настройка 2.5 dn 15 мм							
				авторитет 0.84 Kv = 0.075 м3/ч							
				Отоп.пр.: FH0-20-50 n = 5 эл. l = 0.50 м		4					
О	В			0,50	16	430	0,005	0,049	5,6	0,3	3
О	В			10,00	16	430	0,005	0,049	5,6	0,3	56
О	В			0,70	16	430	0,005	0,049	5,8	0,3	4
О	В			0,40	16	430	0,005	0,049	5,8	1,0	4
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											542
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: в помещении: 102											
dPцк = 7182 Па dPгр = 241 Па dH = 2.70 м Лцк = 33.3 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											337
П	В			0,40	16	400	0,005	0,047	3,8	1,5	3
П	В			0,70	16	400	0,005	0,047	3,9	0,3	3
П	В			10,00	16	400	0,005	0,046	3,9	0,3	39
П	В			0,50	16	400	0,005	0,046	3,9	5819,8	6287
				RTR-KW настройка 2.5 dn 15 мм							
				авторитет 0.86 Kv = 0.071 м3/ч							
				Отоп.пр.: FH0-20-50 n = 5 эл. l = 0.50 м		4					
О	В			0,50	16	400	0,005	0,046	5,1	0,3	3
О	В			10,00	16	400	0,005	0,046	5,1	0,3	52
О	В			0,70	16	400	0,005	0,046	5,2	0,3	4
О	В			0,40	16	400	0,005	0,046	5,2	1,0	3
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											448
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: в помещении: 301											
dPцк = 7700 Па dPгр = 758 Па dH = 9.10 м Лцк = 96.6 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											266
П	А			25,00	15	1330	0,016	0,106	27,0	0,8	680
П	А			1,59	15	1330	0,016	0,106	26,7	0,3	44
П	А			3,54	15	1140	0,014	0,091	15,0	0,3	54
П	А			2,46	15	880	0,011	0,070	5,4	0,3	14
П	В			0,40	16	300	0,004	0,035	3,0	1,5	2
П	В			0,70	16	300	0,004	0,035	3,0	0,3	2
П	В			10,00	16	300	0,004	0,035	3,0	0,3	31

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
П	В			0,50	16	300	0,004	0,035	3,1	9543,9	5769
RTR-KW настройка 2 dn 15 мм											
авторитет 0.74 Kv = 0.055 м3/ч											
Отоп.пр.: FH0-20-50 n = 4 эл. l = 0.40 м											
О	В			0,50	16	300	0,004	0,034	4,1	0,3	2
О	В			10,00	16	300	0,004	0,034	4,1	0,3	41
О	В			0,70	16	300	0,004	0,034	4,1	0,3	3
О	В			0,40	16	300	0,004	0,034	4,1	1,0	2
О	А			2,49	15	880	0,011	0,069	6,4	0,3	17
О	А			3,58	15	1140	0,014	0,090	8,5	0,3	32
О	А			1,45	15	1330	0,016	0,105	12,9	0,3	20
О	А			25,00	15	1330	0,016	0,105	12,9	1,3	329
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											389
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: в помещении: 401											
dPцк = 7956 Па dPгр = 1014 Па dH = 12.30 м Лцк = 103.2 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											1058
П	А			3,29	15	580	0,007	0,046	3,0	0,3	10
П	В			0,40	16	310	0,004	0,036	3,1	1,5	2
П	В			0,70	16	310	0,004	0,036	3,1	0,3	2
П	В			10,00	16	310	0,004	0,036	3,2	0,3	32
П	В			0,50	16	310	0,004	0,036	3,2	9294,8	5998
RTR-KW настройка 2 dn 15 мм											
авторитет 0.75 Kv = 0.056 м3/ч											
Отоп.пр.: FH0-20-50 n = 4 эл. l = 0.40 м											
О	В			0,50	16	310	0,004	0,036	4,2	0,3	2
О	В			10,00	16	310	0,004	0,036	4,2	0,3	42
О	В			0,70	16	310	0,004	0,036	4,2	0,3	3
О	В			0,40	16	310	0,004	0,036	4,3	1,0	2
О	А			3,32	15	580	0,007	0,046	4,2	0,3	14
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											787
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: в помещении: 501											
dPцк = 8169 Па dPгр = 1228 Па dH = 14.85 м Лцк = 108.4 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											1068
П	А			2,62	15	270	0,003	0,021	1,4	0,3	4
П	В			0,40	16	270	0,003	0,031	2,7	0,8	1
П	В			0,70	16	270	0,003	0,031	2,8	0,3	2
П	В			10,00	16	270	0,003	0,031	2,8	0,3	28
П	В			0,50	16	270	0,003	0,031	2,8	12699,6	6213
RTR-KW настройка 2 dn 15 мм											
авторитет 0.75 Kv = 0.048 м3/ч											
Отоп.пр.: FH0-20-50 n = 4 эл. l = 0.40 м											
О	В			0,50	16	270	0,003	0,031	3,8	0,3	2
О	В			10,00	16	270	0,003	0,031	3,8	0,3	38
О	В			0,70	16	270	0,003	0,031	3,8	0,3	3
О	В			0,40	16	270	0,003	0,031	3,9	1,3	2
О	А			2,65	15	270	0,003	0,021	2,0	0,3	5
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											801
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: в помещении: 201											
dPцк = 7509 Па dPгр = 568 Па dH = 6.70 м Лцк = 91.6 м											
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											1044
П	В			0,38	16	260	0,003	0,030	2,6	1,5	2

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
П	В			0,70	16	260	0,003	0,030	2,6	0,3	2
П	В			10,00	16	260	0,003	0,030	2,6	0,3	27
П	В			0,50	16	260	0,003	0,030	2,7	12378,7	5620
				RTR-KW настройка 2				dn 15 мм			
				авторитет 0.74		Kv = 0.048 м3/ч					
				Отоп.пр.: FH0-20-50		n = 4 эл.		l = 0.40 м		1	
О	В			0,50	16	260	0,003	0,030	3,7	0,3	2
О	В			10,00	16	260	0,003	0,030	3,7	0,3	37
О	В			0,70	16	260	0,003	0,030	3,7	0,3	3
О	В			0,40	16	260	0,003	0,030	3,7	1,0	2
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											770
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: в помещении: 101											
dPцк =		7231 Па		dPгр =		289 Па		dH =		3.25 м	
								Лцк =		84.5 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											989
П	В			0,40	16	190	0,002	0,022	1,9	1,5	1
П	В			0,70	16	190	0,002	0,022	1,9	0,3	1
П	В			10,00	16	190	0,002	0,022	1,9	0,3	19
П	В			0,50	16	190	0,002	0,022	2,0	22470,1	5445
				RTR-KW настройка 1.5				dn 15 мм			
				авторитет 0.74		Kv = 0.036 м3/ч					
				Отоп.пр.: FH0-20-50		n = 4 эл.		l = 0.40 м		1	
О	В			0,50	16	190	0,002	0,022	2,9	0,3	2
О	В			10,00	16	190	0,002	0,022	2,9	0,3	30
О	В			0,70	16	190	0,002	0,022	3,0	0,3	2
О	В			0,40	16	190	0,002	0,022	3,0	1,0	1
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											739
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: в помещении: 403											
dPцк =		7934 Па		dPгр =		992 Па		dH =		12.05 м	
								Лцк =		58.8 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											222
П	А			5,55	20	4715	0,056	0,167	36,7	2,7	241
П	А			1,35	20	4715	0,056	0,167	36,7	0,3	54
П	А			3,00	20	3915	0,047	0,139	25,6	0,4	81
П	А			3,00	15	3015	0,036	0,241	130,7	0,8	415
П	А			3,00	15	2015	0,024	0,161	59,9	0,3	183
П	В			0,40	16	995	0,012	0,116	22,8	1,5	19
П	В			0,70	16	995	0,012	0,116	22,8	0,3	18
П	В			10,00	16	995	0,012	0,116	22,8	0,3	230
П	В			0,50	16	995	0,012	0,115	22,6	741,8	4959
				RTR-KW настройка 4				dn 15 мм			
				авторитет 0.62		Kv = 0.198 м3/ч					
				Отоп.пр.: FH0-20-50		n = 12 эл.		l = 1.20 м		22	
О	В			0,50	16	995	0,012	0,114	16,2	0,3	10
О	В			10,00	16	995	0,012	0,114	16,2	0,3	164
О	В			0,70	16	995	0,012	0,114	15,9	0,3	13
О	В			0,40	16	995	0,012	0,114	15,9	1,0	13
О	А			3,00	15	2015	0,024	0,159	60,7	0,3	186
О	А			3,00	15	3015	0,036	0,238	131,6	1,3	431
О	А			3,00	20	3915	0,047	0,137	26,0	0,4	82
О	А			1,25	20	4715	0,056	0,165	37,1	0,3	50
О	А			4,65	20	4715	0,056	0,165	37,1	2,7	209
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											330

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стояк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: в помещении: 503											
dPцк =		8170 Па		dPгр =		1228 Па		dH = 15.05 м		Лцк = 64.8 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											1196
П	А			3,00	15	1020	0,012	0,081	10,2	0,3	31
П	В			0,40	16	1020	0,012	0,118	24,1	0,8	15
П	В			0,70	16	1020	0,012	0,118	24,1	0,3	19
П	В			10,00	16	1020	0,012	0,118	24,1	0,3	243
П	В			0,50	16	1020	0,012	0,118	23,9	728,1	5113
				RTR-KW настройка 4 dn 15 мм							
				авторитет 0.62 Kv = 0.199 м3/ч							
				Отоп.пр.: FH0-20-50 n = 12 эл. l = 1.20 м				23			
О	В			0,50	16	1020	0,012	0,117	17,6	0,3	11
О	В			10,00	16	1020	0,012	0,117	17,6	0,3	178
О	В			0,70	16	1020	0,012	0,117	17,2	0,3	14
О	В			0,40	16	1020	0,012	0,117	17,2	1,3	16
О	А			3,00	15	1020	0,012	0,080	7,0	0,3	22
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											1289
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: в помещении: 303											
dPцк =		7691 Па		dPгр =		749 Па		dH = 9.05 м		Лцк = 52.8 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											1013
П	В			0,40	16	1000	0,012	0,116	23,1	1,5	19
П	В			0,70	16	1000	0,012	0,116	23,1	0,3	18
П	В			10,00	16	1000	0,012	0,116	23,1	0,3	233
П	В			0,50	16	1000	0,012	0,116	22,9	751,8	5078
				RTR-KW настройка 4 dn 15 мм							
				авторитет 0.65 Kv = 0.196 м3/ч							
				Отоп.пр.: FH0-20-50 n = 12 эл. l = 1.20 м				22			
О	В			0,50	16	1000	0,012	0,115	16,5	0,3	10
О	В			10,00	16	1000	0,012	0,115	16,5	0,3	167
О	В			0,70	16	1000	0,012	0,115	16,2	0,3	13
О	В			0,40	16	1000	0,012	0,115	16,2	1,0	13
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											1103
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: в помещении: 203											
dPцк =		7444 Па		dPгр =		503 Па		dH = 6.05 м		Лцк = 46.8 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											598
П	В			0,40	16	900	0,011	0,105	17,5	1,5	15
П	В			0,70	16	900	0,011	0,105	17,5	0,3	14
П	В			10,00	16	900	0,011	0,105	17,4	0,3	176
П	В			0,50	16	900	0,011	0,104	17,0	1060,4	5797
				RTR-KW настройка 3.5 dn 15 мм							
				авторитет 0.77 Kv = 0.165 м3/ч							
				Отоп.пр.: FH0-20-50 n = 10 эл. l = 1.00 м				18			
О	В			0,50	16	900	0,011	0,103	12,4	0,3	8
О	В			10,00	16	900	0,011	0,103	12,4	0,3	126
О	В			0,70	16	900	0,011	0,103	12,4	0,3	10
О	В			0,40	16	900	0,011	0,103	12,4	1,0	10
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											672
Стояк Цирк. кольцо отоп. пр.: в помещении: 103											
dPцк =		7199 Па		dPгр =		257 Па		dH = 3.05 м		Лцк = 40.8 м	
Гидравлическое сопротивление совместных подающих участков:											517
П	В			0,40	16	800	0,010	0,093	11,8	1,5	11

Тип	Тип	Номер		L	dn	Q	G	w	R	Dzeta	dP
уча	тру	Стойк	Участ.	[м]	[мм]	[Вт]	[кг/с]	[м/с]	[Па/м]		[Па]
П	В			0,70	16	800	0,010	0,093	11,8	0,3	10
П	В			10,00	16	800	0,010	0,093	11,8	0,3	119
П	В			0,50	16	800	0,010	0,093	11,4	1346,3	5812
				RTR-KW		настройка 3		dn 15 мм			
				авторитет		0.80		Kv = 0.147 м3/ч			
				Отоп. пр. : FH0-20-50		n = 9 эл.		l = 0.90 м		14	
О	В			0,50	16	800	0,010	0,092	10,1	0,3	6
О	В			10,00	16	800	0,010	0,092	10,2	0,3	103
О	В			0,70	16	800	0,010	0,092	10,4	0,3	9
О	В			0,40	16	800	0,010	0,092	10,4	1,0	8
Гидравлическое сопротивление совместных обратных участков:											590

2.5. Баланс повітрообмінів для системи вентиляції

Таблиця 2.6

№ п/п	Найменування	Площа м ²	Об'єм м ³	Розрах. t °C	Кратність повітрообміну в годіну приплив		Повітрообмін м ³ /год приплив		Прим.
					вентиляція	жякк	вентиляція	жякк	
101	Коридор	5,42	17,89	16	—	—	—	—	
102	Гостьова кімната	21,70	71,61	18	60 м ³ /год	—	120	120	ПВ2
103	Тамбур	5,96	19,67	18	—	—	60		ПВ2
104	Чоловічий гардероб	12,11	39,97	23	2	2,5	100	120	ПВ2
105	Жіночий гардероб	27,45	90,59	23	2	2,5	200	240	ПВ2
106	Коридор с.в. виробництва	7,07	23,34	16	50 м ³ /год	—	—	25	В4
107	С.в. виробництва	3,24	10,70	16	25 м ³ /год	—	—	75	В4
108	С.в. виробництва	3,23	10,66	16	у мив.	—	—	75	В4
109	Душова виробництва	3,23	10,66	25	75 м ³ /год	—	—	75	В4
110	Санпропускник	17,66	58,28	18	—	—	—	—	
111	Сходова клітина	16,21	53,50	16	—	—	—	—	
112	Гардероб працівників	52,8	174,24	18	60 м ³ /год	—	300	300	ПВ1
113	Електрощитова	7,89	26,04	16	—	—	—	—	
114	Коридор с.в. складу	5,78	19,08	16	25 м ³ /год	—	—	25	В4
115	С.в. складу	2,51	8,29	16	50 м ³ /год	—	—	75	В4
116	Душова складу	2,53	8,35	25	у мив.	—	—	75	В4
117	Склад готової продукції	560,18	3333,08	5	1	1	4000	4000	ПВ1
118	Склад сировини	333,28	1983,02	5	1	1	2300	2300	ПВ1
119	Виробниче приміщення	198,45	654,89	18	1	1	750	750	ПВ2
119а	Фасівка	38,1	125,73	18	2,5	2,5	600	600	ПВ2
120	Лабораторія виробництва	33,81	111,58	18	1	1	100	100	ПВ1
121	ОТК	12,51	41,29	18	—	—	—	—	

Продовження таблиці 2.6.

№ п/п	Найменування	Площа м ²	Об'єм м ³	Розрах. t °C	Кратність повітрообміну в годину		Повітрообмін м ³ /год		Прим.
					приплив	витяжка	приплив	витяжка	
201	Кабінет власника	38,85	128,21	22	60 м ³ /год	—	120	120	ПВ3
202	Кабінет	18,29	60,36	20	80 м ³ /год	—	80	80	ПВ3
203	Кабінет	18,29	60,36	20	80 м ³ /год	—	80	80	ПВ3
204	Кабінет	18,29	60,36	20	80 м ³ /год	—	80	80	ПВ3
205	Кабінет	18,29	60,36	20	80 м ³ /год	—	80	80	ПВ3
206	Кабінет	37,31	123,13	20	60 м ³ /год	—	180	180	ПВ3
207	Кабінет	38,78	127,98	22	60 м ³ /год	—	120	120	ПВ3
208	Кабінет	30,97	102,21	20	60 м ³ /год	—	360	360	ПВ3
209	Службове приміщення	13,09	43,20	20	60 м ³ /год	—	120	120	ПВ3
210	Службове приміщення	12,91	42,61	20	—	—	—	—	
211	Сходово-ва клітина	16,21	53,50	16	—	—	—	—	
212	Коридор	74,97	247,41	16	—	—	—	—	
213	Коридор	38,14	125,87	16	50 м ³ /год	=1	—	—	
214	С. в. офіса	3,24	10,70	16	50 м ³ /год	=1	—	75	В4
215	С. в. офіса	3,23	10,66	16	25 м ³ /год	=1	—	75	В4
216	С. в. офіса	5,28	17,43	16	75 м ³ /год	=1	—	175	В4
217	Приміщення столової	65,65	216,65	18	1,5	1,5	360	360	ПВ3
218	Приміщення венткамери	78,89	260,34	16	1	1	250	250	ПВ1

2.6. Аеродинамічний розрахунок вентиляційної системи

Таблица 2.7.

Аеродинамічний розрахунок вентиляційної системи П1

Номер ділянки	Витрата повітря на ділянку	Довжина ділянки	Розміри поперечного перерізу повітропроводу	Еквівалентний діаметр	Площа поперечного перерізу повітропроводу	Дійсна швидкість повітря в перерізі	Коефіцієнт шорткості	Коефіцієнт K1	Питомі втрати тиску на тертя	Втрати тиску на тертя на всій ділянці $\Delta P_{тр} = R_{дл} \cdot V$	Швидкісний (динамічний) тиск на ділянці $P_d = \rho \cdot v^2 / 2$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці	Коефіцієнт K2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_z = \sum \xi_{дл} P_d K2$	Загальні втрати тиску на ділянці $\Delta P_{дл} = \Delta P_{тр} + \Delta P_z$	Сума втрат тиску від початку мережі	Нев'язка	Коефіцієнт опору дросель-клапана
№ діл.	Lділ, м3/год	lділ, м	AxB або d, мм	dv, мм	fф, м2	Vд, м/с	βш	K1	R, Па/м	ΔPтр, Па	Pд, Па	Σξділ	K2	ΔPz, Па	ΔPділ, Па	ΣΔP, Па	H, %	ξдк
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
МАГІСТРАЛЬ																		
1	1375	2,75	325	-	0,063	6,0626	1,0	1,0	1,300	3,575	22,053	7,89	1,0	173,999	177,574	177,57	-	-
2	2750	10,36	400	-	0,126	6,0626	1,0	1,0	0,950	9,842	22,053	0,50	1,0	11,027	20,869	198,44	-	-
3	5500	10,40	560	-	0,216	7,073	1,0	1,0	0,910	9,464	30,017	0,95	1,0	28,516	37,980	236,42	-	-
4	7123	29,00	710	-	0,396	4,9965	1,0	1,0	0,350	10,150	14,979	0,55	1,0	8,238	18,388	254,81	-	-
ВІДГАЛУДЖЕННЯ																		
5	127	3,12	125	-	0,0123	2,8681	1,0	1,0	1,300	4,056	4,936	3,79	1,0	18,706	22,762	-	21,937748	1,299
6	361	1,18	160	-	0,0255	3,9325	1,0	1,0	1,200	1,416	9,279	2,99	1,0	27,743	29,159	-	-	-
7	488	4,00	180	-	0,0255	5,3159	1,0	1,0	2,000	8,000	16,955	1,90	1,0	32,215	40,215	-	-	-
8	63	2,00	100	-	0,0079	2,2152	1,0	1,0	0,840	1,680	2,944	3,04	1,0	8,950	10,630	-	39,019598	2,315
9	88	0,36	100	-	0,0079	3,0942	1,0	1,0	1,510	0,544	5,745	2,94	1,0	16,889	17,433	-	-	-
10	151	1,50	125	-	0,0123	3,4101	1,0	1,0	4,100	6,150	6,977	2,64	1,0	18,420	24,570	-	44,105651	3,989
11	640	2,00	200	-	0,0314	5,6617	1,0	1,0	2,040	4,080	19,233	0,27	1,0	5,193	9,273	-	-	-
12	184	0,36	125	-	0,0123	4,1554	1,0	1,0	2,100	0,756	10,360	6,64	1,0	68,792	69,548	-	11,568893	0,88
13	823	5,60	225	-	0,04	5,7153	1,0	1,0	1,760	9,856	19,599	0,57	1,0	11,171	21,027	-	-	-
14	200	4,40	140	-	0,0154	3,6075	1,0	1,0	1,350	5,940	7,808	8,29	1,0	64,732	70,672	-	29,09687	3,722
15	1023	1,20	250	-	0,049	5,7993	1,0	1,0	1,620	1,944	20,179	0,38	1,0	7,668	9,612	-	-	-
16	601	0,86	225	-	0,04	4,1736	1,0	1,0	1,050	0,903	10,451	3,04	1,0	31,772	32,675	-	70,101157	7,345
17	1623	3,00	355	-	0,099	4,5539	1,0	1,0	0,700	2,100	12,443	2,34	1,0	29,116	31,216	-	40,571728	7,724
18	1375	2,75	325	-	0,063	6,0626	1,0	1,0	1,300	3,575	22,053	6,89	1,0	151,946	155,521	-	21,629255	1,95

19	1375	2,75	325	-	0,063	6,0626	1,0	1,0	1,300	3,575	22,053	7,89	1,0	173,999	177,574	-	-	-
20	1375	2,75	325	-	0,063	6,0626	1,0	1,0	1,300	3,575	22,053	6,89	1,0	151,946	155,521	-	21,629255	1,95

Таблиця 2.8.

Аеродинамічний розрахунок вентиляційної системи В1

Номер ділянки	Витрата повітря на ділянку	Довжина ділянки	Розміри поперечного перерізу повітропроводу	Еквівалентний діаметр	Площа поперечного перерізу повітропроводу	Дійсна швидкість повітря в перерізі	Коефіцієнт шорсткості	Коефіцієнт K1	Питомі втрати тиску на тертя	Втрати тиску на тертя на всій ділянці $\Delta P_{тер} = R \cdot l \cdot \beta_{ш} \cdot K1$	Швидкісний (динамічний) тиск на ділянці $R_d = \rho \cdot v^2 / 2$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці	Коефіцієнт K2	Втрати тиску на подолання місцевих опорів $\Delta P_z = \sum \xi_{діл} R_d K2$	Загальні втрати тиску на ділянці $\Delta P_{діл} = \Delta P_{тер} + \Delta P_z$	Сума втрат тиску від початку мережі	Нев'язка	Коефіцієнт опору дросель-клапана
№ діл	L діл, м ³ /год	l діл, м	AxB або d, мм	dv, мм	fφ, м ²	Vd, м/с	βш	K1	R, Па/м	ΔPтер, Па	Rd, Па	Σξділ	K2	ΔPz, Па	ΔPділ, Па	ΣΔP, Па	H, %	ξдк
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
МАГІСТРАЛЬ																		
1	100	0,65	100	-	0,0079	3,5162	1,0	1,0	2,000	1,300	7,418	3,39	1,0	25,147	26,447	26,45	-	-
2	200	2,50	125	-	0,0123	4,5167	1,0	1,0	2,400	6,000	12,240	3,00	1,0	36,721	42,721	69,17	-	-
3	298	0,50	140	-	0,0154	5,3752	1,0	1,0	2,900	1,450	17,336	4,20	1,0	72,809	74,259	143,43	-	-
4	396	4,20	160	-	0,02	5,5	1,0	1,0	2,450	10,290	18,150	1,40	1,0	25,410	35,700	179,13	-	-
ВІДГАЛУДЖЕННЯ																		
5	100	0,50	100	-	0,0079	3,5162	1,0	1,0	2,000	1,000	7,418	3,39	1,0	25,147	26,147	-	1,1343303	0,041
6	98	0,30	100	-	0,0079	3,4459	1,0	1,0	1,950	0,585	7,124	2,64	1,0	18,808	19,393	-	71,962348	7,001
7	98	0,65	100	-	0,0079	3,4459	1,0	1,0	1,950	1,268	7,124	2,89	1,0	20,589	21,857	-	84,761099	17,1

3. НАУКОВА ЧАСТИНА

Відповідно до пунктів 2 та 3 статті 2 ЗУ Про енергетичну ефективність будівель, промислові будівлі підлягають під дію цього закону, але на них «не поширюються мінімальні вимоги до енергетичної ефективності будівель та не підлягають сертифікації енергетичної ефективності». Це пов'язано із значною будівельною різноманітністю промислових об'єктів та великим спектром мікрокліматичних вимог до приміщень, які в свою чергу залежать від технологічних процесів виробництва. Однак на думку багатьох енергоаудиторів для кількісної оцінки енергоефективності промислової будівлі доцільно було би розробляти Сертифікати енергоефективності без визначення класу енергоефективності будівлі при проведенні проектування нових підприємств та комплексній термомодернізації існуючих.

Використання існуючих державних методик із сертифікації будівель житлового та громадського призначення для промислових будівель дасть можливість оцінити енергоефективність проектних рішень, що приймаються проектувальником інженерних систем і у першому наближенні порівнювати промислові об'єкти між собою.

З цією метою в чинній роботі було використане комп'ютерне програмне забезпечення Audytor OZC 7.0 PRO європейської фірми Sankom Sp. Z o.o. (Польща) в якому застосовані нормативні методики Мінрегіону України.

Комп'ютерно-аналітичне моделювання річного енергоспоживання промисловою будівлею заводу медичних пластирів дозволило дослідити вплив прийнятих конструктивно-технологічних рішень інженерних систем на значення питомого річного енергоспоживання, та виявити рівень їх впливу.

На наведених нижче таблиці 3.1 та рисунках наведені результати техніко-енергетичного моделювання споживання теплової енергії інженерними системами заводу медичних пластирів при відповідно-прийнятих проектно-технічних рішеннях опалення, вентиляції та кондиціонування (охолодження).

Таблиця 3.1.

Результати енергетичного моделювання проектних рішень інженерних систем

№ рис. та умови моделювання	Аналіз результатів
Рис.1. СО - без нічного зменш. θ_{int} + В - природня + без охолодження	опалення – 81,7%; вентиляція - 0%; кондиціювання - 0%.
Рис.2. СО - нічне зменш. θ_{int} + В - природня + без охолодження.	опалення – 81,7%; вентиляція - 0%; кондиціювання - 0%.
Рис.3. СО - нічне зменш. θ_{int} + В – механічна з рекуп. + без охолодження	опалення – 68,7%; вентиляція – 1,4%; кондиціювання - 0%.
Рис.4. СО - нічне зменш. θ_{int} + В – механічна з рекуп. + без охолодження	опалення – 68,4%; вентиляція – 1,4%; кондиціювання – 0,4%.

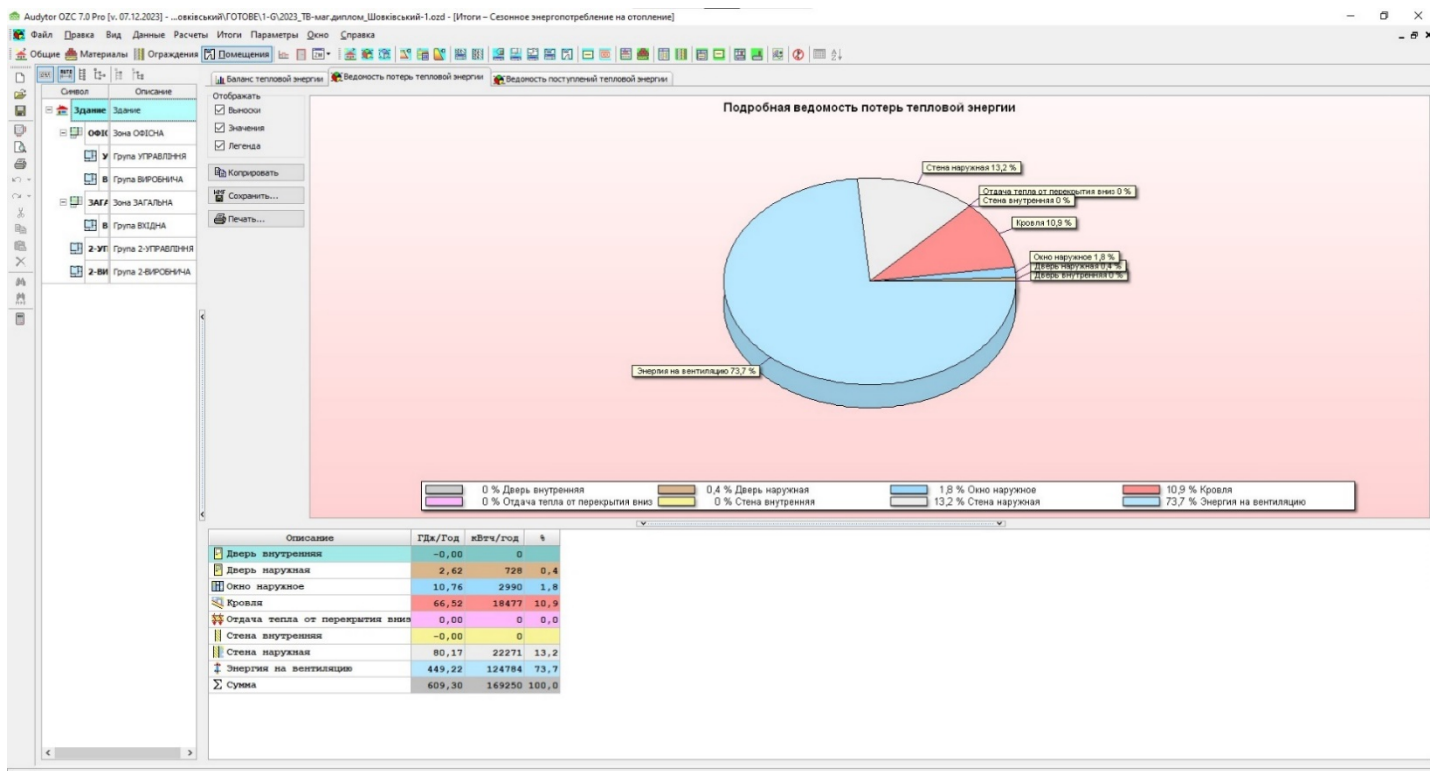


Рис.1в

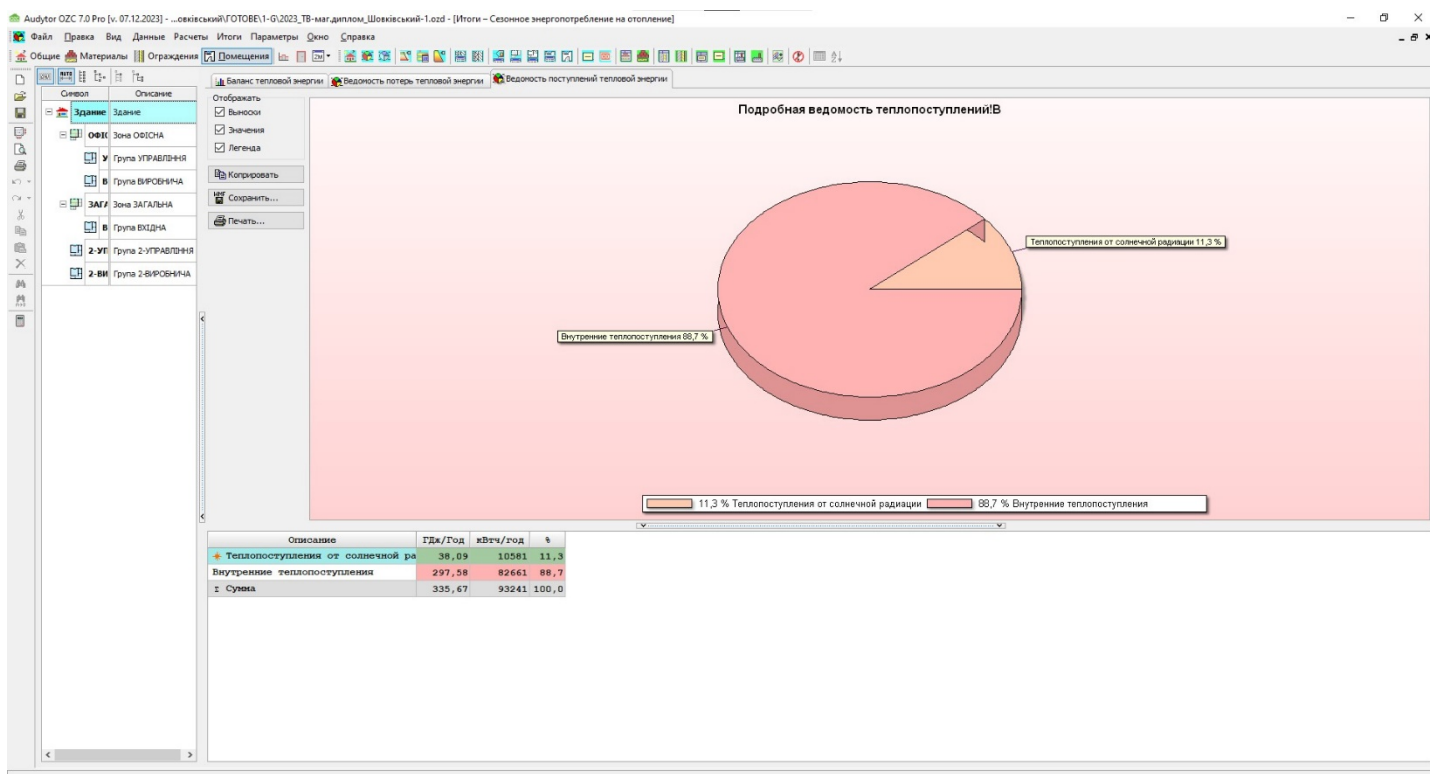


Рис.1г

Рис.1. СО - без нічного зменшення $\theta_{int} + V$ - природня + без охолодження.

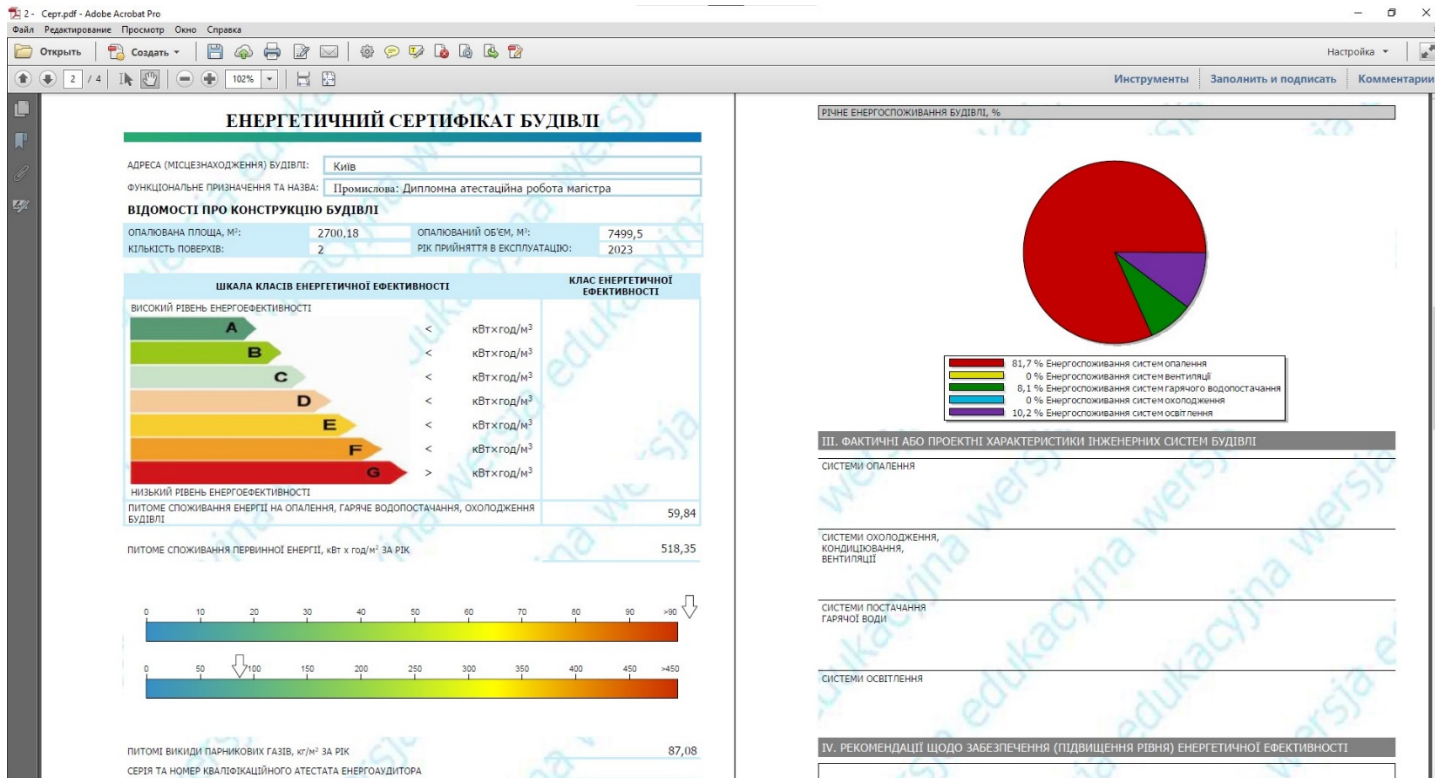


Рис.2а

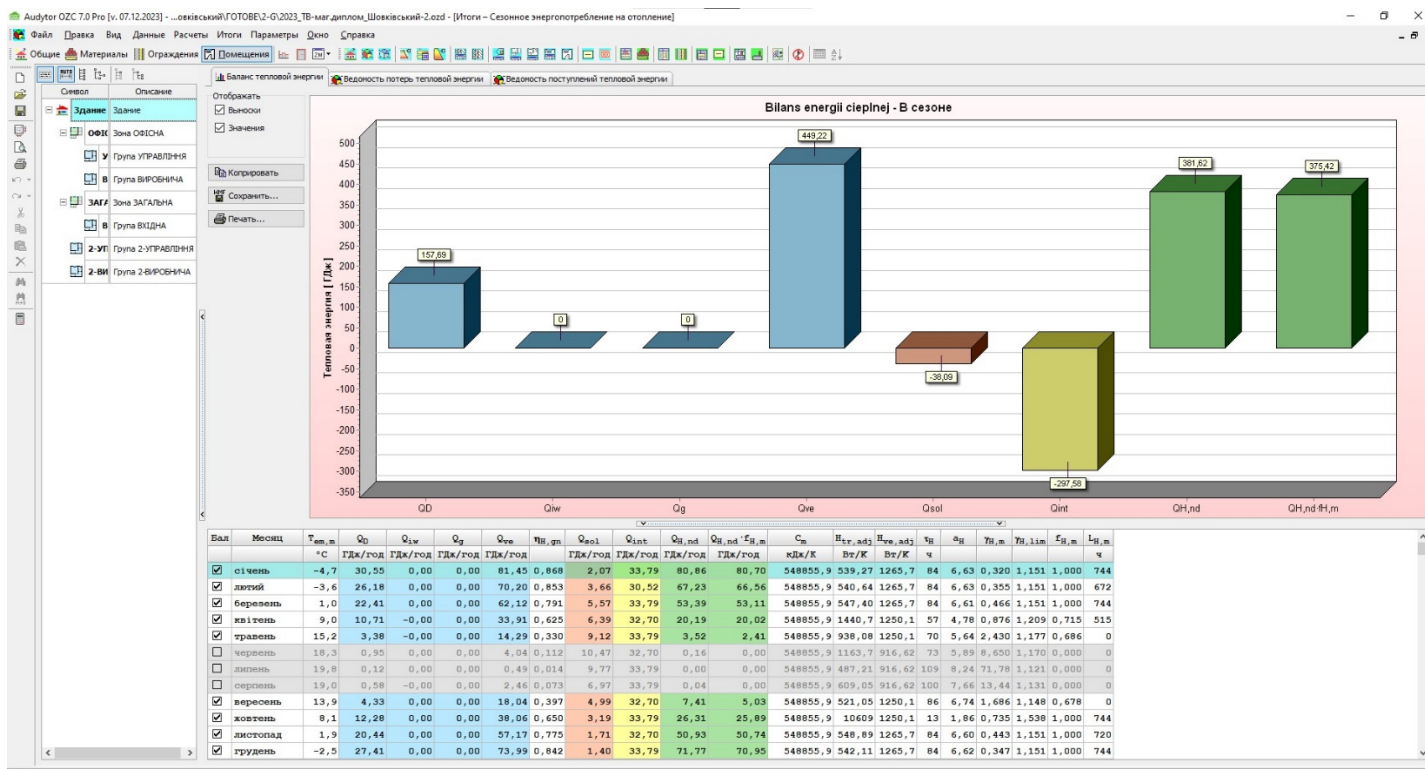


Рис.2б

Рис.2. CO - нічне зменшення $\theta_{int} + V$ - природня + без кондиціонування.

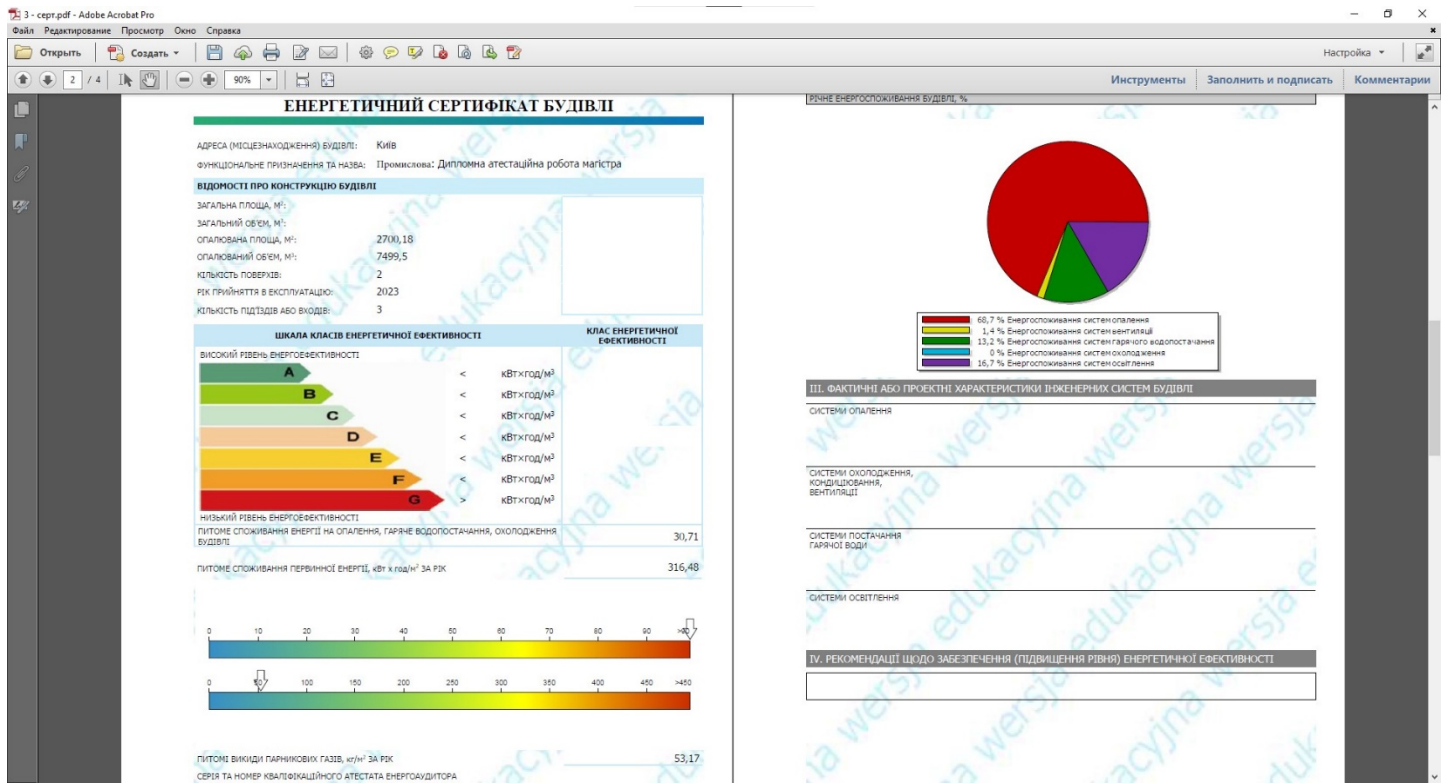


Рис.3а

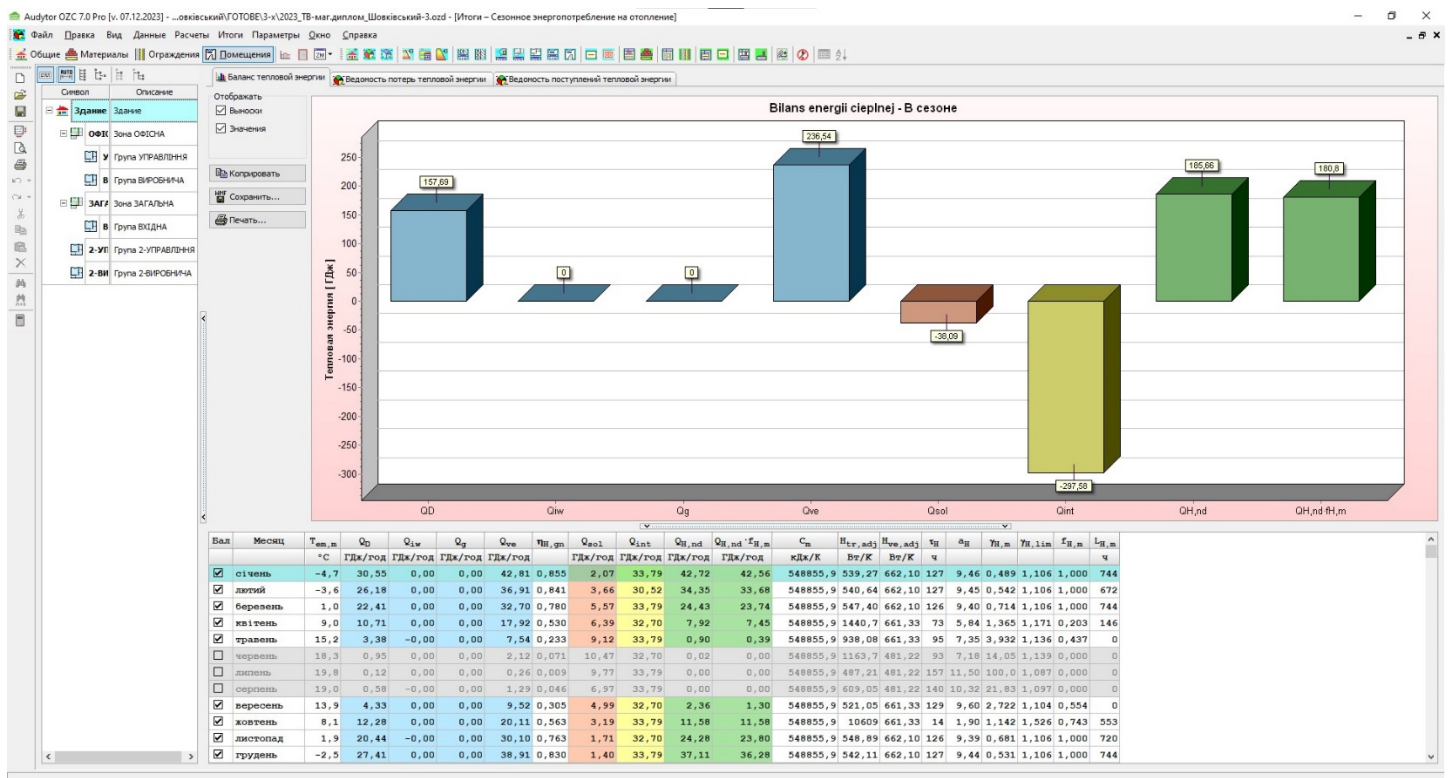


Рис.3б

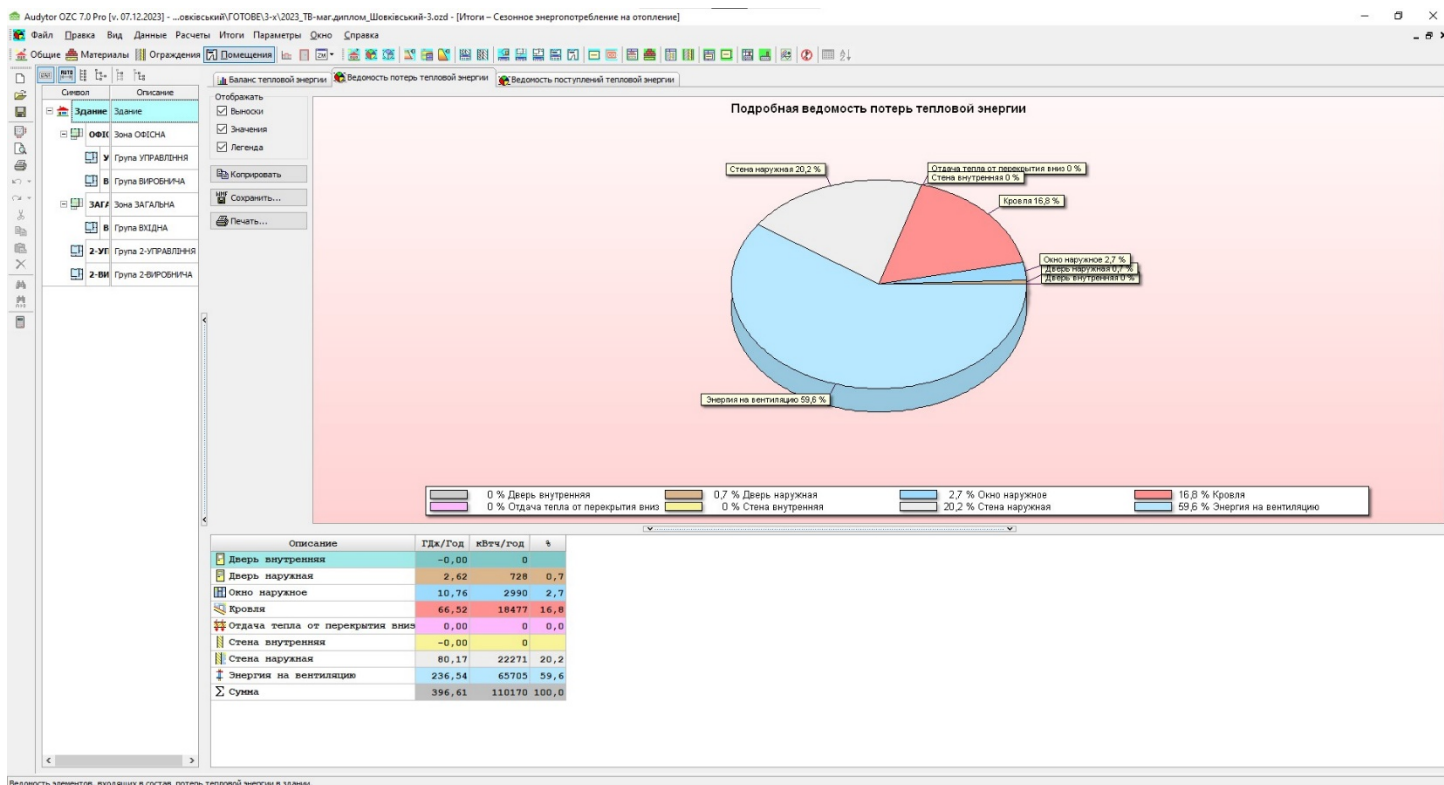


Рис.3в

Рис.3. СО - нічне зменшення $\theta_{int} + V$ – механічна з рекуператором + без кондиціювання.

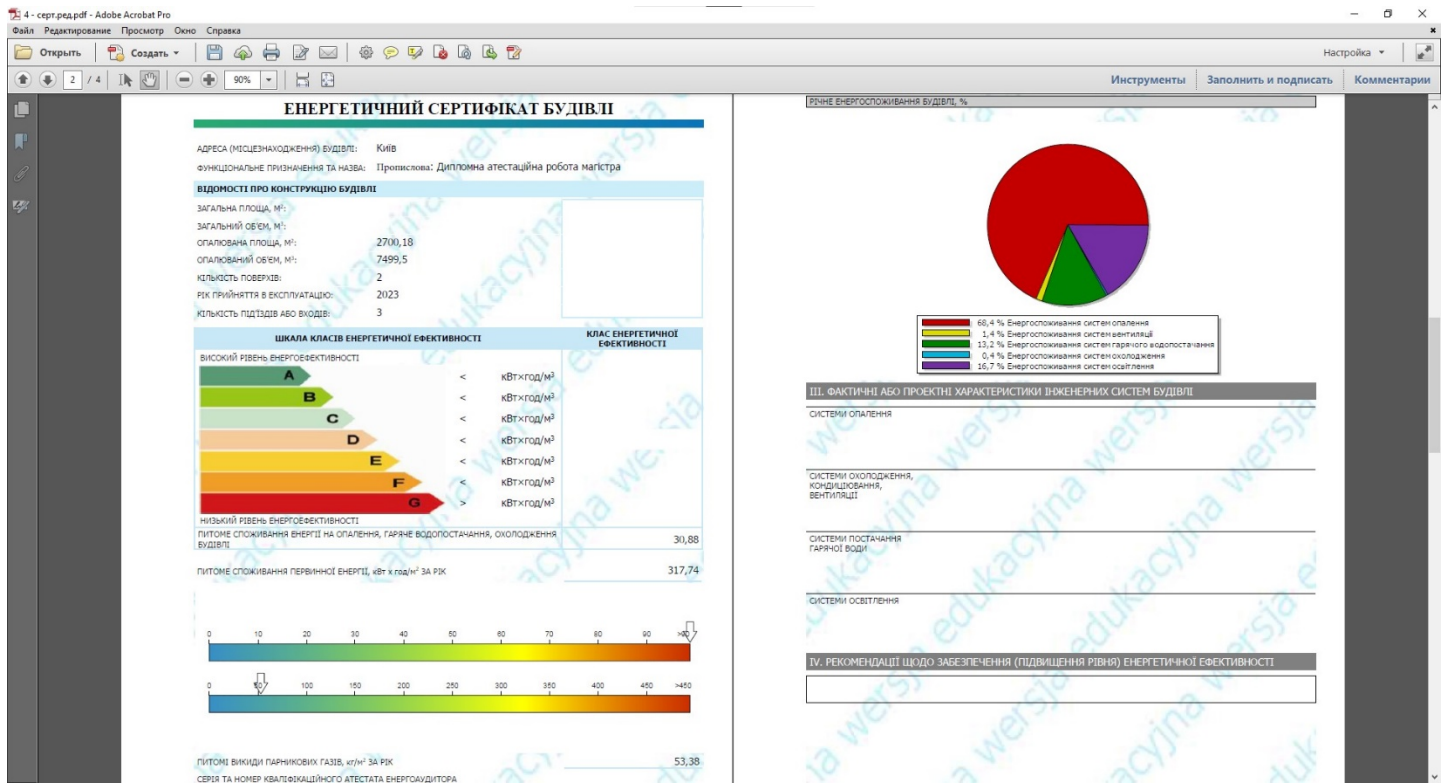


Рис.4а

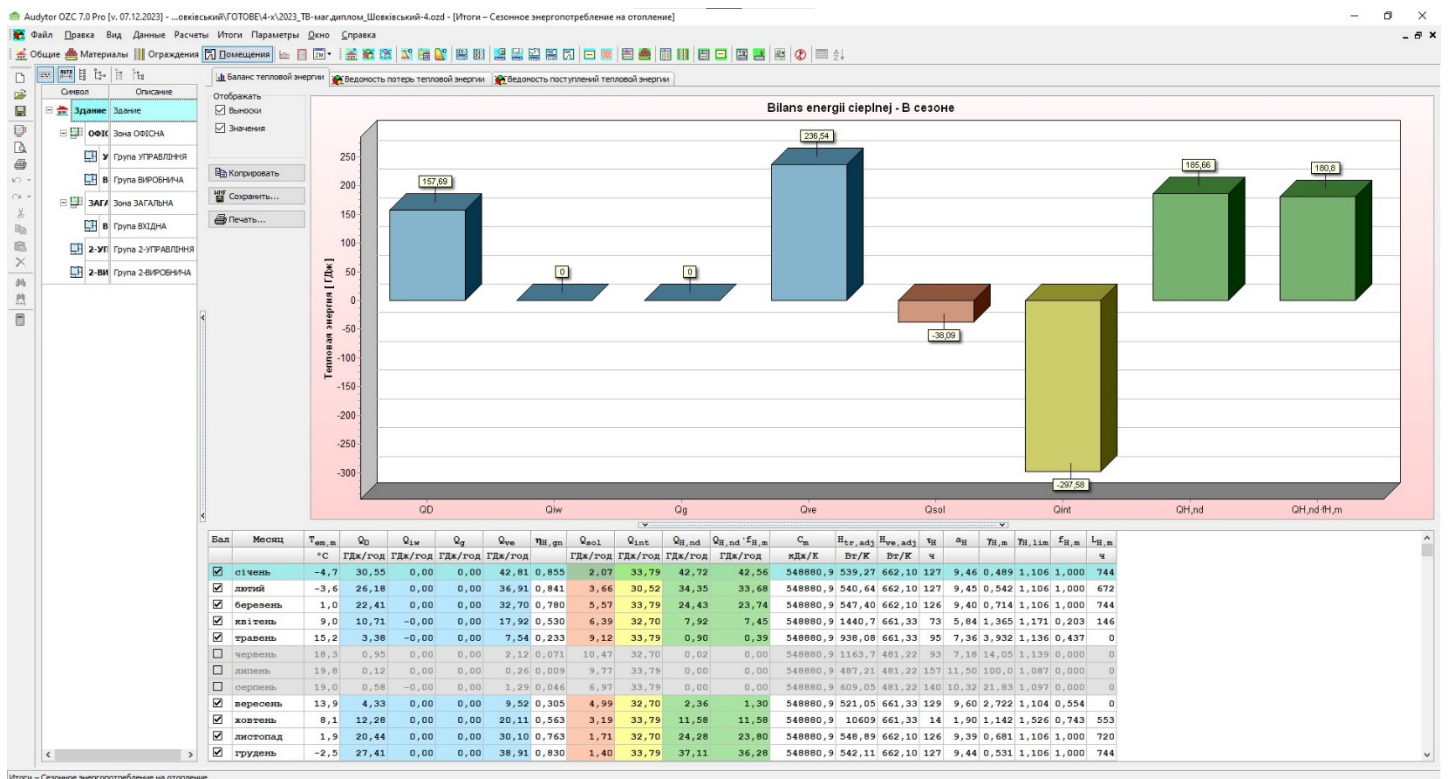


Рис.4б

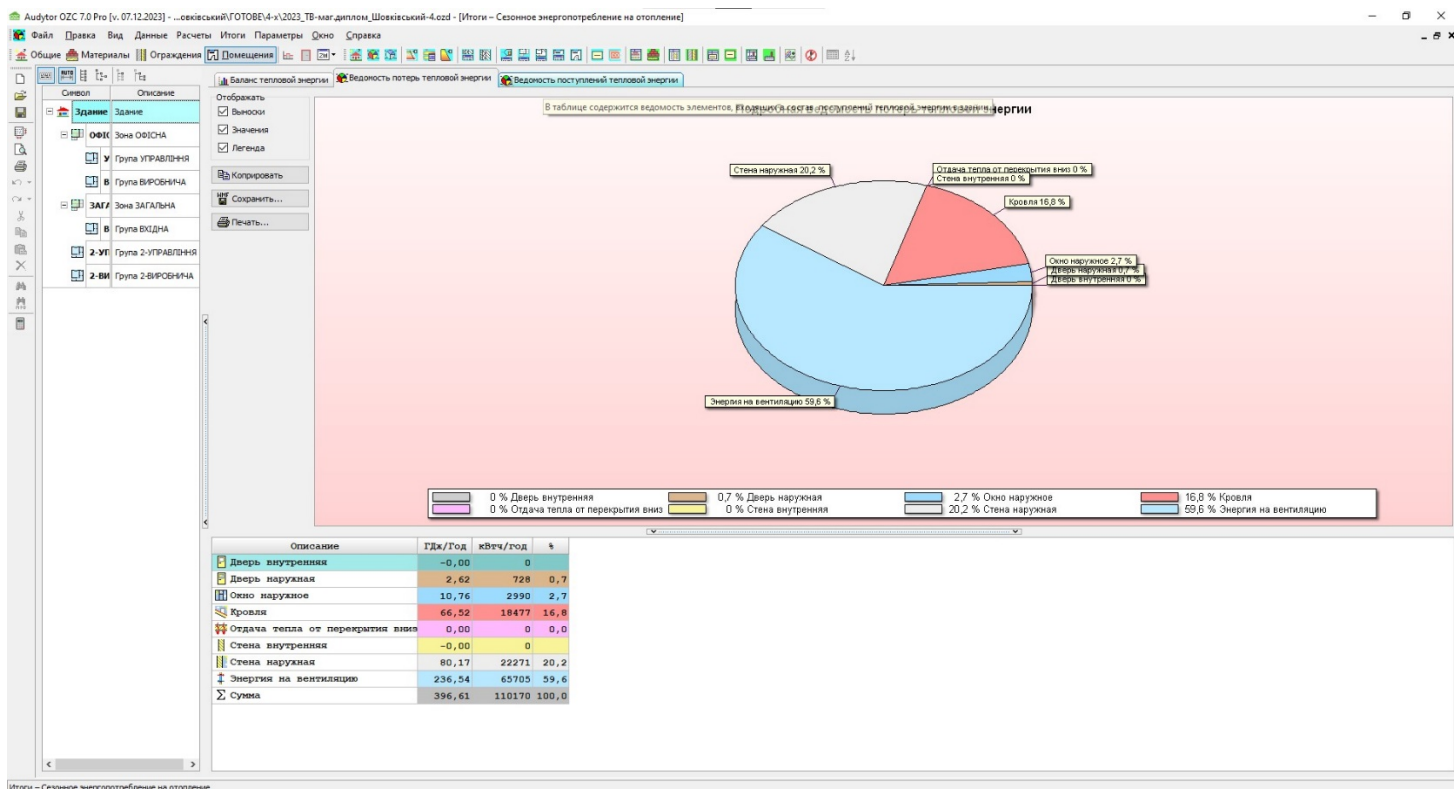


Рис.4в

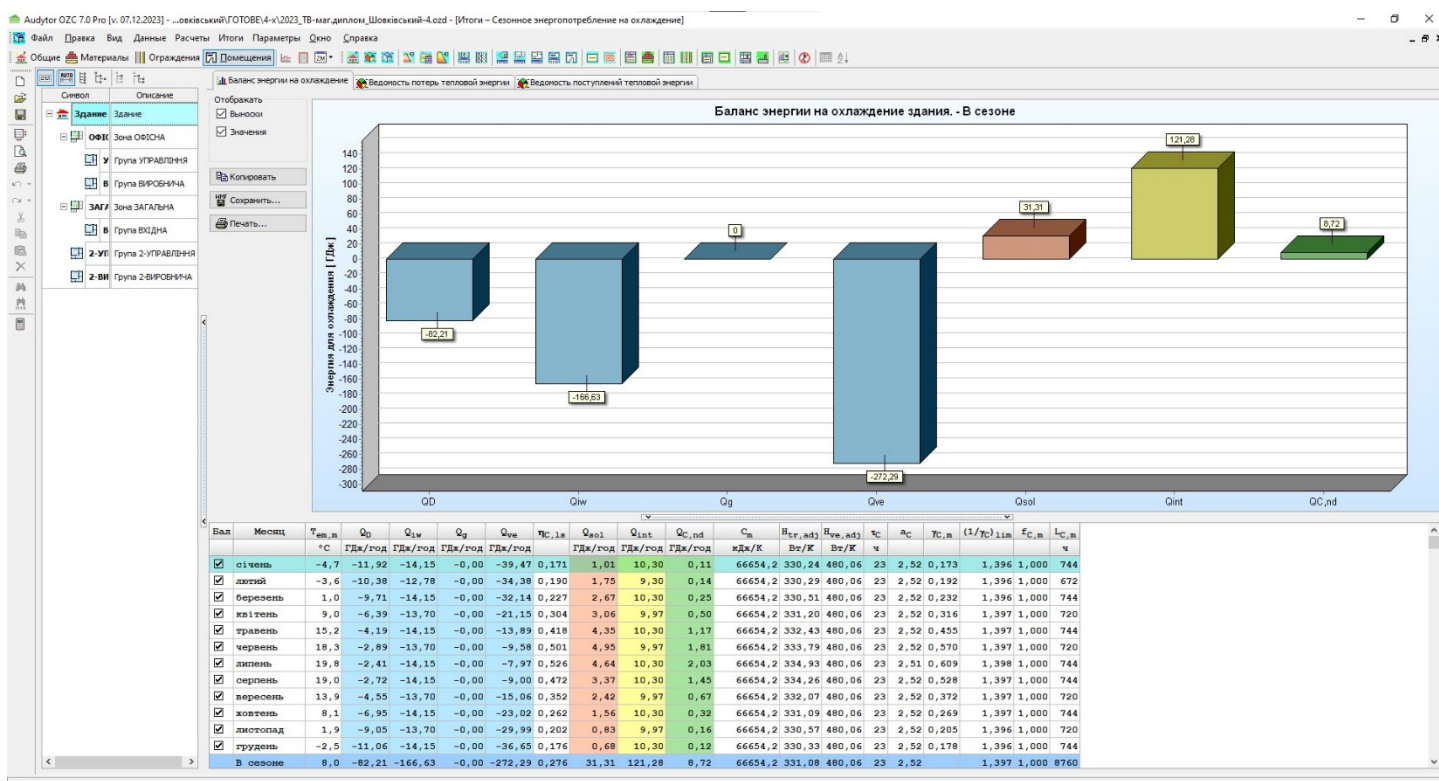


Рис.4г

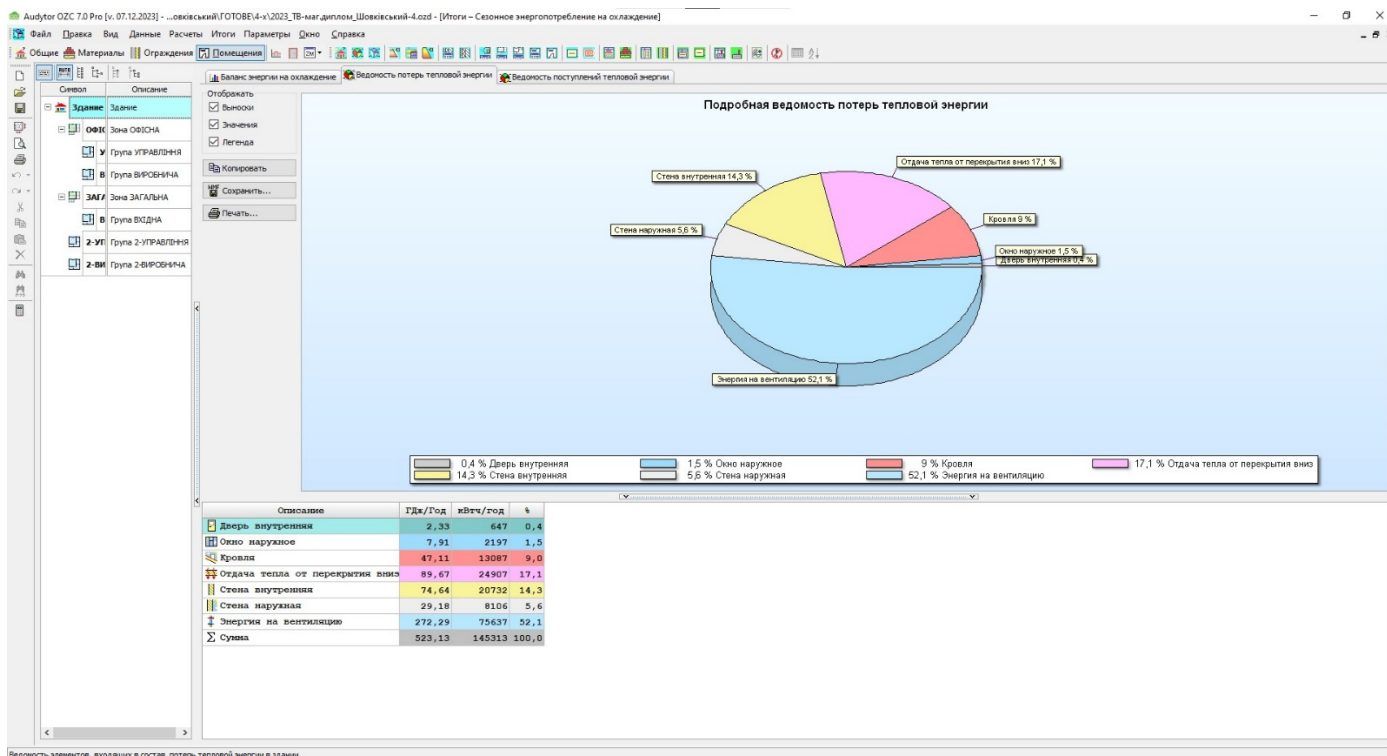


Рис.4д
 Рис.4 : CO - нічне зменшення $\theta_{int} + V$ – механічна з рекуператором + кондиціювання.

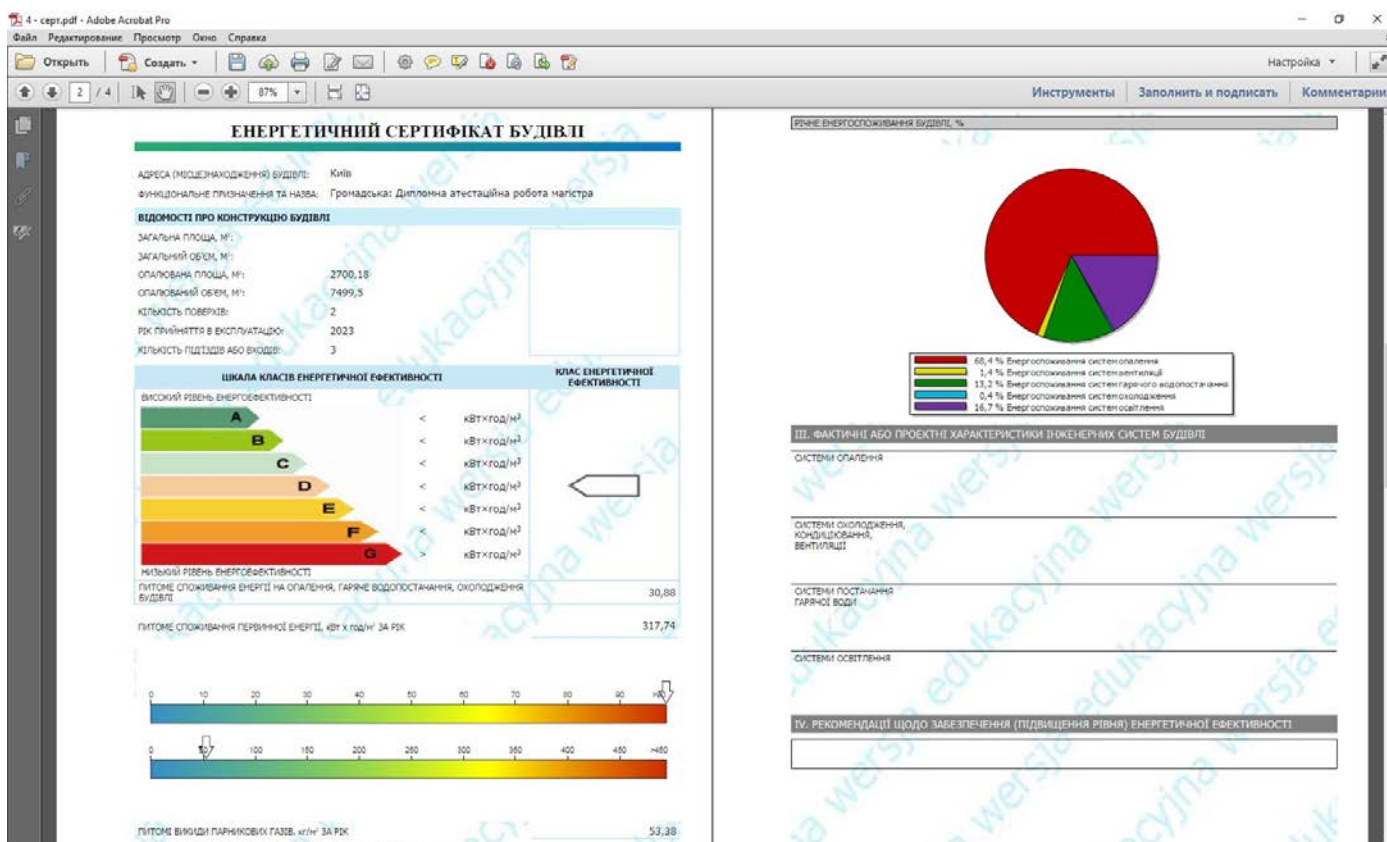
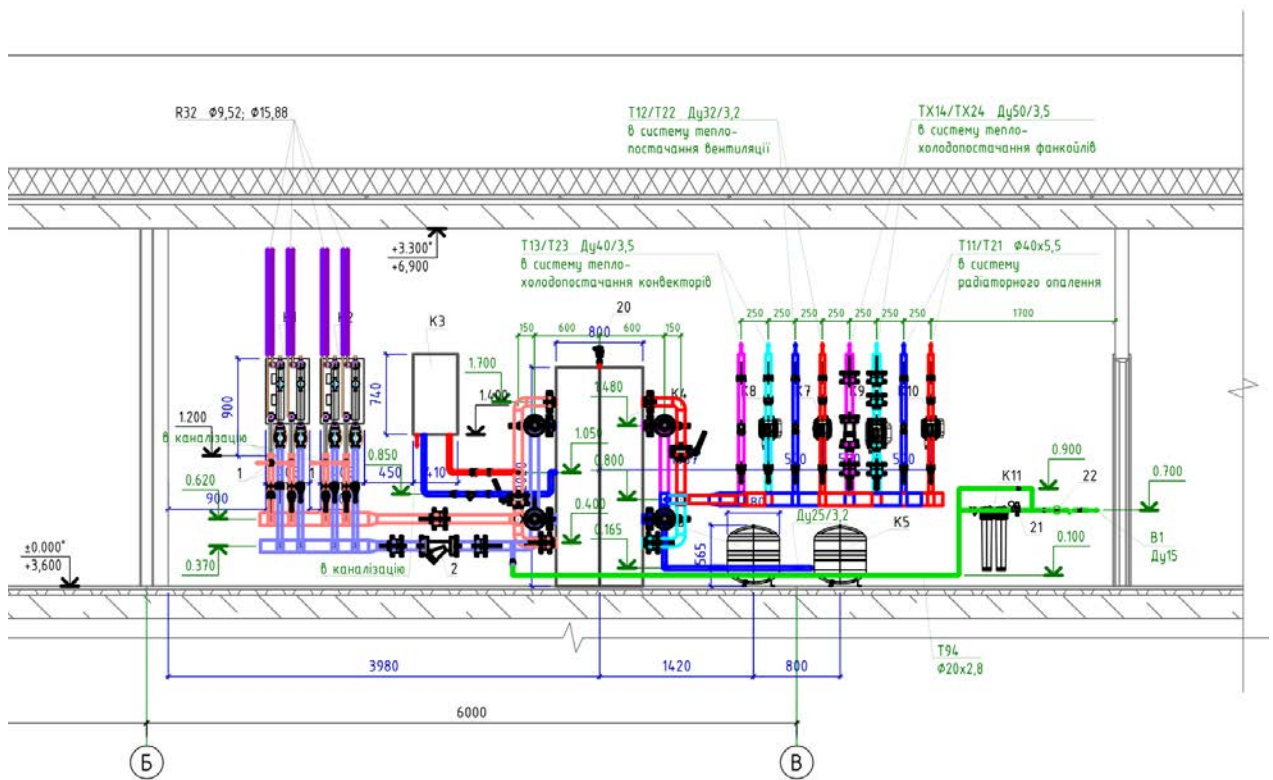


Рис.4 : Клас енергоефективності промислової будівлі за нормами громадської (CO - нічне зменшення $\theta_{int} + V$ – механічна з рекуператором + кондиціювання)

4. Заходи з енергоефективності

Для зменшення впливу на навколишнє середовища та економії енергоресурсів запроєктовано теплогенераторну з установкою наступних джерел:

- чотирьох теплових насосів HeatGuard 140SX торгової марки «Mitsubishi Heavy» номінальною теплопродуктивністю кожного 16000 Вт та номінальною холодопродуктивністю кожного 14000 Вт;
- одного настінного електричного котла eIoBLOCK VE 24 торгової марки «Vaillant» номінальною теплопродуктивністю 24000 Вт.



УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ:

- умовно прийнята відмітка
- реальна відмітка

Рис.4.1. Розгортка теплогенераторної

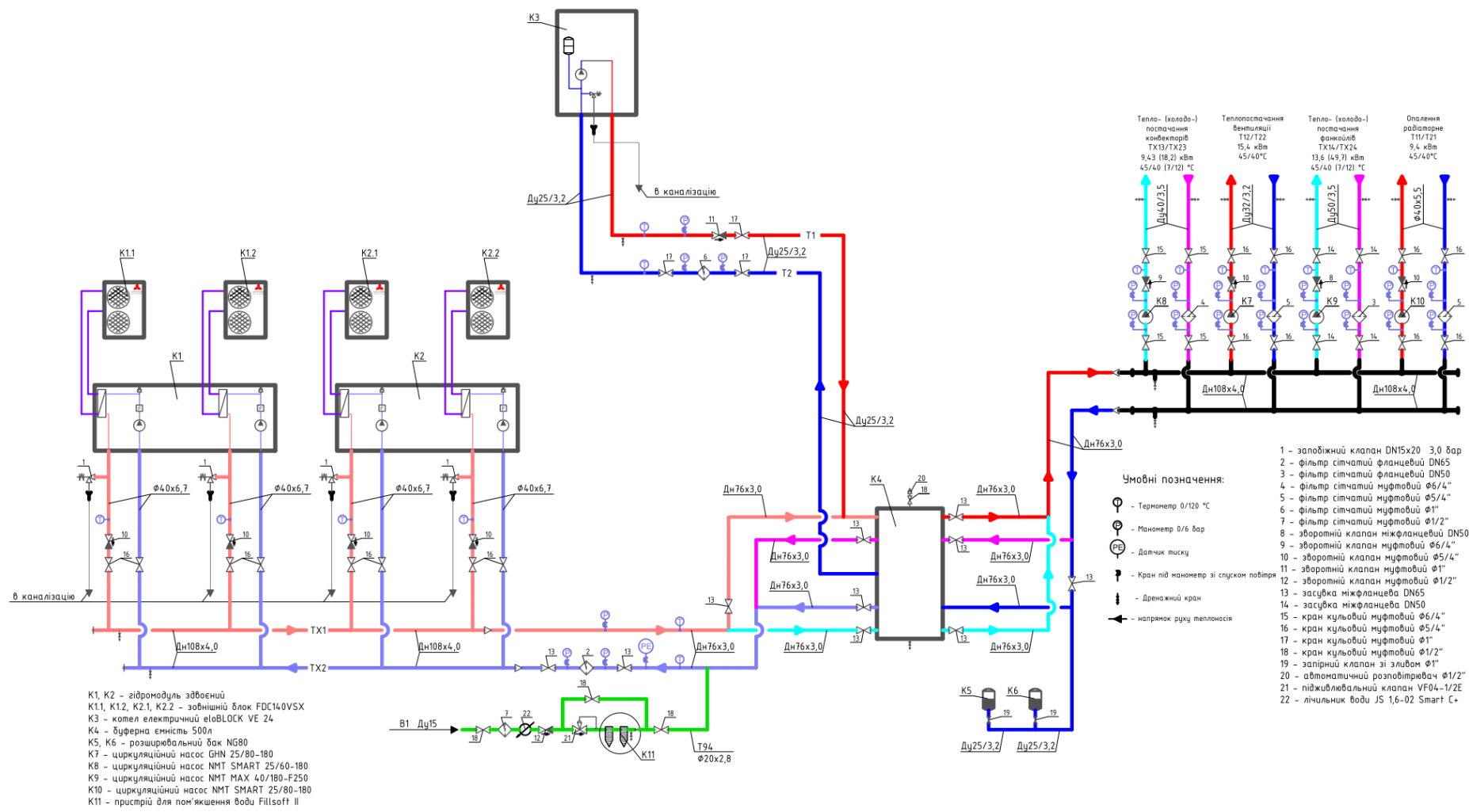


Рис. 4.2. Принципова схема теплогенераторної

5. Автоматизація

5.1. Функції систем автоматизації.

Автоматизація систем вентиляції є сучасним підходом до забезпечення оптимальних умов у приміщеннях, і вона включає ряд важливих функцій, спрямованих на ефективне та інтелектуальне управління роботою вентиляційного обладнання. Давайте розглянемо більш детально ключові аспекти цієї автоматизованої системи:

1 Регулювання подачі повітря, а саме автоматизована система вентиляції надає можливість точного регулювання об'єму подаваного повітря в приміщенні. Це не лише забезпечує оптимальний рівень кисню, але й дозволяє ефективно виправляти варіації потреб у різних зонах будівлі.

2 Температурне регулювання, а саме функція автоматичного контролю температури дозволяє підтримувати сталу температуру повітря, що є критичним для комфорту та оптимального функціонування систем опалення та кондиціонування.

3 Моніторинг якості повітря, а саме автоматизована система постійно відстежує рівень забруднення повітря, вологості та інших параметрів, щоб забезпечити не тільки комфорт, але й здоров'я користувачів приміщення.

4 Енергозбереження, а саме за допомогою автоматизації можна ефективно оптимізувати використання енергії, наприклад, вимикаючи або зменшуючи потужність обладнання у періоди низької активності, тим самим зменшуючи споживання електроенергії.

5 Аварійний контроль, а саме система вентиляції може автоматично реагувати на аварійні ситуації, такі як витік газу чи перевищення допустимих рівнів вуглекислого газу, забезпечуючи безпеку користувачів.

6 Графік роботи, а саме здатність програмувати робочі години системи враховуючи пікові навантаження та періоди низької активності.

7 Дистанційне керування, а саме можливість керувати системою вентиляції віддалено, що надає зручний та ефективний контроль навіть на відстані, наприклад, за допомогою мобільних додатків або пультів.

8 Система інтеграції, а саме здатність інтегрувати систему вентиляції з іншими системами управління будівлею для комплексного контролю та управління всією інфраструктурою будівлі.

Автоматизація вентиляційних систем є стратегічно важливою для створення не тільки комфортних, але і енергоефективних та безпечних умов у будь-якому будівлі чи споруді.

5.2. Інструкція про заходи для техніки безпеки

При підготовці системи до роботи, крім основних завдань з підготовки технічних засобів до роботи, стійки, щити, пульти, на яких встановлені технічні засоби, необхідно перевірити наявність заземлення.

4.2.1. Встановлюємо СА (ШУ, ШМУ, ШХА та ін.) та перевіряємо справність та міцність жил силового кабелю клемників та автоматичних вимикачів.

4.2.2. При огляді шаф і пультів, в яких знаходяться технічні засоби СА, і підготовці їх до роботи необхідно звернути увагу на механічні пошкодження від відкритих дверей (кришок) і після закінчення роботи щільно їх закрити.

4.2.3. Під час експлуатації СА необхідно вживати додаткових запобіжних заходів під час тестування електроприводів, керованих СА, оскільки вони можуть автоматично вмикатися та вимикатися для зміни швидкості.

5.3. Зведення про склад і кваліфікацію персоналу

Зведення про склад і кваліфікацію персоналу систем автоматизації є критичним етапом для ефективного функціонування та обслуговування цих систем. Основний персонал, який забезпечує автоматизацію, може бути розділений на кілька ключових груп:

1. Інженери з автоматизації:

Це висококваліфіковані фахівці, які відповідають за розробку, впровадження та підтримку систем автоматизації. Вони повинні мати глибокі знання в області програмування контролерів, схемотехніки, програмування ПЛК та інших аспектів автоматизації.

2. Техніки з обслуговування:

Ця група фахівців відповідає за технічне обслуговування та регулярні перевірки систем автоматизації. Вони повинні мати розуміння роботи обладнання, вміння виявляти та усувати несправності.

3. Програмісти:

Група програмістів забезпечує написання та вдосконалення програмного забезпечення, яке використовується для управління системами автоматизації. Вони мають експертизу в програмуванні, зокрема в мовах програмування, що використовуються в автоматизаційних системах.

4. Спеціалісти з інтеграції:

Ця група відповідає за інтеграцію систем автоматизації з іншими системами в будівлі чи об'єкті. Вони повинні мати знання різних протоколів зв'язку та можливість забезпечити безперервну взаємодію між системами.

5. Спеціалісти з технічної підтримки:

Ця група займається наданням технічної підтримки для користувачів. Вони відповідають на запитання, допомагають у вирішенні проблем та забезпечують ефективний взаємозв'язок між клієнтом та командою автоматизації.

6. Менеджмент проекту:

Група менеджерів проектів відповідає за планування, виконання та контроль над роботою всіх підрозділів, щоб забезпечити вчасну та ефективну реалізацію

автоматизованих систем.

Кожен член цієї команди має важливе значення для успішності впровадження та подальшої експлуатації систем автоматизації. Більшість з них повинні мати відповідну освіту та професійний досвід для виконання своїх обов'язків.

5.4. Порядок перевірки правильності функціонування СА

Перевірка правильності функціонування системи автоматизації є важливим етапом, спрямованим на забезпечення ефективності та надійності її роботи. Нижче наведено порядок дій для перевірки правильності функціонування системи автоматизації:

1. Перевірка живлення та з'єднань. Переконайтеся, що система має стабільне живлення, всі елементи живлення підключені належним чином і надійно. Перевірте електричні роз'єми, контактори та інші елементи електроживлення.

2. Програмне забезпечення. Переконайтеся, що програмне забезпечення системи встановлене належним чином і відповідає вимогам. Перевірте версії програм та наявність всіх необхідних оновлень.

3. Тестування сенсорів та датчиків. Здійсніть перевірку сенсорів та датчиків, які забезпечують ввід інформації в систему. Переконайтеся, що вони реагують на зміни правильно і надійно.

4. Тестування виводів і виконавчих механізмів. Проведіть тестування виводів системи та виконавчих механізмів, щоб впевнитися, що вони працюють згідно з програмним забезпеченням та реагують на сигнали так, як потрібно.

5. Перевірка комунікацій. Впевніться, що всі елементи системи взаємодіють між собою належним чином через мережу. Перевірте правильність налаштувань мережі та протоколів зв'язку.

6. Тестування аварійного відновлення. Проведіть тестування системи на наявність механізмів аварійного відновлення. Переконайтеся, що система правильно реагує на можливі аварійні ситуації та відновлюється до нормального режиму роботи.

7. Тестування системи в реальних умовах. Запустіть систему в реальних умовах експлуатації та здійсніть комплексне тестування всіх її функцій. Спостерігайте за реакцією системи на зміни та впевніться в її стабільності.

8. Аналіз даних та звітність. Оцініть зібрані дані, використовуючи аналітичні інструменти. Переконайтеся, що система генерує звіти та логи, які відображають роботу та можливі аномалії.

9. Навчання персоналу. Надайте навчання персоналу, який буде відповідальний за експлуатацію та обслуговування системи. Вони повинні бути ознайомлені з процедурами відновлення та реагування на можливі проблеми.

10. План регулярних перевірок. Розробіть план регулярних перевірок системи, включаючи технічне обслуговування та оновлення програмного забезпечення. Періодичні перевірки дозволять вчасно виявляти та усувати можливі несправності.

Перевірка системи автоматизації має бути систематичною та комплексною, спрямованою на забезпечення стабільної та ефективної роботи.

5.5. Автоматизація припливно-витяжної камери(П1-В1).

Даним проектом передбачається опалення і вентиляція цеху по виробництву пластирів. Схему автоматизації розглядаємо для системи вентиляції.

В даному розділі АВР виконана функціональна схема автоматизації роботи механічної припливно-витяжної системи вентиляції. Елементи системи припливної вентиляції наведені в табл. 5.1., а витяжної в табл. 5.2.

Таблиця 5.1.

Елементи системи припливної вентиляції

Привід відсікаючої засувки	1
Датчик температури зовнішнього повітря (TE)	1
Датчик-реле перепаду тиску на фільтрі (PDS)	2
Регулюючий клапан на водяному нагрівачі	1
Циркуляційний насос	1
Термостат загрози замерзання повітрянагрівача по воді (TS)	1
Термостат загрози замерзання калорифера по повітрю (TS)	1
Водяний повітроохолоджувач	1
Електронагрівач	1
Термостат захисту електронагрівача від перегріву (TS)	1
Вентилятор	2
Датчик-реле перепаду тиску на вентиляторі (PDS)	2
Парогенератор	1
Датчик температури повітря, що видаляється (TE)	1
Датчик вологості повітря, що видаляється (ME)	1

Елементи системи загальнообмінної витяжної вентиляції

Вентилятор	2
Датчик-реле перепаду тиску на вентиляторі (PDS)	2
Привід відсікаючої засувки	1

Принцип роботи систем припливної і витяжної вентиляції.

Принцип роботи системи припливної і витяжної вентиляції передбачає два режими запуску: місцевий, який активується з електричного щита, та дистанційний, який ініціюється за командою оператора з виносного пульта керування.

Система має три режими роботи: літній, коли повітря охолоджується і осушується у фреоновому охолоджувачі, а потім підігрівається до припливної температури електронагрівачем (ВН2); зимовий, при якому повітря нагрівається в водяному повітронагрівачі (ВН1) і зволожується за допомогою парогенераторів; та черговий, коли контроль здійснюється при вимкненні системи або при вимкненні ВН1 для запобігання заморожуванню.

Ввімкнення витяжної загальнообмінної системи вентиляції здійснюється внаслідок припливної вентиляції. Також передбачено перехід в черговий режим при спрацьовуванні сигналізації "Пожежа" через зовнішній датчик.

3) Система передбачає управління і контроль наступних параметрів:

1. Контроль: температури зворотного теплоносія по термостату; температури повітря в зоні нагрівача ВН1 по термостату; температури припливного повітря; вологості припливного повітря; забруднення фільтру по датчику-реле перепаду тиску повітря на фільтрі; працездатності вентилятора по

датчику-реле перепаду тиску повітря; працездатності вентилятора відносно струму короткого замикання; перегріву нагрівача ВН2 по термостату.

2. Управління: повітряною засувкою з електроприводом; регулюючим клапаном на теплоносії; роботою компресорно-конденсаторного блоку; роботою вентилятора; роботою парогенератора; роботою насоса.

Забезпечення захисту нагрівача ВН1 від замерзання залежить від обраного режиму роботи:

Режим "Зима" включає контроль температури зворотного теплоносія і температури повітря в зоні нагрівача ВН1 за допомогою термостата (після теплообмінника).

Режим "Літо" передбачає контроль температури повітря в зоні нагрівача ВН1 за допомогою термостата.

У сучасних шафах САУ типу К-Ф-ТО-ХВ-АВ всі сухі контакти призначені для одночасного запуску витяжної установки та вентилятора припливної установки.

4) Опис роботи системи:

Система запуску включає перемикач "Пуск" у положення "Вкл", що активує індикатор "Пуск".

У літньому режимі (перемикач у положенні "Літо") відбувається запуск двигуна припливного вентилятора. При цьому повітряна засувка відкривається, і загоряється індикатор "Засувка припливна". Активується датчик-реле перепаду тиску на фільтрі, а пізніше - на припливному вентиляторі. Після завершення запуску вентилятора загоряється індикатор "Вентилятор припливний". Регулюючим клапаном охолоджувача регулюється температура повітря, і проводиться контроль за температурою припливного повітря за допомогою каналного датчика.

Витяжний вентилятор активується при запуску припливного вентилятора. Відбувається відкриття повітряної засувки, і загоряється індикатор "Засувка витяжна". Після визначеного часового інтервалу активується датчик-реле перепаду тиску на витяжному вентиляторі. Після завершення процесу запуску вентилятора загоряється індикатор "Вентилятор витяжний".

Зимовий режим роботи може мати дві конфігурації, залежно від положення перемикача "Насос" на щиті:

а) Якщо перемикач "Насос" у положенні "Вимк.", система переходить в черговий режим.

б) Якщо перемикач "Насос" у положенні "Увімк.", то відбувається включення клапану по воді, включається насос, що призводить до прогрівання нагрівача ВН1. Паралельно ініціюється запуск припливного вентилятора, відкривається повітряна засувка, і ввімкнеться індикатор "Засувка припливна". Датчик-реле перепаду тиску на фільтрі та припливному вентиляторі активується після певного інтервалу, а після запуску припливного вентилятора вмикається індикатор "Вентилятор припливний".

Витяжний вентилятор включається разом із запуском припливного вентилятора, відкривається повітряна засувка, і загоряється індикатор "Засувка витяжна". Датчик-реле перепаду тиску на витяжному вентиляторі активується після певного часу, і після запуску припливного вентилятора загоряється індикатор "Вентилятор витяжний".

Система також враховує зовнішнє повітря, яке потрапляє через повітряну засувку і проходить фільтр. Якщо перепад тиску на фільтрі стає великим, визначаючись датчиком-реле, запалюється індикатор "Фільтр". Важливо зазначити, що відключення системи не передбачено в цьому випадку.

Датчик-реле відслідковує перепад тиску повітря на припливному та витяжному вентиляторах. Якщо протягом запуску системи визначений перепад тиску не виникає, система автоматично закриває засувки обох вентиляторів та вмикає сигнальну лампу "Аварія. Вентилятор припливний" або "Аварія. Вентилятор витяжний", відключаючи вентилятори.

Датчик температури припливного повітря призначений для вимірювання температури повітря в повітропроводі. Він передає сигнал про температуру контролеру, який регулює регулюючий клапан на теплоносії нагрівача ВН1. У режимі "Зима" при зменшенні температури клапан відкривається, а при збільшенні закривається, регулюючи кількість теплоносія, що надходить у нагрівач ВН1, і впливаючи на нагрівання повітря в системі.

Насос забезпечує циркуляцію теплоносія в нагрівачі ВН1, працюючи постійно в режимі "Зима" та автоматично запускаючись при сигналі "Мороз". Індикатор "Насос" загоряється при його роботі.

Сигнал "Загроза замерзання нагрівача ВН1" формується при спрацюванні термостатів захисту від замерзання в режимі "Зима", а в режимі "Літо" - при спрацюванні повітряного термостата. При цьому вмикається індикатор "Мороз". Встановлене значення замерзання по повітрю становить 6-10 °С, а по воді - 30-40 °С.

При спрацюванні сигналу про загрозу замерзання відбуваються наступні дії:

- Вимикаються електродвигуни вентиляторів.
- Запускається циркуляційний насос, незалежно від положення перемикача "Вкл. / викл." Насоса та положення перемикача "Зима / Літо".
- Регулюючий клапан на теплоносії відкривається на 100%.
- Засувки вентиляторів закриваються.

Такі заходи покликані запобігти замерзанню нагрівача ВН1 та забезпечити безперебійну роботу системи.

Специфікація обладнання автоматизації припливно-витяжної установки наведена в табл. 5.3., а схема автоматизації на рис.5.1.

Таблиця 5.3.

Специфікація обладнання

Позиція	Найменування та технічна характеристика	Кількість
1	2	4
MA1-MA4	Ел. моторний виконавчий механізм	4
M1-M4	Силовий механічний електро-двигун	4
PS1-PS5	Релейний вимірювач тиску	5
TE1-TE3	Повітряний сенсор параметрів температури	3
TE4	Водяний сенсор параметрів температури	1
TS1-TS3	Релейний регулятор температури	3

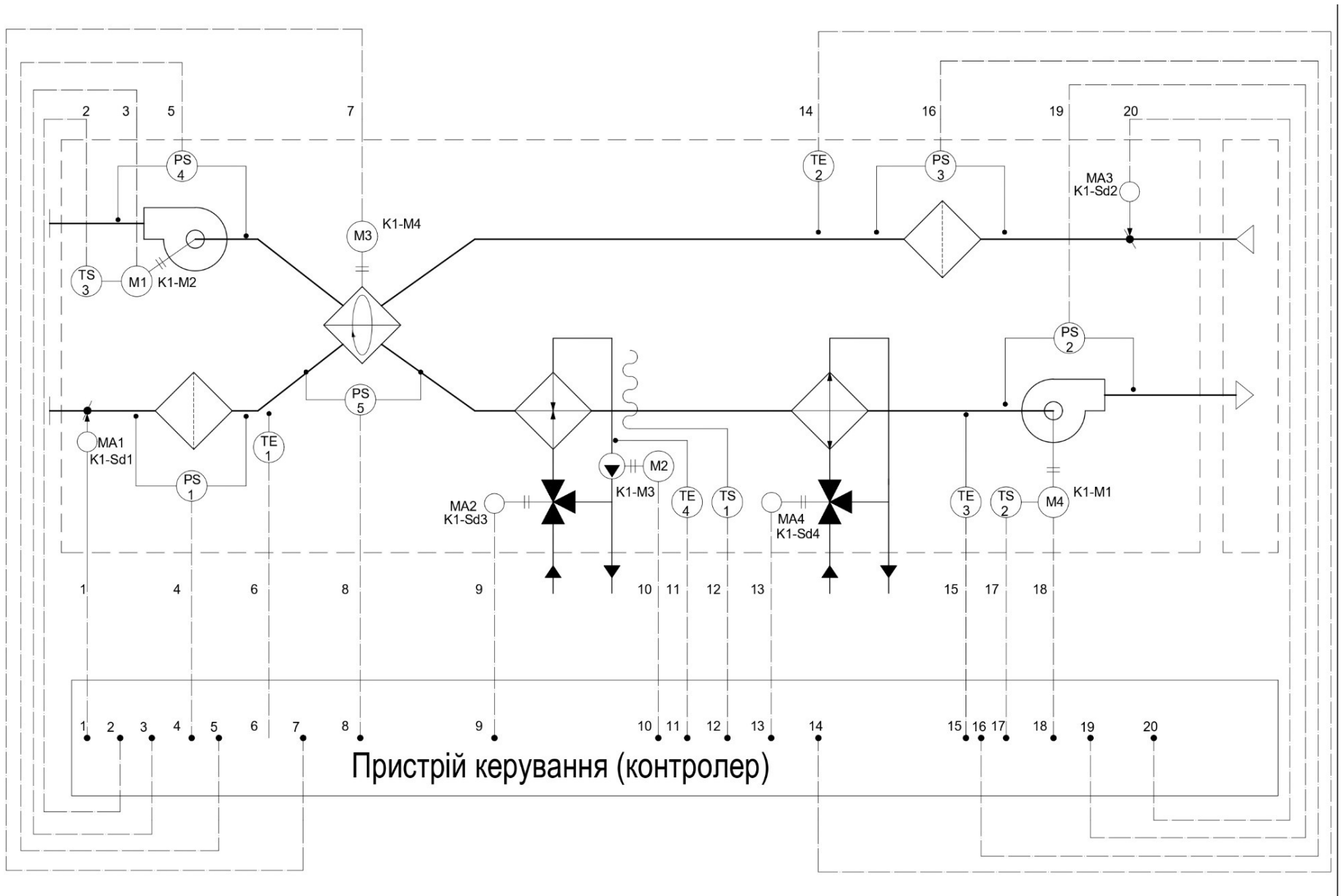


Рис. 5.1. Схема автоматизації припливно-витяжної вентиляційної установки П2-В2

6. Економіка будівництва**ДОГОВІРНА ЦІНА**на будівництво **Виробничого комплексу з випуску виробів медичного призначення**, що здійснюється в 2023 році

Вид договірної ціни: тверда.

Визначена згідно з

Складена в поточних цінах станом на 01 листопада 2023 р.

№ Ч.ч	Обґрунтування	Найменування витрат	Вартість , тис. грн.		
			всього	у тому числі:	
				будівельних робіт	інших витрат
1	2	3	4	5	6
		Розділ I. Будівельні роботи			
1		Прямі витрати, у тому числі	6138,23500	6138,23500	0
	Розрахунок N1	Заробітна плата	1211,35100	1211,35100	0
	Розрахунок N2	Вартість матеріальних ресурсів	4917,38600	4917,38600	0
	Розрахунок N3	Вартість експлуатації будівельних машин і механізмів	9,49800	9,49800	0
2	Розрахунок N4	Загальновиробничі витрати	619,37800	619,37800	0
3	Розрахунок N5	Кошти на зведення (приспонування) та розбирання титульних тимчасових будівель і споруд в т.ч. зворотні суми	0	0	0
4	Розрахунок N6	Кошти на виконання будівельних робіт у зимовий період (на обсяги робіт, що плануються до виконання у зимовий період)	0	0	0
5	Розрахунок N7	Кошти на виконання будівельних робіт у літній період	0	0	0
6	Розрахунок N8	Інші супутні витрати	181,28600	0	181,28600
		Разом	6938,89900	6757,61300	181,28600
7	Розрахунок N9	Прибуток	97,76000	97,76000	0
8	Розрахунок N10	Кошти на покриття адміністративних витрат будівельної організації	49,71100	0	49,71100
9	Розрахунок N11	Кошти на покриття ризиків	267,29900	162,18300	4,35100
10	Розрахунок N12	Кошти на покриття додаткових витрат, пов'язаних з інфляційними процесами	0	0	0
		Разом (ч.ч 1-10)	7353,66900	7017,55600	235,34800
11	Розрахунок N13	Податки, збори, обов'язкові платежі, встановлені чинним законодавством і не враховані складовими вартості будівництва (без ПДВ)	0	0	0
		Разом по Розділу I	7353,66900	7017,55600	235,34800
12		Податок на додану вартість	1470,73380	0	1470,73380
		Всього по Розділу I	8824,40280	7017,55600	1706,08180

Розділ II. Устаткування, меблі та інвентар					
13	Розрахунок N14	Витрати на придбання та доставку устаткування на будову	4198,53400		
		Разом по Розділу II	4198,53400		
14		Податок на додану вартість витрат на придбання та доставку устаткування на будову	839,70680	0	839,70680
		Всього по Розділу II	5038,24080		
		Всього договірна ціна (р.I + р.II)	13862,64360		
		в т.ч. зворотні суми:			

Керівник підприємства
(організації) замовника

Керівник генеральної
підрядної організації

ОБ'ЄКТНИЙ КОШТОРИС № 02-01

на будівництво : внутрішні мережі

Кошторисна вартість об'єкта 10956,19095 тис.грн.
 Кошторисна трудомісткість 12,77910 тис.люд.год.
 Кошторисна заробітна плата 1408,75404 тис.грн.
 Вимірник одиничної вартості
 Будівельні обсяги

Складений за поточними цінами станом на 01 листопада 2023 р.

№ Ч. ч	Номери кошторисів і кошторис- них роз- рахунків	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			Кошторисна трудо- місткість, тис. люд.год.	Кошторис- на заробіт- на плата, тис. грн.	Показники одиничної вартості
			будівельних робіт	устаткуван- ня, меблів та інвен- тарю	всього			
1	02-01-01/ОВіК	на влаштування системи кондиціонування	131,45139	0	131,45139	0,69866	78,21083	0
2	02-01-02/ОВіК	на придбання устаткування системи кондиціонування	0	311,44841	311,44841	0	0	0
3	02-01-03/ОВіК	на влаштування системи вентиляції	1419,04437	0	1419,04437	4,04068	431,34946	0
4	02-01-04/ОВіК	на придбання устаткування системи вентиляції	0	1360,89182	1360,89182	0	0	0
5	02-01-05/ОВіК	на влаштування системи опалення	5071,0375	0	5071,0375	7,63679	854,34406	0
6	02-01-06/ОВіК	на придбання устаткування системи опалення	0	212,76644	212,76644	0	0	0
7	02-01-07/ІТП	на влаштування індивідуального теплового пункта	136,123	0	136,123	0,40297	44,84969	0
8	02-01-08/ІТП	на устаткування індивідуального теплового пункта	0	2313,42802	2313,42802	0	0	0
---	-----	Всього:	6757,65626	4198,53469	10956,19095	12,77910	1408,75404	0

Головний інженер проекту
 (Головний архітектор проекту)

[підпис, (ініціали, прізвище)]

Керівник

[підпис, (ініціали, прізвище)]

Склав

[підпис, (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[підпис, (ініціали, прізвище)]

ВІДОМІСТЬ ТРУДОМІСТКОСТІ І ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ
до об'єктного кошторису № 02-01

Номери локальних кошторисів	Найменування локальних кошторисів	Робітники-будівельники	Робітники-монтажники	Робітники, зайняті на керуванні та обслуговуванні машин	Роботи по перевезенню ґрунту і будівельного сміття	Пусконаладжувальний персонал	Разом прями витрати	Загально-виробничі витрати	Разом кошторисні витрати
		Трудовісткість, тис. люд.год.							
		Заробітна плата, тис. грн.							
02-01-01/ОВіК	влаштування системи кондиціонування	<u>0,41303</u> 44,38358	<u>0,23040</u> 24,80487	<u>0,00249</u> 0,22281	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0,64592</u> 69,41126	<u>0,05274</u> 8,79957	<u>0,69866</u> 78,21083
02-01-02/ОВіК	придбання устаткування системи кондиціонування	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0
02-01-03/ОВіК	влаштування системи вентиляції	<u>3,62363</u> 364,25485	<u>0,04032</u> 4,34085	<u>0,00093</u> 0,10238	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>3,66488</u> 368,69808	<u>0,37580</u> 62,65138	<u>4,04068</u> 431,34946
02-01-04/ОВіК	придбання устаткування системи вентиляції	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0
02-01-05/ОВіК	влаштування системи опалення	<u>6,40607</u> 680,70453	<u>0,50858</u> 53,7457	<u>0,00942</u> 0,99248	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>6,92407</u> 735,44271	<u>0,71272</u> 118,90135	<u>7,63679</u> 854,34406
02-01-06/ОВіК	придбання устаткування системи опалення	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0
02-01-07/ІТП	влаштування індивідуального теплового пункта	<u>0,18762</u> 20,136	<u>0,18072</u> 19,00452	<u>0,00115</u> 0,12516	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0,36949</u> 39,26568	<u>0,03348</u> 5,58401	<u>0,40297</u> 44,84969
02-01-08/ІТП	устаткування індивідуального теплового пункта	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0
	Разом :	<u>10,63035</u> 1109,47896	<u>0,96002</u> 101,89594	<u>0,01399</u> 1,44283	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>11,60436</u> 1212,81773	<u>1,17474</u> 195,93631	<u>12,77910</u> 1408,75404

Склав _____

Перевірив _____

ОБ'ЄКТНИЙ КОШТОРИС № 02-01

на будівництво : внутрішні мережі

Кошторисна вартість об'єкта 10956,19095 тис.грн.
 Кошторисна трудомісткість 12,77910 тис.люд.год.
 Кошторисна заробітна плата 1408,75404 тис.грн.
 Вимірник одиничної вартості
 Будівельні обсяги

Складений за поточними цінами станом на 01 листопада 2023 р.

№ Ч. ч	Номери кошторисів і кошторис- них роз- рахунків	Найменування робіт і витрат	Кошторисна вартість, тис.грн.			Кошторисна трудо- місткість, тис. люд.год.	Кошторис- на заробіт- на плата, тис. грн.	Показники одиничної вартості
			будівельних робіт	устаткуван- ня, меблів та інвен- тарю	всього			
1	02-01-01/ОВіК	на влаштування системи кондиціонування	131,45139	0	131,45139	0,69866	78,21083	0
2	02-01-02/ОВіК	на придбання устаткування системи кондиціонування	0	311,44841	311,44841	0	0	0
3	02-01-03/ОВіК	на влаштування системи вентиляції	1419,04437	0	1419,04437	4,04068	431,34946	0
4	02-01-04/ОВіК	на придбання устаткування системи вентиляції	0	1360,89182	1360,89182	0	0	0
5	02-01-05/ОВіК	на влаштування системи опалення	5071,0375	0	5071,0375	7,63679	854,34406	0
6	02-01-06/ОВіК	на придбання устаткування системи опалення	0	212,76644	212,76644	0	0	0
7	02-01-07/ІТП	на влаштування індивідуального теплового пункта	136,123	0	136,123	0,40297	44,84969	0
8	02-01-08/ІТП	на устаткування індивідуального теплового пункта	0	2313,42802	2313,42802	0	0	0
---	-----	Всього:	6757,65626	4198,53469	10956,19095	12,77910	1408,75404	0

Головний інженер проекту
 (Головний архітектор проекту)

[підпис, (ініціали, прізвище)]

Керівник

[підпис, (ініціали, прізвище)]

Склав

[підпис, (ініціали, прізвище)]

Перевірив

[підпис, (ініціали, прізвище)]

ВІДОМІСТЬ ТРУДОМІСТКОСТІ І ЗАРОБІТНОЇ ПЛАТИ
до об'єктного кошторису № 02-01

Номери локальних кошторисів	Найменування локальних кошторисів	Робітники-будівельники	Робітники-монтажники	Робітники, зайняті на керуванні та обслуговуванні машин	Роботи по перевезенню ґрунту і будівельного сміття	Пусконаладжувальний персонал	Разом прями витрати	Загально-виробничі витрати	Разом кошторисні витрати
		Трудовісткість, тис. люд.год.							
		Заробітна плата, тис. грн.							
02-01-01/ОВіК	влаштування системи кондиціонування	<u>0,41303</u> 44,38358	<u>0,23040</u> 24,80487	<u>0,00249</u> 0,22281	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0,64592</u> 69,41126	<u>0,05274</u> 8,79957	<u>0,69866</u> 78,21083
02-01-02/ОВіК	придбання устаткування системи кондиціонування	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0
02-01-03/ОВіК	влаштування системи вентиляції	<u>3,62363</u> 364,25485	<u>0,04032</u> 4,34085	<u>0,00093</u> 0,10238	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>3,66488</u> 368,69808	<u>0,37580</u> 62,65138	<u>4,04068</u> 431,34946
02-01-04/ОВіК	придбання устаткування системи вентиляції	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0
02-01-05/ОВіК	влаштування системи опалення	<u>6,40607</u> 680,70453	<u>0,50858</u> 53,7457	<u>0,00942</u> 0,99248	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>6,92407</u> 735,44271	<u>0,71272</u> 118,90135	<u>7,63679</u> 854,34406
02-01-06/ОВіК	придбання устаткування системи опалення	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0
02-01-07/ІТП	влаштування індивідуального теплового пункта	<u>0,18762</u> 20,136	<u>0,18072</u> 19,00452	<u>0,00115</u> 0,12516	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0,36949</u> 39,26568	<u>0,03348</u> 5,58401	<u>0,40297</u> 44,84969
02-01-08/ІТП	устаткування індивідуального теплового пункта	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0

	Разом :	<u>10,63035</u> 1109,47896	<u>0,96002</u> 101,89594	<u>0,01399</u> 1,44283	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>11,60436</u> 1212,81773	<u>1,17474</u> 195,93631	<u>12,77910</u> 1408,75404

Склав _____

Перевірив _____

Відомість ресурсів до локального кошторису № 02-01-01/ОВІК
на влаштування системи кондиціонування

№ Ч.ч.	Шифр ресурсу	Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Поточна ціна за одиницю, грн.	у тому числі:		
						відпускна ціна, грн.	транспортна складова, грн.	заготівель- но-склад- ські вит- рати, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I. <u>Витрати труда</u>								
1	1	Витрати труда робітників-будівельників	люд.год	413,03	107,46			
2		Середній розряд робіт, що виконуються робітниками-будівельниками	розряд	4,0				
3	27	Витрати труда робітників-монтажників	люд.год	230,4	107,66			
4		Середній розряд робіт, що виконуються робітниками-монтажниками	розряд	4,0				
5		Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	люд.год	2,49	89,46			
6		Середній розряд ланки робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин	розряд	2,3				
7		Витрати труда працівників, заробітна плата яких передбачена в загальновиробничих витратах	люд.год	52,74	166,85			
		Разом кошторисна трудомісткість	люд.год	698,66				
		Середній розряд робіт	розряд	4,0				
II. <u>Будівельні машини і механізми</u>								
8	КБМ204-502	Установка для зварювання ручного дугового [постійного струму]	маш. год	0,336	40,61			
9	КБМ215-1302	Верстати трубозгинальні для труб діаметром до 1000 мм	маш. год	1,8	383,74			
<u>Будівельні машини, враховані в складі загальновиробничих витрат</u>								
10	КБМ203-401	Лебідки електричні, тягове зусилля до 5,79 кН [0,59 т]	маш. год	9				

11	КБМ270-106	Апарат для газового зварювання і різання	маш. год	0,36				
III. Будівельні матеріали, виробы і комплекти								
12	+С111-63	Ацетилен розчинений технічний, марка А	т	0,00075	83508,35	73125,61	8745,32	1637,42
13	+С111-112	Бура	т	0,00003	89614,68	87351,72	505,81	1757,15
14	+С111-306	Вироби гумові технічні морозостійкі	кг	0,15	130,68	127,72	0,40	2,56
15	+С111-324	Кисень технічний газоподібний	м3	0,75	11,88	5,79	5,86	0,23
16	+С111-1519	Електроди, діаметр 4 мм, марка Э55	т	0,00016	44202,02	42976,42	358,89	866,71
17	+С111-1846	Болти анкерні	т	0,0453	54485,28	53115,42	301,52	1068,34
18	+С111-1848	Болти будівельні з гайками та шайбами	т	0,0018	68996,64	67339,52	304,24	1352,88
19	+&С113-1451-1-21	Гофротруба діам.16мм	м	55	17,48	16,91	0,23	0,34
20	+С130-40	Болти з гайками та шайбами, діаметр 16 мм	т	0,0006	33940,29	32883,83	390,96	665,50
21	+&С188888-11-45	Фреоновий трубопровід мідний 6,4мм	м	75	93,24	91,33	0,08	1,83
22	+&С188888-11-46	Фреоновий трубопровід мідний 9,5мм	м	75	153,77	150,67	0,08	3,02
23	+&С188888-11-47	Кронштейн для зовнішніх блоків	компл.	6	905,67	887,50	0,41	17,76
24	+&С188888-11-48	Хомут з кріпленнями для фреонових труб d=20	компл.	83	31,48	30,83	0,03	0,62
Енергоносії машин, врахованих в складі загальнопромислових витрат								
25	С1999-9001	Електроенергія	кВт-год	2,25	4,9416	4,9416		
26	С1999-9005	Мастильні матеріали	кг	0,09	184,55	184,55		

Символ '+' визначає, що параметри, які впливають на кошторисну ціну ресурсу, змінені користувачем.

Символ & визначає, що ресурс задан користувачем.

Поточні ціни матеріальних ресурсів прийняті станом на 01 листопада 2023 р.

Склав _____
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

Перевірив _____
[посада, підпис (ініціали, прізвище)]

ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

1. Розглянуті основні складові забезпечення енергоефективності промислових та офісних будівель та визначені основні напрямки їх підвищення. Проаналізовані можливі заходи з енергозбереження та утилізації теплової енергії на промислових підприємствах для підвищення енергоефективності систем опалення та вентиляції. Розглянута можливість застосування теплонасосних установок та теплоутилізаторів для забезпечення енергоефективності промислових будівель.
2. В розділі 2 Запропоновані схеми інженерних систем забезпечення мікроклімату для приміщень заводу з виробництва медичних пластирів. Виконані інженерні розрахунки для забезпечення теплового захисту будівлі, теплового балансу приміщень, систем опалення та вентиляції.
3. Аналітично досліджено вплив технічних рішень систем забезпечення мікроклімату з теплозабезпеченням їх роботи від теплового насосу на енергоефективність будівлі заводу з виробництва медичних пластирів.
4. Виконана оцінка впливу проектних рішень інженерних систем забезпечення мікроклімату на загальну енергоефективність об'єкту при розробці сертифікату енергоефективності будівлі заводу медичних пластирів.
5. Розглянуті основні функції системи автоматизації інженерних систем заводу медичних пластирів на підставі чого запропонована принципова схема автоматизації вентиляційних установок.
6. Розроблено локальний кошторис на будівельно-монтажні роботи в якому визначена кошторисна вартість будівельних робіт, кошторисна трудомісткість та заробітна плата на будівництво заводу медичних пластирів.
7. В роботі аналітично обґрунтовано застосування теплового насосу та рекуператора теплової енергії для забезпечення високої енергоефективності роботи систем опалення та вентиляції заводу медичних пластирів. Чинна

робота виконана з врахуванням Закону України про енергоефективність будівель.

8. Отримані результати досліджень можуть бути використані для комплексної термомодернізації існуючих будівель промислового призначення та проектування і будівництва нових.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. 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.
2. Bucharskyi V. L., Alekseenko V. G., Cherniavskyi O. S. МЕТОДИКА ОПТИМІЗАЦІЇ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ АВТОНОМНИХ СПОРУД //Journal of Rocket-Space Technology. – 2022. – Т. 30. – №. 4. – С. 125-136.
3. Magnussen, J. Increased energy efficiency in buildings using model predictive control, Technical report, Norwegian University of Science and Technology, 2005.
4. Underwood, C. P. HVAC Control Systems: Modelling, analysis and design, E & FN Spon, 1999.
5. Результати досліджень режиму чергового опалення приміщення : thesis / М. І. Сотник та ін. 2017. URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/63200> (дата звернення: 15.12.2023).
6. A.Pal, R. Mudi, Self-tuning fuzzy PI controller and its applications systems, Int. J. Comput. Cogn. 6 (2008)
7. M. Trcka, J.L.M. Hensen, Overview of HVAC system simulation, Autom. Constr., 19 (2010).
8. J.A. Orosa, A.C. Oliveira, Software tools for HVAC research, Adv. Eng. Softw., 42 (2011).
9. Системи опалення, вентиляції і кондиціонування повітря будівель [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / М.Ф.Боженко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 380 с.
10. Підвищення енергоефективності діючої системи опалення : thesis / А. С. Мандрика та ін. 2011. URL:

<http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/7802> (дата звернення: 15.12.2023).

11. Закладний О. М. Енергозбереження засобами промислового електропривода: навчальний посібник / О. М. Закладний, А. В. Праховник, О. І. Соловей. - Київ : Кондор, 2005. - 408 с.
12. Бакалін Ю. І. Енергозбереження та енергетичний менеджмент: навчальний посібник / Ю. І. Бакалін. - Харків : БУРУН і К, 2006. - 320 с.
13. Енергетичний аудит: навчальний посібник / О. І. Соловей, та ін. - Черкаси : ЧДТУ, 2005. - 299 с.
14. Екологічне підприємництво : навчальний посібник / В. Я. Шевчук та ін. - Київ : Мета, 2001. - 191 с.
15. Інноваційні пріоритети паливно-енергетичного комплексу України / Г. К. Вороновський, та ін. ; за заг. ред. А. К. Шидловського. - Київ : Українські енциклопедичні знання, 2005. - 512 с.
16. Результати досліджень теплової інерції приміщення : thesis / М. І. Сотник та ін. 2016. URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/45610> (дата звернення: 15.12.2023).
17. Управління енергоспоживанням: промисловість і соціальна сфера : монографія / за заг. ред. О. М. Теліженка та М. І. Сотника. - Суми : Видавничо-виробниче підприємство «Мрія-1», 2018.-336с.
18. ДСН 3.3.6.042-99 “Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень”
19. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. - [Чинні від 2011-10-10]. - Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укрархбудінформ”, 2011.- 123 с.
20. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. - [Чинні від 2014-01-01]. - Мінрегіонбуд та ЖКГ України.- К.: ДП „Укрархбудінформ” Мінбуду України, 2014.- 149 с.
21. Опалення. Методичні вказівки до виконання розділу «Теплова потужність систем опалення» курсового та дипломного проектування

для студентів спеціалізації «Теплогазопостачання і вентиляція» спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія»./ Уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Любарець. – К.: КНУБА, 2016. – 34с. 42.

22. Любарець О.П. Проектування систем водяного опалення (посібник для проєктувальників, інженерів і студентів технічних ВНЗ). Переклад російського видання, перероблене та доповнене. / О.П. Любарець, О.М. Зайцев, В.О. Любарець – Відень - Київ – Сімферополь, 2010 – 200 с.