

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІСБ
(назва)

к.т.н., проф. Коц І.В.
(науковий ступінь, вчене звання,
ініціали та прізвище)

«__» _____ 2019 р.
(підпис)

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА КОМБІНОВАНА СИСТЕМА СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В СПОРТИВНО-ОЗДОРОВЧОМУ ЦЕНТРІ

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи
магістра за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія»
(Освітня програма – «Теплогазопостачання і вентиляція»)
08-12.МКР.003.00.000 ПЗ

Керівник к.т.н., проф. Г.С. Ратушняк
(науковий ступінь, вчене звання,
ініціали та прізвище)

«__» _____ 2019 р.
(підпис)

Розробив магістрант групи ТГ-18м
А. Ю. Грідін
(підпис, ініціали та прізвище)

Рецензент _____
(науковий ступінь, вчене звання, кафедра)

«__» _____ 2019 р.
(підпис, ініціали та прізвище)

«__» _____ 2019 р.

Вінниця ВНТУ 2019

РЕЗЮМЕ		Грідін Андрій Юрійович	
до магістерської кваліфікаційної роботи магістранта:			
Назва університету	Вінницький національний технічний університет		
Тема	ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА КОМБІНОВАНА СИСТЕМА СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ В СПОРТИВНО-ОЗДОРОВЧОМУ ЦЕНТРІ		
Освітній ступінь	Магістр		
Факультет	Будівництва, теплоенергетики та газопостачання		
Кафедра	Інженерних систем у будівництві		
Спеціальність	192 – Будівництво та цивільна інженерія		
Освітня програма	Теплогазопостачання і вентиляція		
Керівник	к.т.н., проф. Ратушняк Г.С.		
Обсяг роботи	Пояснювальна записка, стор.	Розділів	Креслень формату A1
	168	5	11
Розділ 1	Аналіз стану використання відомих конструктивних рішень систем забезпечення мікроклімату спортивних та фізкультурно-оздоровчих споруд		
Розділ 2	Теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик систем забезпечення мікроклімату		
Розділ 3	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень		
Розділ 4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
Розділ 5	Техніко-економічні показники		
Висновки по роботі	1. Визначено основні показники мікроклімату в спортивних спорудах згідно нормативних документів. Розглянуто особливості системи вентиляції та		

	<p>кондиціонування повітря приміщень з басейнами. Визначено типи сонячних колекторів та теплових акумуляторів.</p> <p>2. Проведено теплотехнічні розрахунки, моделювання аеродинамічного режиму систем, складено аксонометричні схеми та виконано аеродинамічні розрахунки систем, підібрано відповідне обладнання</p> <p>3 Підібрані машини, механізми для виконання робіт та транспортування. Визначено трудомісткість монтажних робіт, на основі якої складено графік виконання робіт.</p> <p>4. Розглянуто питання технічних рішень з безпеки робочих місць, електробезпеки, мікроклімат робочих місць, виробниче освітлення та виробничий шум, а також безпека в надзвичайних ситуаціях.</p> <p>5. Складено локальні кошториси на проведення робіт по влаштуванню систем вентиляції та кондиціонування спортивно-оздоровчого центру.</p> <p>Визначені техніко-економічні показники проекту.</p>
<p>Ключові слова: енергоефективність, вентиляція, кондиціонування, сонячний повітряний колектор, спортивна споруда.</p>	

Магістрант: _Грідін А.Ю.. _____ /ПІБ/

Керівник: Ратушняк Г.С. _____ /ПІБ/

“ ___ ” _____ 2019 р.

summary to undergraduate master's qualification work:	Hridin Andrii		
University name	Vinnytsia National Technical University		
Theme	ENERGY EFFECTIVE COMBINED SYSTEM OF PROVIDING MICROCLIMATE IN FITNESS CENTER		
Educational degree	Master		
Faculty	Faculty for Civil Engineering, Thermal Power and Gas Supply		
Department	Engineering systems in construction		
Specialty	192 – Construction and civil engineering		
Educational program	Heat and gas supply and ventilation		
Head	Ph.D., professor Ratushnyak G. S.		
The scope of work	Explanatory note, p.	Sections	Drawings of A1 format
	168	5	11
Section 1	Analysis of state using known design decisions for systems of providing microclimate for sports structures		
Section 2	Theoretical and practical rationale main parameters and characteristics of systems providing of microclimate		
Section 3	Organizational and technological support for the implementation of project proposals		
Section 4	Protection of work and safety in emergency situations		
Section 5	Technical and economical parameters		
Conclusions on work	1. Main parameters of microclimate in sports structures as on normative documents were determined. Features of air-conditioning and ventilation systems of placements swimming-pools Types of solar collectors and heat accumulators were determined.		

	<p>2. The heat engineering calculations, modeling of the aerodynamic regime of the system were carried out, axonometric diagrams were made and aerodynamic calculations of air-conditioning and ventilation systems were made, respective equipment was selected.</p> <p>3 In the section developed measures for the installation of energy-efficient combined system of creating microclimate in fitness centre. Selected machines, mechanisms for work and transportation. The complexity of installation work is determined, on the basis of which the schedule of work execution is compiled. Safety issues are considered when performing installation work, defined measures for occupational safety, fire safety, electrical safety.</p> <p>4. Issues of technical solutions on workplace safety, electrical safety, microclimate of workplaces, industrial lighting and industrial noise, as well as safety in emergency situations are considered</p> <p>5. Local estimates for work on the installation of the air-conditioning and ventilation systems for fitness centre.</p> <p>The determined technical and economic indicators of the project.</p>
<p>Keywords: energyefficiency, ventilation, air-conditioning, solar-air collector, sports complex.</p>	

Master student: _ Hridin An.Yu. _____ / Surname /

Head: _ Ratushnyak G.S.._____ / Surname /

" ___ " _____ 2019

РЕФЕРАТ

У магістерській кваліфікаційній роботі розроблено енергоефективну систему створення мікроклімату спортивно-оздоровчого центру в місті Красилів. Робота включає в себе пояснювальну записку обсягом 168 сторінок та графічну частину обсягом 11 аркушів формату А1.

Здійснено аналіз стану використання відомих конструктивних рішень систем забезпечення мікроклімату спортивних та фізкультурно-оздоровчих споруд.

Проведено розрахунки теплового балансу, повітрообміну та повітророзподілення. За складеними аксонометричними схемами виконано аеродинамічні розрахунки, підібрано вентиляційне обладнання, а також сонячні колектори. Складено специфікацію обладнання і матеріалів.

Проведено організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень.

Розглянуто питання охорони праці при забезпеченні реалізації проектних рішень.

Складено локальний кошторис систем вентиляції та кондиціонування. Визначено основні техніко-економічні показники.

ABSTRACT

Energy-efficient system of creating microclimate of fitness centre in the city Crasiliv was designed in this master's qualification thesis. It includes explanatory note in 168 pages and graphical part in 11 sheets of format A1.

Analyse of state of using known constructing decisions of systems for provision of microclimate for sport- and fitness centres.

Calculation of heat balance, air-exchange, air-distribution done. Aerodynamic calculation done with help of axonometric diagrams, ventilation equipment and solar collectors picked up. Specification of equipment and materials has done.

Organizational and technological providing of realization for design decisions were made.

Question of protection for work for providing of realization design decisions was considered

Local estimate for systems of ventilation and air-condition has composed. Technical and economic parameters have determined.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	13
1 АНАЛІЗ СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ ВІДОМИХ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ СПОРТИВНИХ ТА ФІЗКУЛЬТУРНО-ОЗДОРОВЧИХ СПОРУД	15
1.1 Стан практичної реалізації відомих енергоефективних систем забезпечення мікроклімату	15
1.1.1 Питання енергоефективності за кордоном та в Україні.....	15
1.1.2 Комбіновані системи забезпечення мікроклімату	19
1.1.3 Системи сонячного теплопостачання з рідким теплоносієм	20
1.1.4 Системи сонячного теплопостачання з повітряним теплоносієм	20
1.2 Способи акумулювання теплової енергії.....	22
1.2.1 Водяний акумулятор	22
1.2.2 Акумулятор із шаровою теплообмінною насадкою	23
1.2.3 Акумулювання енергії на основі фазових перетворень	24
1.3 Техніко економічне обґрунтування використання системи сонячного повітряного опалення.....	24
Висновки до розділу.....	25
2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ	26
2.1 Узагальнена модель аеродинамічних процесів, прийняття припущень, розрахункова схема	26
2.2 Теплонадходження від освітлення	28
2.3 Тепло- та вологонадходження від людей	28
2.4 Теплонадходження через інсоляцію в літній період	29
2.4 Розрахунок вологовиділень в приміщенні для водних процедур	37
2.5 Тепло- та вологонадходження від басейнів.....	38
2.5.1 Вологовиділення від обхідних доріжок	39
2.5.2 Вологовиділення при роботі водних атракціонів	39

2.6	Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій	41
2.6.1	Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни	41
2.6.2	Теплотехнічний розрахунок підлоги по ґрунту	43
2.6.3	Теплотехнічний розрахунок перекриття над ґорищем	45
2.7	Тепловтрати через огорожуючі конструкції	46
2.8	Організація та розрахунок повітрообміну загальнообмінних систем вентиляції та кондиціонування	47
2.9	Повітряний баланс приміщень.....	48
2.10	Розрахунок обробки повітря в центральному кондиціонері.....	49
2.11	Розрахунок повітророзподілення.....	51
2.11.1	Розрахунок припливної системи вентиляції для приміщень басейнів	52
2.11.2	Розрахунок вентиляційних ґраток для витяжних систем вентиляції	54
2.12	Аеродинамічний розрахунок загальнообмінних систем.....	54
2.13	Акустичний розрахунок.....	55
2.14	Підбір вентиляційного обладнання	59
2.15	Підбір сонячних колекторів	62
2.16	Конструктивні рішення з вдосконалення роботи рекупераційної установки для потреб водопостачання ванн басейнів	64
2.17	Моделювання та оцінка надійності системи вентиляції та кондиціонування спортивно-оздоровчого центру.....	65
	Висновок до розділу.....	77
3	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ.....	79
3.1	Аналіз конструктивних особливостей системи прийнятої до монтажу	79
3.2	Отримання об'єкту під монтаж.....	80
3.3	Визначення кількісних показників основних матеріалів, виробів та витратних матеріалів, будівельних машин і механізмів та енергетичних ресурсів.	82
3.3.1	Розрахунок та комплектування основних та допоміжних матеріалів та виробів, складання відомостей	82
3.3.2	Перелік та об'єми робіт	86

3.3.4 Вибір і обґрунтування методів виконання робіт, типів машин, механізмів, пристосувань і конструкцій.....	88
3.4 Розрахунок трудомісткості виконуваних робіт, підбір робітників, розроблення календарного плану та графіків виконуваних заготівельних і будівельно-монтажних робіт, розрахунок ТЕП.	90
3.4.1 Визначення трудомісткості монтажних робіт.....	90
3.4.2 Визначення складу бригад та монтажних інструментів	92
3.4.3 Розрахунок витрат електроенергії на монтаж.....	94
3.4.4 Монтажене регулювання і здача системи в експлуатацію	95
3.4.5 Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану	97
Висновок до розділу.....	97
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	99
4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта.....	99
4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць.....	99
4.1.2 Електробезпека	101
4.2 Технічні рішення з гігієни праці виробничої санітарії.....	102
4.2.1 Мікроклімат	102
4.2.2 Склад повітря робочої зони.....	103
4.2.3 Виробниче освітлення.....	104
4.2.4 Виробничий шум	105
4.2.5 Виробнича вібрація	106
4.2.6 Психофізіологічні фактори	107
4.3 Питання безпеки при забрудненні повітря	108
Висновок до розділу.....	109
5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ.....	110
5.1 Складання кошторисної документації	110
Висновок до розділу.....	111
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	112
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	114
ДОДАТКИ.....	120

ВСТУП

Актуальність теми. Енергоефективність – раціональне застосування енергетичних ресурсів або іншими словами використання меншої кількості енергії для того ж рівня енергетичного забезпечення. Питання енергоефективності на сьогоднішній день є одним із ключових в галузі теплопостачання та енергетики, адже воно висвітлює проблеми ефективного застосування традиційних ресурсів та перехід на альтернативні джерела енергії. На території України популярними є проблеми утеплення будівель, високих тарифів на опалення та електроенергію. Одним із способів вирішення даного питання є Державна цільова програма енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлювальних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010-2020 роки [1].

В даному напрямку постійно проводяться дослідження по розробці нових та удосконаленню вже відомих пристроїв для забезпечення побутових потреб населення. Одним із прикладів є підвищення ефективності роботи повітряних сонячних колекторів з допомогою турбулізаторів потоку, що запропоновано в дисертації [2].

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Напрямок, мета та задачі магістерської кваліфікаційної роботи відповідають змісту Державної програми України наукового напрямку 04.06 – „Екологічно чиста енергетика та ресурсозберігаючі технології”, а також згідно з пріоритетним напрямком наукових досліджень ВНТУ «Збереження навколишнього середовища (довкілля) та сталий розвиток» відповідно до закону «Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки» № 2623-III від 11.07.2001 р

Мета та задачі роботи. За результатами дослідження обґрунтувати запропоновані проектні рішення по забезпеченню мікроклімату у спортивно-реабілітаційному центрі, вдосконалення та їх практичну значущість по створенню системи мікроклімату з допомогою альтернативних джерел енергії в спортивній споруді. Для досягнення даної мети повинні бути виконані такі задачі:

– провести аналіз особливостей систем повітряного опалення та вентиляції для спортивних та фізкультурно-оздоровчих споруд, обґрунтувати доцільність запропонованих проектних рішень;

– виконати проектування енергоефективної системи по забезпеченню мікроклімату в будівлі;

– забезпечити організаційно-технологічну реалізацію проектних рішень та розглянути питання техніки безпеки та охорони праці при проведенні монтажних робіт;

– скласти локальний кошторис монтажних робіт та визначити загальні техніко-економічні показники.

Об’єкт дослідження: системи повітряного опалення та вентиляції для забезпечення нормативних мікрокліматичних показників з використанням альтернативних джерел енергії.

Предмет дослідження: процес здійснення повітрообміну та забезпечення тепловою енергією в приміщеннях спортивно-реабілітаційного центру.

Наукова новизна отриманих результатів.

Складено нову схему роботи вентиляційної установки з рекуператором з утилізацією вологовиділень повітря приміщення для рециркуляційної системи водопостачання басейнів.

Практичне значення отриманих результатів.

Запропоновано рішення по вдосконаленню рекуператора вентиляційної установки з повторним використанням вологи з витяжного повітря для зменшення витрат на водопостачання басейну.

Апробація: доповідь на міжнародній науково-технічній конференції «Інноваційні технології в будівництві», доповідь на XLVIII науково-технічній конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету за участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області, а також на всеукраїнській науково – практичній інтернет – конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи».

1 АНАЛІЗ СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ ВІДОМИХ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ СПОРТИВНИХ ТА ФІЗКУЛЬТУРНО-ОЗДОРОВЧИХ СПОРУД

1.1 Стан практичної реалізації відомих енергоефективних систем забезпечення мікроклімату

1.1.1 Питання енергоефективності за кордоном та в Україні

Конкретними орієнтирами Європейського Союзу у сфері енергетики стали завдання зниження енергопостачання на 13 % до 2020 р., доведення частки поновлюючих джерел енергії до 20 %, зменшення викидів вуглецю на 20 %. У січні 2007 р. прийнято інтегрований пакет дій, покликаних реформувати енергетичний сектор і формувати єдину енергетичну політику. Головними завданнями визначеними новим документом стали розвиток інфраструктури, зменшення зовнішньої уразливості країн ЄС, боротьба з негативними змінами клімату [3].

Ефективне використання енергії – один із показників розвитку економіки, науки і соціокультурного розвитку нації. За цим показником Україна знаходиться у числі тих держав, де існуюче положення може спровокувати серйозну економічну кризу з наступними масштабними соціальними потрясіннями. Значні енерговитрати мають місце в промисловому виробництві, особливо таких його галузях як металургія, хімічна і нафтопереробна промисловість. Частка енергії у вартості продукту тут складає 30-50%. У окремих підприємствах цей показник сягає 60%. У цілому по країні енергоємність валового внутрішнього продукту в 3-5 разів більша ніж у розвинутих країнах Заходу [3].

1.1.2 Особливості забезпечення мікроклімату спортивних та фізкультурно-оздоровчих споруд

Вибір типу системи, основних елементів та подальше проектування систем опалення вентиляції та кондиціонування для спортивних споруд в першу чергу залежить від конкретного призначення даного об'єкта [4].

Рухливість повітря в зонах перебування осіб, які займаються, не повинна перевищувати [4, 5]: 0,2 м/с - у залах ванн басейнів (у тому числі для оздоровчого плавання і навчання плаванню); 0,3 м/с - у спортивних залах для боротьби, настільного тенісу, у критих ковзанках і в залах веслувальних басейнів; 0,5 м/с - в решті спортивних залів, залах для підготовчих занять у басейнах і приміщеннях для фізкультурно-оздоровчих занять.

Відносну вологість повітря слід приймати [4, с.61]: 30-60 % - у спортивних залах без місць для глядачів, приміщеннях для фізкультурно-оздоровчих занять і залах для підготовчих занять у басейнах; 50-65 % - у залах ванн басейнів (у тому числі веслувальних).

Самостійні системи припливної та витяжної вентиляції з механічним спонуканням слід передбачати для [4, с.62]: спортивних залів, залів для підготовчих занять у басейнах і приміщень фізкультурно-оздоровчих занять; залів ванн басейнів (у тому числі для оздоровчого плавання та навчання плаванню) і залів веслувальних басейнів; душових, роздягалень для осіб, які займаються, масажних і приміщень для відпочинку тих, хто займається у басейнах; службових приміщень для адміністративного та інженерно-технічного персоналу, інструкторсько-тренерського складу, побутових приміщень для робітників; хлораторних і складів хлору; технічних приміщень (насосно-фільтрувальних, бойлерних та ін.).

Розподіл припливного повітря в приміщення плавальних басейнів та аквапарків виконується з врахуванням розміщення відвідувачів, а також конструктивних особливостей будівлі, світлопрозорих конструкцій, перекриттів, тощо. Якщо розміщувати низькошвидкісні приточні дифузори під стелею, то можливі складнощі з організацією подачі повітря вниз. Щоб запобігти цьому,

подачу повітря здійснюють на рівні підлоги, так щоб повітря омивало найбільш холодні поверхні [6].

Витяжні решітки не рекомендується розміщувати на рівні подачі приточного повітря так як сухе зовнішнє повітря рухатиметься напряду на витяжку, не змішуючись з повітрям кондиціонованого приміщення [6, с.3].

Можливі варіанти подачі підігрітого повітря: із підпільного каналу знизу вгору вздовж світлопрозорих поверхонь; роздача повітря сопловими насадками в зонах вище рівня робочих зон (більше 2 м по висоті приміщення) [6, с.3].

Схема установки наведеної на рис. 1.1 рекомендована для спортивних та громадських плавальних басейнів, аквапарків і т. п. з метою можливості вибору економічних та ефективних режимів роботи [6, с.4].

Компонентами вентиляційної осушувальної установки є [6, с.4]: зблокована приточно-витяжна установка; перехресно пластинчастий рекуператор теплоти видаленого повітря; тепловий насос в якості осушувача повітря та рекуператора теплоти; вбудована система автоматики.

Перевагами даної системи є [6, с.4]: компактна установка для широкого діапазону витрати повітря; можливість реалізації різноманітних режимів обробки повітря (нагрів, охолодження та осушення) при забезпеченні необхідних вимог до параметрів внутрішнього повітря та нормам подачі припливного повітря; наявність пристроїв пасивної та активної рекуперації теплоти, що дозволяє досягти економії енергії до 80%; суміщення системи кондиціонування, вентиляції та осушення повітря приміщень плавального басейну з повітряним опаленням.

Основні режими роботи установки наведено в [6]:

- денний режим в теплий період року [6]. Цей режим роботи установки визначає максимальний повітрообмін виходячи із вимог асиміляції сумарних тепло- та вологовиділень в робочий час, який повинен відповідати нормативним вимогам в області кількості припливного повітря. За наявності теплонадлишків від інсоляції тепловий насос використовують для охолодження припливного повітря [6, с.4].

- денний режим в холодну пору року [6]: В цьому режимі зовнішнє повітря з малим вологовмістом змішується з рециркуляційним повітрям. Відношення суміші зовнішнього та рециркуляційного повітря керується датчиком вологості повітря, який встановлено в залі з ваннами басейну чи у витяжному повітропроводі. Після змішувальної камери припливне повітря нагрівається в пластинчастому рекуперативному теплообміннику, а далі на конденсаторі теплового насоса, який працює на нагрів припливного повітря. Через випаровувальний теплообмінник теплового насоса проходить витяжне повітря, і при цьому утилізується явна та прихована теплота. Сумісна робота пластинчатого теплообмінника та теплового насоса дозволяє здійснити нагрівання припливного повітря без споживання зовнішньої теплової енергії при температурі зовнішнього повітря вище -15°C . При температурі зовнішнього повітря нижче -15°C додатковий нагрів припливного повітря відбувається у водяному калорифері [6, с.6].

- нічний режим [6]. Даний режим розраховують виходячи із умов відсутності відвідувачів. Випаровування вологи з зеркала води продовжується, хоча і в меншій кількості. Вентиляційна установка перемикається в режим осушення при повній рециркуляції – без подачі зовнішнього повітря. Волога видаляється із повітря при його проходженні через випаровувальний теплообмінник теплового насоса. Повітря на конденсаторі теплового насоса підігрівається за рахунок теплоти, утилізованої тепловим насосом, як і теплоти, яка розсіюється при роботі приводу компресора теплового насосу. Тепловий насос в данному випадку повертає теплоту з коефіцієнтом 4,5 за рахунок максимального використання прихованої теплоти. Рециркуляційне повітря поступає назад в приміщення і має температуру на $2-3^{\circ}\text{C}$ вище, ніж температура видаленого повітря. Цього достатньо для компенсації тепловтрат в приміщеннях плавального басейну в неробочий час [6, с.6].

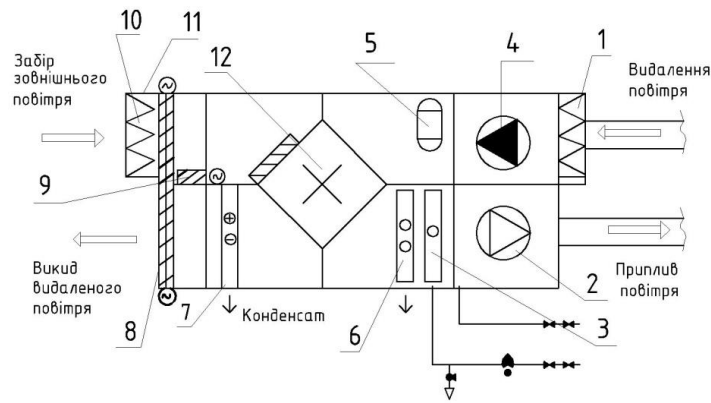


Рис.1.1 – Схема вентиляційної установки для вентиляції та кондиціонування приміщень басейнів [6, с.6]:

1 – повітряний фільтр; 2 – припливний вентилятор; 3 – теплообмінник зимового догріву; 4 – витяжний вентилятор; 5 – тепловий насос; 6 – теплообмінник теплового насоса 1; 7 – теплообмінник теплового насоса 2; 8 – клапан повітря, яке видаляється; 9 – клапан рециркуляції; 10 – фільтр зовнішнього повітря; 11 – клапан зовнішнього повітря; 12 – пластинчастий рекуператор.

1.1.2 Комбіновані системи забезпечення мікроклімату

З метою зменшення витрат енергії на системи вентиляції, кондиціонування або опалення можуть застосовуватися альтернативні джерела енергії, такі як сонячні повітряні колектори. Комбіновані системи забезпечення мікроклімату з допомогою сонячних колекторів мають одну особливість, а саме залежність від кліматичних умов, тому на території України використання таких систем малоефективне через незначну кількість сонячних днів, що спричиняє необхідність використання комбінованих систем забезпечення мікроклімату з використанням традиційних джерел енергії.

1.1.3 Системи сонячного теплопостачання з рідким теплоносієм

Схема системи сонячного теплопостачання наведена на рис. 1.5. В такій системі в якості теплоносія використовують рідину (частіше всего воду чи розчин антифризу), а в якості акумулюючого середовища – воду. Перетворення сонячної радіації в теплову енергію здійснюється в плоских сонячних колекторах. Ця енергія акумулюється в бакові-акумуляторі за рахунок теплоємності рідини та використовується при необхідності для забезпечення теплового навантаження опалення та гарячого водопостачання [7].

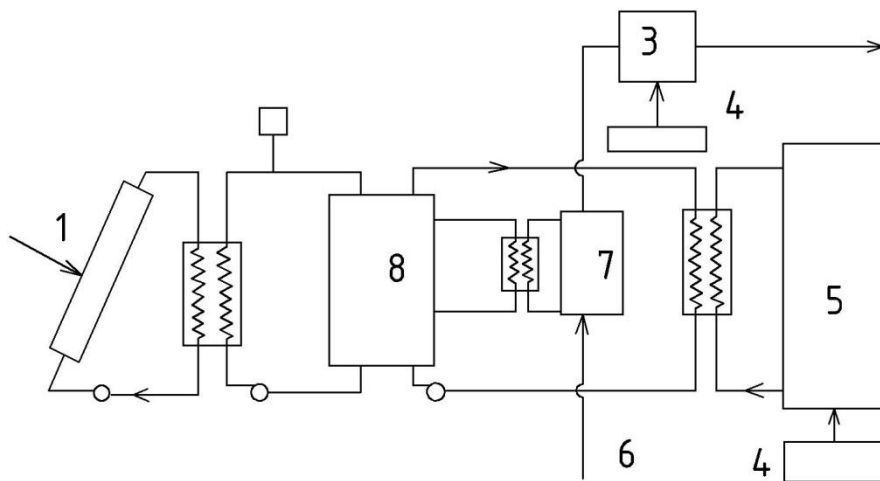


Рис. 1.5 – Схема рідинної системи сонячного теплопостачання [7]:

1 – сонячна радіація; 2 – запобіжний клапан; 3 – бак гарячої води; 4 – джерело додаткової енергії; 5 – будівля; 6 – подача холодної води; 7 – бак попереднього підігріву води; 8 – бак-акумулятор.

1.1.4 Системи сонячного теплопостачання з повітряним теплоносієм

Схема звичайної системи сонячного теплопостачання з повітряним теплоносієм наведена на рис. 1.6 [7, с.11]. Повітря нагрівається в плоскому сонячному колекторі та подається або в приміщення, або в гальковий

акумулятор. Енергія акумулюється в шаровій насадці, яка нагрівається циркуляційним гарячим повітрям. Вночі чи в погану погоду, коли потоку сонячної радіації недостатньо для забезпечення теплового навантаження, повітря проходить через нагріту гальку в акумуляторі та поступає в приміщення. Енергія, необхідна для нагрівання води на побутові потреби, як і в рідинних системах, підводиться шляхом теплообміну між нагрітим в колекторі повітрям і водою із бака попереднього підігріву [7, с.12].

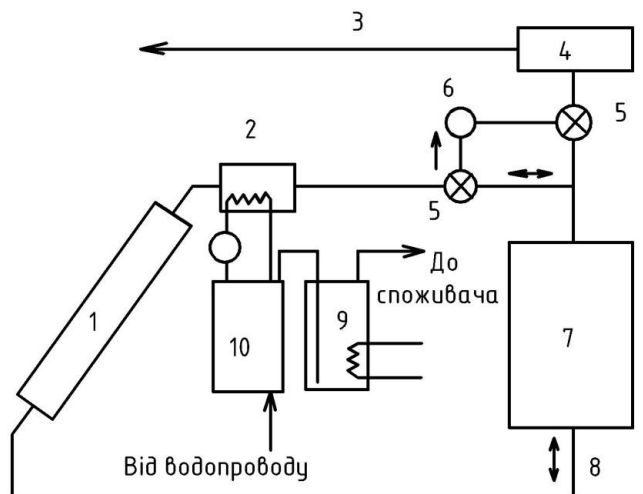


Рис. 1.6 – Схема системи сонячного теплопостачання з повітряним теплономієм [7]:

1 – колектор; 2 – теплообмінник; 3 – потік теплого повітря в будівлю; 4 – джерело додаткової енергії; 5 – заслінка; 6 – вентилятор; 7 – гравійний акумулятор; 8 – подача рециркуляційного повітря з будівлі; 9 – водопідігрівач; 10 – бак попереднього підігріву води.

Порівняння основних експлуатаційних характеристик систем опалення в залежності від типу теплоносія наведено таблиці 1.1 [2, 8].

Таблиця 1.1 – Порівняння експлуатаційних характеристик систем водяного та повітряного опалення [2,8].

Назва	Водяне опалення	Повітряне опалення
1	2	3
Можливість замерзання системи	ТАК	НІ

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
Можливість використання опалення періодично	НІ	ТАК
Час прогріву на 10 ⁰ С	До 6 год	До 0,5 год
Вентиляція	НІ	ТАК
Зволоження	НІ	ТАК
Очистка повітря	НІ	ТАК
Можливість зонального регулювання температури	ТАК	ТАК
Втрата теплоносія	ТАК	НІ
Підвищені тепловрати через дах	ТАК	НІ

1.2 Способи акумулювання теплової енергії

Потреби в енергії змінюються в часі, але в режимі, який не співпадає з режимом надходження сонячної енергії. Тому якщо ці потреби необхідно задовільнити за рахунок сонячної енергії, необхідно акумулювання тепла чи іншого продукту, отриманого в процесі перетворення сонячної енергії [9].

Характеристики системи теплового акумулювання енергії наступні [9, с.242]: ємність на одиницю об'єм чи маси; робочий інтервал температур, тобто температури теплоносія на вході та виході із системи; способи передачі та відбору тепла і відповідні перепади температур; розшарування температурного поля в акумуляторі (температурна стратифікація); потужність, необхідна для прокачування теплоносія; кількість контейнерів, ємностей чи інших конструктивних елементів, пов'язаних з системою моделювання; способи регулювання теплових втрат акумулятора; вартість.

1.2.1 Водяний акумулятор

Вода є дешевим, легкодоступним та доволі зручним в практичному відношенні речовиною, здатною акумулювати навіть невеликі об'єми тепла. В такому акумуляторі енергія вводиться та виводиться шляхом переносу акумулюючого середовища, що виключає всі перепади температур між рідиною, яка переносить тепло та акумулюючим середовищем [9, с.243].

Енергетична акумулююча здатність водяного (чи взагалі рідинного) акумулятора, працюючого при кінцевій різниці температур, описується рівнянням теплоємності [9, с.243]:

$$Q_a = (m \cdot C_p)_a \cdot (T_1 - T_2), \quad (1.1)$$

де Q_a – повна теплоємність маси m , кг води в акумуляторі в циклі нагріву в інтервалі температур $(T_1 - T_2)$, $^{\circ}\text{C}$.

1.2.2 Акумулятор із шаровою теплообмінною насадкою

В акумуляторі з шаровою насадкою (гравійний чи кам'яній) використовується теплоємність шару спеціального вільно укладеного матеріалу, через який прокачується теплоносій, зазвичай повітря, яке віддає шару чи відбирає з нього тепло [9].

Вдало спроектовані шарові насадки з каменів володіють рядом характеристик, які дозволяють ефективно застосовувати їх в геліотехнічних пристроях. Вони мають високий коефіцієнт теплопередачі між повітрям та твердим тілом, низьку вартість акумулюючого матеріалу, низьку теплопровідність шару насадки за відсутності повітряного потоку [9, с.251].

Основними його конструктивними елементами є контейнер, решітка для підтримання насадки і розподільчі пристрої для потоку повітря в обох напрямках, що дозволяє зменшити площу поперечного перерізу повітропроводу [9].

Порівняння основних показників теплоакумулюючих матеріалів для систем повітряного опалення, з врахуванням [2], наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Основні характеристики теплоакумулюючих матеріалів

Характеристика матеріалу	теплоакумулюючого				
	Камінь	Вода	Глауберова сіль		Парафін
1	2	3	4	5	6
Питома густина, кг/м ³	2240	1000р	1450т	1330р	786
Теплоємність кДж/(кг· ⁰ С)	0,84	4,2	1,92т	3,26р	2,89
Коефіцієнт теплопровідності Вт/(м· ⁰ С)	0,45	0,6	1,85т	1,74р	0,5
Маса теплоакумулюючого матеріалу для акумулювання 1ГДж теплоти за $\Delta T=20$ ⁰ С, кг	59500	11900	3300		3750

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6
Відносна вага теплоакумулюючого матеріалу по відношенню до ваги води, кг/кг	5	1	0,28		0,32
Об'єм теплоакумулюючого матеріалу для акумулювання 1 ГДж теплоти за $\Delta T=20$ °С, м ³	49,6	11,9	2,26		4,77

1.2.3 Акумулювання енергії на основі фазових перетворень

Для акумулювання енергії можуть бути використані речовини, в яких відбувається фазове перетворення у відповідних температурних інтервалах. Прихований тепловий ефект, що супроводжує фазове перетворення, повинен бути значним і при більшій кількості циклів практично незмінним [9].

При розгляді внутрішнього теплообміну необхідно приймати до уваги два додаткові явища: по-перше, потрібно враховувати, що прихована теплота сильно збільшує ефективну теплову ємність речовини в дуже незначному інтервалі температур, та, по-друге, варто мати на увазі, що термічний опір переносу тепла всередині речовини змінюється по мірі його переходу в твердий стан і в залежності від того, нагрівається воно чи охолоджується [9, с. 259].

Характеристики, якими повинні володіти акумулятори (в залежності від їх використання), можна узагальнити таким чином [9, с.263]: акумулятор повинен сприймати енергію з максимальною інтенсивністю без перешкоджаючих факторів (наприклад різниця температур); акумулятор повинен віддавати енергію з максимальною інтенсивністю без перешкоджаючих факторів; втрати від акумулятора повинні бути малими (його власні розрядні характеристики повинні бути низькими); він повинен витримувати велику кількість циклів без суттєвого зменшення потужності; акумулятор повинен бути недорогим.

1.3 Техніко економічне обґрунтування використання системи сонячного повітряного опалення

Користуючись даними нормативних документів [10] та результатами досліджень роботи для житлового будинку площею 100 м² у місті Львів [2, с.150-

151] можна показати економічну доцільність застосування систем повітряного опалення з використанням сонячних повітряних колекторів (таблиця 1.3). Термін окупності в даному випадку становить 13,5 років [2, с.152].

Таблиця 1.3 – Витрати на впровадження проектних рішень [2]

Назва витрат	Традиційна система повітряного опалення	Система сонячного повітряного опалення
Кошторисна вартість, тис. грн	53,71	104,25
Амортизаційні відрахування, тис. грн	4,29	8,34
Поточний ремонт, тис. грн	0,86	1,67
Інші витрати, тис. грн	1,8	3,25
Експлуатаційні витрати, тис. грн	20,52	16,47

Висновки до розділу

В результаті аналізу стану використання відомих енергоефективних систем забезпечення мікроклімату в приміщеннях спортивних споруд було проведено огляд питань енергоефективності за кордоном та в Україні. Визначено основні показники мікроклімату в спортивних спорудах згідно нормативних документів.

Розглянуто особливості системи вентиляції та кондиціонування повітря приміщень з плавальними басейнами та режими роботи вентиляційної установки з використанням пластинчастого рекуператора та теплового насоса. Виконано порівняння систем сонячного опалення з повітряним та рідким теплоносіями, що показано в таблиці 1.1. В залежності від типу теплоносія було визначено типи теплових акумуляторів, вимоги при виборі акумуляуючого матеріалу та порівняння показників теплових акумуляторів (таблиця 1.2).

Виконано порівняння традиційної та з використанням сонячних колекторів систем повітряного опалення (таблиця 1.3) та визначено термін окупності системи сонячного повітряного опалення $T = 13,5$ років на прикладі житлового будинку.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ПРАКТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ

2.1 Узагальнена модель аеродинамічних процесів, прийняття припущень, розрахункова схема

Вибір розрахункових параметрів внутрішнього повітря регламентований загальними санітарно-гігієнічними вимогами до повітря робочої зони. Комфортні умови для людини в приміщенні визначаються, як нам відомо, такими параметрами: температурою приміщення, °С; температурою огорожувальних конструкцій приміщення, °С чи інтенсивністю опромінення, Вт/м²; швидкістю руху повітря, м/с; відносною вологістю, % [11].

При проектуванні систем вентиляції необхідно забезпечувати розподіл повітря таким чином, щоб повітря не потрапляло через зони з більшим забрудненням у зони з меншим забрудненням [12, с.23].

Для вибору та розрахунку повітророзподілення необхідні такі вихідні дані [12]: тип та призначення приміщення; архітектурні рішення; питомі теплові навантаження; нормовані параметри повітря в зоні обслуговування.

Розрахунок повітророзподілювачів полягає у підбиранні їх кількості та розмірів для забезпечення швидкостей та температурних градієнтів у місці надходження струмини в зону обслуговування, які б не перевищували нормовані [12, с.23].

Прийняття припущень.

Приймемо наступні дані для моделювання теплового розрахунку будівлі:

Об'єкт – двоповерховий спортивно-оздоровчий центр.

Географічний пункт будівництва: м. Красилів.

Кліматологічна характеристика району будівництва:

Середня температура зовнішнього повітря, °С [13]:

–найбільш холодної п'ятиденки $t^{0,92} = -21$;

–найбільш холодної доби $t^{0,92} = -25$;

–за опалювальний період $t=-0,1$.

Основні характеристики: температурна зона – I; швидкість руху повітря не більше 0,2 м/с; відносна вологість не більше 65, %; тривалість опалювального періоду з середньодобовою температурою повітря $\leq 8^{\circ}\text{C}$: $n=183$ доби [13].

Конструкція зовнішніх стін:

Кладка з цегли глиняної звичайної на цементно-піщаному розчині, теплова ізоляція із мінеральної вати і вапняно-піщана штукатурка.

Тип будівлі: спортивна споруда.

Система створення мікроклімату: вентиляція та кондиціонування (для приміщень басейнів - вентиляція суміщена з повітряним опаленням).

Джерело теплозабезпечення: сонячні повітряні колектори, припливно-витяжні вентиляційні установки.

Кількість поверхів: 2, висота поверху - 3,3 м.

Температуру внутрішнього повітря приймаємо згідно з [4,14].

На рис. 2.1 наведено схему тепловтрат огорожуючих конструкцій, теплонадходжень та руху повітря в приміщенні.

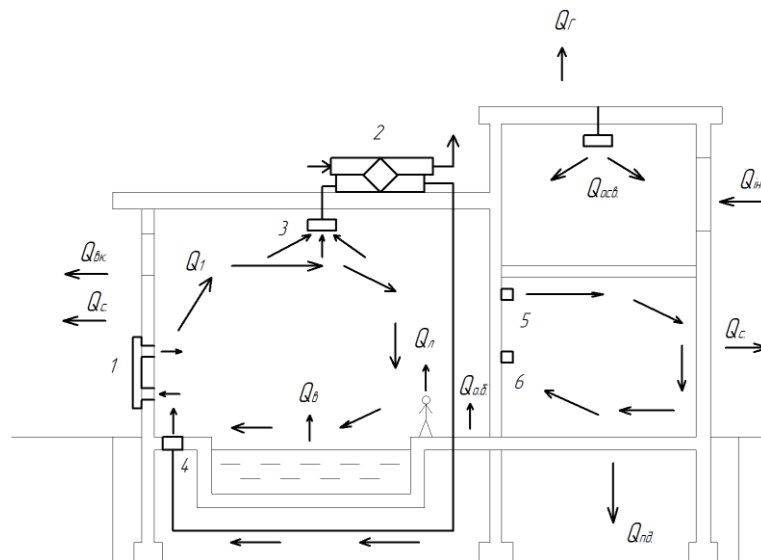


Рис. 2.1 - Розрахункова схема до моделювання теплового розрахунку будівлі:

1 – сонячні колектори; 2 – вентиляційна установка з рекуператором; 3 і 4 – повітророзподільчі пристрої; 5 та 6 - припливні та витяжні ґратки; Q_1 – тепловий потік повітряного опалення; Q_G – тепловтрати через горищне перекриття, Вт; $Q_{ВК}$ - тепловтрати через вікна, Вт; Q_C - тепловтрати через стіни, Вт; $Q_{П}$ - тепловтрати через підлогу, Вт; Q_B - тепловтрати на нагрів води, Вт; Q_L - теплонадходження від

людей, Вт; $Q_{\text{осв}}$ - теплонадходження від освітлення, Вт; $Q_{\text{інс}}$ - теплонадходження від сонячної радіації, Вт; $Q_{\text{п}}$ - теплонадходження від обхідних доріжок, які обігріваються системою «тепла підлога», Вт.

Для забезпечення комфортних умов мікроклімату необхідне виконання рівності, Вт [5]:

$$\sum Q = Q_1 + Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{інс}} + Q_{\text{о.д.}} - Q_{\text{Г}} - Q_{\text{пд}} - Q_{\text{вк}} = 0 \quad (2.1)$$

2.2 Теплонадходження від освітлення

Кількість тепла, що надходить в приміщення від джерел штучного освітлення, визначають за фактичною або проектною потужністю освітлювальних приладів. Встановлено, що якщо освітлювальна арматура та лампи знаходяться поза приміщенням або освітлювальні прилади оснащені місцевими відсосами, тоді частина тепла, яке потрапляє в приміщення $\eta_{\text{осв}}$ складає 0,15 для люмінісцентних ламп та 0,45 для ламп розжарювання на освітлення від енергії, яка витрачається [11, с.75].

Якщо потужність ліхтарів невідома, тоді тепловиділення від джерел освітлення $Q_{\text{осв}}$, Вт, можна визначити за формулою [11, с.76]:

$$Q_{\text{осв}} = E \cdot F \cdot q_{\text{осв}} \cdot \eta_{\text{осв}}, \quad (2.2)$$

де E – освітленість, лк [15];

F – площа підлоги приміщення, м²;

$q_{\text{осв}}$ – питомі тепловиділення, Вт/(м² · лк) [11];

$\eta_{\text{осв}}$ – частина тепла, яка надходить в приміщення [11].

Початкові дані та результати розрахунку тепловиділень від джерел освітлення наведено в додатку Б.

2.3 Тепло- та вологонадходження від людей

Кількість явного тепла, що виділяється від працюючих, Вт [16, с.34]:

$$Q_{\text{л}} = Q_{\text{я}} \cdot N, \quad (2.3)$$

де $Q_{\text{я}}$ - явні теплонадходження від 1 людини, Вт, при температурі внутрішнього повітря в приміщенні [4].

N - кількість працюючих, чол.

Кількість вологи, що виділяється від працюючих, Вт [16, с.39]:

$$W = W' \cdot N, \quad (2.4)$$

де W' - вологонадходження від 1 людини, кг/год;

Результати розрахунку тепло- та вологонадходжень від людей для першого і другого поверхів наведено в додатку В.

2.4 Теплонадходження через інсоляцію в літній період

1) Кількість теплоти, Q_1 , Вт, що надходить в приміщення через зовнішні стіни чи покриття площею F_1 [17, с.49]:

$$Q_1 = (q_{1cp} + \Delta q_1) \cdot F_1 = Q_{1cp} + A_{Q_1}, \quad (2.5)$$

через зовнішні стіни:

$$q_{1cp} + \Delta q_1 = K_{cm} \cdot \left(t_{н.ср.} + \frac{\rho_{cm} \cdot q_{cm}^B}{\alpha_H^B} - t_B \right) + \frac{\alpha_B \cdot \beta_{II}}{\nu_{CT}} \cdot \left(0,5 \cdot A_{t_n} \cdot \beta_2 + \frac{\rho_{CT} \cdot A_{q_B}}{\alpha_3} \right), \quad (2.6)$$

через покриття:

$$q_{1cp} + \Delta q_1 = K_{покр} \cdot \left(t_{н.ср.} + \frac{\rho_{покр} \cdot q_{ср}^2}{\alpha_H^Г} - t_B^{покр} \right) + \frac{\alpha_B \cdot \beta_{II}}{\nu_{CT}} \cdot \left(0,5 \cdot A_{t_n} \cdot \beta_2 + \frac{\rho_{покр} \cdot A_{q_Г}}{\alpha_3} \right), \quad (2.7)$$

де q_{1cp} – середнє за добу надходження тепла, Вт/м² [13]; Δq_1 – частка тепло надходжень, що змінюється на протязі доби, Вт/м²; K_{CT} , $K_{покр}$ – коефіцієнти теплопередачі зовнішньої стіни та покриття, Вт/(м² · °С); ρ_{CT} , $\rho_{покр}$ – коефіцієнти поглинання сонячної радіації поверхнею стіни та покриття, які приймаються згідно [18]; $q_{ср}^B$, $q_{ср}^Г$ - середньодобові кількості теплоти сумарної (прямої та розсіяної) сонячної радіації, яка поступає на поверхню стіни та покриття, Вт/м² приймаються за [13]; β_{II} – коефіцієнт, який враховує наявність в конструкції повітряного прошарку (при відсутності повітряного прошарку $\beta_{II} = 1$, при наявності прошарку $\beta_{II} = 0,6$) [17]; $t_B^{покр}$ - температура повітря під покриттям приміщення, °С; ν_{CT} , $\nu_{покр}$ – значення затухання коливань температури зовнішнього повітря в конструкції стіни та покриття; A_{q_B} , $A_{q_Г}$ – кількість теплоти, яка дорівнює різниці сумарної сонячної радіації в кожену годину (з врахуванням

періоду запізнення температурних коливань) і середньої за добу сумарної сонячної радіації, Вт/м² [17,с.50]:

$$A_{q_B} = (S_B + D_B) - q_{cp}^B; \quad (2.8)$$

$$A_{q_2} = (S_2 + D_2) - q_{cp}^2. \quad (2.9)$$

Для житлових та громадських будинків, навчальних та лікувальних закладів обов'язкове виконання умов [18, с.11]:

- теплостійкості в літній період року зовнішніх огороджувальних конструкцій:

$$A_{твн} \leq 2,5;$$

Коефіцієнт тепловіддачі α_3 зовнішньої поверхні для літнього режиму визначаємо за формулою [18]:

$$\alpha_3 = 1,16 \cdot (5 + 10 \cdot \sqrt{V_{VII}}), \quad (2.10)$$

Знаходимо розрахункову амплітуду коливань температури зовнішнього повітря $A_t^{розр}$, °С [18]:

$$A_t^{розр} = 0,5 \cdot A_{тVII} + \left(\frac{\rho \cdot (I_{max} - I_{сер})}{\alpha_3} \right), \quad (2.11)$$

Теплова інерція стіни [18]:

$$D = \sum R_i \cdot S_i \quad (2.12)$$

Коефіцієнт теплосвоєння першого шару [18, с .57]:

$$\gamma_1 = \frac{R_1 \cdot S_1^2 + \alpha_B}{1 + R_1 \cdot \alpha_B}, \quad (2.13)$$

Коефіцієнт теплосвоєння другого шару [18, с .57]:

$$\gamma_2 = \frac{R_2 \cdot S_2^2 + \gamma_1}{1 + R_2 \cdot \gamma_1}, \quad (2.14)$$

Початкові дані та результати розрахунку коефіцієнтів теплосвоєння шарів огороджувальної конструкції наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Початкові дані та результати розрахунку коефіцієнтів теплозасвоєння шарів огорожувальної конструкції

№ п. п.	Найменування шару будівельного матеріалу	Термічний опір, R, (м ² ·К)/Вт	Коефіцієнт теплозасвоєння s, Вт/(м ² ·К)	Коефіцієнт теплозасвоєння зовнішньої поверхні шару Y, Вт/(м ² · К)
1	Аквапанель, цементна плита зовнішня [19]	0,04	0,033	6,49
2	Штукатурка Кнауф Діамант [19]	0,003	9,76	6,67
3	Штукатурка Кнауф Севенер [19]	0,006	9,76	6,95
4	Плити з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому (вміст зв'язуючого за масою від 3,5 % до 4,2 %):	0,36	9,2	10,67
5	Цегла глиняна звичайна на цементно-піщаному розчині	3,41	0,62	0,32
6	Розчин вапняно-піщаний	0,03	9,6	2,72
7	Керамічна плитка	0,01	11,63	4,02

Величина загасання амплітуди коливань температури зовнішнього повітря [18]:

$$\nu = 0,9 \cdot e^{\frac{D}{\sqrt{2}}} \cdot \frac{(s_1 + \alpha_B) \cdot (s_2 + Y_1) \dots (s_n + Y_{n-1}) \cdot (\alpha_{зл} + Y_n)}{(s_1 + Y_1) \cdot (s_2 + Y_2) \cdot \dots \cdot (s_n + Y_n) \cdot \alpha_{зл}}, \quad (2.15)$$

Амплітуда коливань температури внутрішньої поверхні захисного шару [18 с.56]:

$$A_{t_{вн}} = A_t^{\text{розр}} / \nu, \quad (2.16)$$

Початкові дані та результати розрахунку амплітуди коливань температури наведено в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 - Початкові дані та результати розрахунку амплітуди коливань температури

№п. п.	Найменування величини	Для зовнішніх стін	Для покрівлі
1	2	3	4
1	Мінімальна з середніх швидкостей вітру V по румбах за липень [13]	3,1	
2	Коефіцієнт поглинання ρ [18]	0,4	0,9
3	Максимальна амплітуда добових коливань температури зовнішнього повітря в липні, A _{tVII} , °C	10,6	
4	Максимальна значення сумарної сонячної радіації [13]	3458	7544
5	Середнє значення сумарної сонячної радіації [13]	144	315
6	Коефіцієнт тепловіддачі α _з	26,22	26,22

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4
7	Розрахункова амплітуда коливань температури зовнішнього повітря $A_t^{\text{розр}}$	55,85	253,4
8	Теплова інерція, D	5,86	5,29
9	Величина загасання амплітуди коливань температури зовнішнього повітря, ν	598,38	141,06
10	Амплітуда коливань температури внутрішньої поверхні захисного шару	0,09	1,8

Таким чином захисний шар є теплостійким для літнього теплового режиму оскільки $A_{\text{твн}} \leq 2,5$.

Початкові дані для розрахунку теплонадходження інсоляцією через стіни наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Початкові дані для розрахунку тепло надходження інсоляцією через зовнішні стіни

Назва величини	ПД	ЗХ	ПН	СХ
Середньодобові кількості теплоти сумарної (прямої та розсіяної) сонячної радіації, яка поступає на поверхню стіни, $Q_{\text{ср}}^B$, Вт/м ²	144	162	56	162
Коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні для літнього режиму, α_z , Вт/(м ² ·К)	26,22			
Теплова інерція, D	50,60			
Коефіцієнт теплосвоєння S, Вт/(м ² ·К)	5,86			
Коефіцієнт, який враховує наявність повітряного прошарку, $\beta_{\text{п}}$	1			
Кількість теплоти, яка дорівнює різниці сумарної сонячної радіації в кожну годину (з врахуванням періоду запізнення температурних коливань) і середньої за добу сумарної сонячної радіації, A_{qv} , Вт/м ²	-87,53	-105,53	0,47	-105,53

Результати розрахунку тепло надходження через інсоляцію через стіни в теплий період року наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Результати розрахунку теплонадходження інсоляцією через стіни

№ приміщення	Назва приміщення	Теплонадходження інсоляцією через стіни за сторонами горизонту, Q_1 , Вт				Сумарне теплонадходження, Вт
		ПД	ЗХ	ПН	СХ	
1	2	3	4	5	6	7
1 поверх						
1	Тамбур		30,17			30,17
2	Сходова клітка		68,95	30,90		99,85

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7
3	Вестибюль			27,93		27,93
4	Сходова клітка				67,96	67,96
5	Тамбур			24,35	28,94	53,29
9	Водомірний вузол		60,28	35,61		95,89
10	Приміщення водопідготовки (для басейнів)		33,16			33,16
11	Зала кафетерію		76,00			76,00
9	Технічне приміщення	71,15	48,39			119,54
10	Тамбур	14,22				14,22
14	Приміщення прибирального інвентарю		28,11			28,11
15	Санвузол		26,02			26,02
31	Басейн (для дорослих)	46,61			32,41	79,02
42	Басейн (для дітей)			-36,77		-36,77
43	Приміщення для водних процедур			5,22	39,54	44,76
44	Розгрузочна (для кухні)				35,05	35,05
45	Інвентарна			27,53	96,04	123,57
2 поверх						
1	Сходова клітка		151,22	64,61		30,17
2	Холл		30,89			99,85
3	Адміністрація спорткомплексу			22,06		27,93
4	Кімната коменданта			27,20		67,96
5	Коридор			116,57	46,03	53,29
6	Кабінет медсестри		77,51	25,05		95,88
7	Санвузол		60,83			33,16
8	Кабінет психолога		49,64			76,00
9	Кабінет вчителя-реабілітолога		36,32			119,55
10	Спалня	63,70	60,61			14,22
11	Кабінет секретаря-бухгалтера			20,06		28,11
12	Кабінет директора			33,15		26,02
13	Групова кімната №2			53,07		79,02
14	Групова кімната №1			46,46		-36,77
15	Кухня (розігрів напів-фабрикатів)				31,22	44,76
16	Сходова клітка				86,21	35,05

Таблиця 2.5 - Початкові дані та результати розрахунку коефіцієнтів теплозасвоєння шарів огорожувальної конструкції

№ п. п.	Найменування шару будівельного матеріалу	Термічний опір, R, (м ² ·К)/Вт	Коефіцієнт теплозасвоєння s, Вт/(м ² ·К)	Коефіцієнт теплозасвоєння зовнішньої поверхні шару Y, Вт/(м ² ·К)
1	Розчин цементно-піщаний	0,06	8,69	8,69
2	Бетон	5,13	0,42	2,06
3	Мінеральна вата на синтетичному зв'язуючому (вміст зв'язуючого за масою від 3,5 % до 4,2 %)	0,03	16,77	0,33
4	Залізобетонне покриття	0,11	17,98	5,39

Результати розрахунку надходження тепла через покрівлю інсоляцією наведено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Результати розрахунку надходження тепла через покрівлю інсоляцією для першого та другого поверхів

№ приміщення	Назва приміщення	Значення $q_{1cp} + \Delta q_1$, Вт	Площа огорожувальної конструкції для приміщення, F ₁ , м ²	Кількість теплоти, що надходить в приміщення через покриття, Q ₁ , Вт
1	2	3	4	5
1 поверх				
31	Басейн (для дорослих)	1,75	416,40	727,56
42	Басейн (для дітей)	201,80	352,60	201,80
43	Приміщення для водних процедур	23,80	54,57	23,80
45	Інвентарна	9,73	40,03	9,73
2 поверх				
2	Холл	3,20	31,91	102,23
3	Адміністрація спорткомплексу	3,57	9,93	35,41
4	Кімната коменданта	3,57	7,79	27,79
6	Кабінет медсестри з фізіотерапії	3,57	16,14	57,59
8	Кабінет психолога	3,57	16,59	59,18
9	Кабінет вчителя-реабілітолога	3,57	13,68	48,82
10	Спальня	3,20	37,04	118,68
11	Кабінет спеціального інструктора з плавання. ЛФК	3,57	15,79	56,34
12	Господарська кімната	3,57	15,18	54,16
13	Масажний кабінет	2,84	12,95	36,77
14	Кабінет секретаря бухгалтера	3,57	13,03	46,49

Продовження таблиці 2.6

1	2	3	4	5
15	Спортивний зал	4,11	29,39	120,91
16	Кабінет директора	3,57	15,94	56,87
17	Групова кімната №2	3,20	30,58	97,97
18	Музичний зал	3,57	49,4	176,25
19	Групова кімната №1	3,20	27,59	88,39
20	Столова	3,57	27,48	98,04
21	Кухня (розігрів напів-фабрикатів)	3,57	6,92	24,67

Розрахунок інсоляції через вікна (проводимо для 12-ої години), Вт [11, с.71]:

$$Q = (q_1 \cdot F_{01} + q_2 \cdot F_{02}) \cdot \beta_{cn} \cdot k_0 + \frac{t_3 - t_8}{R_0} \cdot F_0, \quad (2.17)$$

де: F_{01} – площа світлової пройми, яка опромінюється прямою сонячною радіацією, м²;

F_{02} – площа світлової пройми, яка не опромінюється прямою сонячною радіацією, м²;

$\beta_{с.п.}$ – коефіцієнт теплопропускання сонцезахисних пристроїв [11];

k_0 – коефіцієнт, який залежить від типу застосування [11];

R_0 – опір теплопередачі заповнень світлових пройм [18].

t_3 та t_8 – розрахункова температура зовнішнього та внутрішнього повітря, °С;

$F_0 = F_{01} + F_{02}$ – площа світлової пройми, що визначається за її найменшими розмірами (в світлі), м²;

q_1 , q_2 – відповідно кількість теплоти, яка надходить через одинарне застосування світлових пройм в Вт/м² при прямому та непрямому опроміненні сонячною радіацією для вертикального застосування [11]:

$$q_1 = (q_{в.р.} + q_{в.п.}) k_1 k_2, \quad (2.18)$$

$$q_2 = q_{в.р.} k_1 k_2, \quad (2.19)$$

де: $q_{в.п.}$ – надходження теплоти в Вт/м² через одинарне застосування від прямої радіації;

$q_{в.р.}$ – надходження теплоти в Вт/м² через вертикальне застосування від розсіяної сонячної радіації;

k_1 – коефіцієнт, який враховує затемнення пройм віконними рамами (незабруднена атмосфера);

k_2 – коефіцієнт, який враховує забрудненість скла для горизонтального застосування світлових проємів [11]:

$$q_1 = (q_{г.п} + q_{г.р}) k_1 k_2; \quad (2.20)$$

Розрахунок виконується згідно вихідних даних наведених у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Вихідні дані для розрахунку теплонадходжень через вікна

Тип скління	R_0	k_1	k_2	k_0	$\beta_{с.п.}$
Подвійне скління	1,11	0,72	1	0,9	1

Надходження теплоти через вертикальне застосування для липня о 12 годині визначені згідно [13] та наведено у таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 - Початкові дані для розрахунку надходження тепла в будинок від інсоляції за сторонами світу

Орієнтація за сторонами світу	Надходження теплоти в Вт/м ² через вертикальне застосування від:	
	прямої радіації	розсіяної радіації
Пд	374	136
Сх	96	102
Пн	0	73
Зх	0	86

Виконаємо розрахунок надходження тепла від інсоляції за сторонами світу через світлові прорізи згідно формули (2.20) для:

1) південної сторони:

$$q_1 = (374+136) \cdot 1 \cdot 0,72 = 367,2 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

2) східної сторони:

$$q_1 = (96+102) \cdot 1 \cdot 0,72 = 142,56 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

3) північної сторони:

$$q_1 = (0+73) \cdot 1 \cdot 0,72 = 52,56 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

4) західної сторони:

$$q_1 = (0+86) \cdot 1 \cdot 0,72 = 61,92 \text{ (Вт/м}^2\text{)}.$$

Результати розрахунку надходження тепла від інсоляції через світлопрозорі огорожувальні конструкції наведено в таблиці 2.11.

Таблиця 2.9 - Результати розрахунку надходження тепла від інсоляції через світлопрозорі огорожувальні конструкції

№ приміщення	Назва приміщення	Теплонадходження інсоляцією через світлопрозорі конструкції за сторонами горизонту, Q, Вт				Сумарне теплонадходження, Вт
		ПН	СХ	ПД	ЗХ	
1	2	3	4	5	6	7
1 поверх						
1	Тамбур				124,06	124,06
3	Вестибюль	101,32				101,32
10	Приміщення для водопідготовки				124,06	124,06
11	Зала кафетерію				723,9	723,9
31	Басейн (для дорослих)			10678,36		10678,36
42	Басейн (для дітей)	963,39				963,39
2 поверх						
1(А)	Сходова клітка №1				124,06	124,06
2	Холл				227,68	227,68
3	Адміністрація спорткомплексу	104,73				104,73
4	Кімната коменданта	104,73				104,73
6	Кабінет медсестри з фізіотерапії	104,73			241,3	346,03
8	Кабінет психолога				120,65	120,65
9	Кабінет вчителя-реабілітолога				120,65	120,65
10	Спальня				234,49	234,49
14	Кабінет секретаря-бухгалтера	59,85				59,85
16	Кабінет директора	74,81				74,81
17	Групова кімната №2	144,75				144,75
19	Групова кімната №1	144,75				144,75
21	Кухня (розігрів напівфабрикатів)		257,82			257,82

2.4 Розрахунок вологовиділень в приміщенні для водних процедур

Вологонадходження від відкритої поверхні ванни, кг/год [17, с.55]:

$$G_B = 7,4 \cdot (a + 0,017 \cdot v) \cdot (p_2 - p_1) \cdot 101,3 \cdot F / p_6, \quad (2.21)$$

де a - фактор швидкості руху оточуючого повітря під впливом гравітаційних сил, [17];

v - рухливість внутрішнього середовища [4], м/с;

p_2 - пружність водяної пари, що відповідає повному насиченню повітря при його температурі, рівній температурі поверхні води, кПа [20];

p_1 - пружність водяної пари в повітрі приміщення, кПа [20];

101,3 – нормальний барометричний тиск, кПа;

F - площа відкритої поверхні води, м²;

p_0 – розрахунковий барометричний тиск для даної місцевості, кПа [13].

Тоді для ванни згідно формули (2.21):

$$G_B = 7,4 \cdot (0,028 + 0,017 \cdot 0,2) \cdot (5,624 - 3,168) \cdot 101,3 \cdot 1,8/97,33 = \\ = 1,07 \text{ (кг/год)}$$

2.5 Тепло- та вологонадходження від басейнів

Вологовиділення від дзеркала води у робочий (неробочий) час $M_{D.B.b(u)}$, кг/год, розраховують в припущенні стаціонарності процесу випаровування за формулою [5, с.7]:

$$M_{D.B.b(u)} = \frac{\beta_{b(u)}}{R_D \cdot T} \cdot (p_{D.W} - p_{D.L}) \cdot A_B, \quad (2.22)$$

де $\beta_{b(u)}$ – інтенсивність волого виділень (швидкість випаровування в робочий (неробочий) час, м/год; визачать за таблицею 4 [6 с.7]; R_D – газова стала, Дж/(кг·К); для водяної пари приймають $R_D = 461,52$ Дж/(кг·К); T – середнє арифметичне значення температур води t_w та повітря t_R , К; $p_{D.W}$ – тиск водяних парів насиченого повітря при температурі повітря, яка дорівнює температурі води, Па; приймають згідно таблиці 1[20]; $p_{D.L}$ – парціальний тиск водяних парів при заданій температурі та відносній вологості повітря в залі з ваннами басейнів, Па; визначають за формулою [5, с.7]:

$$p_{D.L} = \frac{\varphi \cdot p_{D.W}}{100\%}, \quad (2.23)$$

де φ – відносна вологість повітря, %; A_B – площа дзеркала води, м².

Для перевірки отриманого значення використовують емпіричну формулу Бязіна-Крумме. Для робочого часу плавального басейну виділення вологи від дзеркала води $M_{D.B.b}$, кг/год, розраховують за формулою [5, с.7]:

$$M_{D.B.b} = \left(0,118 + 0,01995 \cdot a \cdot \frac{p_{D.W} - p_{D.L}}{133,3} \right) \cdot A_B, \quad (2.24)$$

де a – коефіцієнт зайнятості басейну людьми [5]; приймають $a = 0,3$ – для невеликих приватних басейнів; $a = 0,4$ – для невеликих громадських басейнів; $a = 0,5$ – для великих громадських басейнів.

Для неробочого часу басейну вологовиділення від дзеркала води $M_{D.B.u}$, кг/год, розраховують за формулою [5, с.8]:

$$M_{D.B.u} = \left(-0,059 + 0,0105 \cdot \frac{p_{D.W} - p_{D.L}}{133,3} \right) \cdot A_B, \quad (2.25)$$

2.5.1 Вологовиділення від обхідних доріжок

Вологовиділення від обхідних доріжок $M_{D.p}$, кг/год, розраховують за формулою [5]:

$$M_{D.p} = 0,006 \cdot (t_R - t_{WB}) \cdot A_p, \quad (2.26)$$

де t_R – температура повітря в приміщенні по сухому термометру, $^{\circ}\text{C}$; t_{WB} – температура повітря в приміщенні за мокрим термометром, $^{\circ}\text{C}$; визначають по і-d діаграмі; A_p – площа вологої поверхні навколо ванни басейну, m^2 .

2.5.2 Вологовиділення при роботі водних атракціонів

У басейнах з атракціонами хвилі від відвідувачів накладаються на хвилі від атракціонів. Це накладання веде до значного посилення інтенсивності вологовиділень β_b (таблиця 4 [5]) на $\Delta\beta_A$. Збільшення інтенсивності вологовиділень $\Delta\beta_A$ визначають за графіком [5], в залежності від коефіцієнта посилення хвиль (таблиця 6 [5]) шляхом додавання коефіцієнтів посилення хвиль від всіх водних атракціонів, які працюють одночасно.

Для басейнів з неодноразовим використанням атракціонів за основний приймають атракціон (чи групу атракціонів) з максимальним значенням $\Delta\beta_{A.max}$, яке використовують для подальших розрахунків [5].

Сумарне значення інтенсивності вологовиділень від ванни басейну з атракціонами $\beta_{b.ges}$, м/год визначають за формулою [5 с.8]:

$$\beta_{b.ges} = \beta_b + \Delta\beta_{A.max}, \quad (2.27)$$

Вологовиділення для відкритих водяних гірок $M_{D.A}$, кг/год, визначають за формулою [5]:

$$M_{D.A} = \frac{\beta_b}{R_D \cdot T} \cdot (p_{D.W} - p_{D.L}) \cdot L_A \cdot B_A, \quad (2.28)$$

де L_A – довжина водяного потоку, м; B_A – ширина водяного потоку, м.

Теплонадходження від обхідних доріжок для приміщень басейнів розраховуються за формулою, Вт [5]:

$$Q_p = \alpha_p \cdot A_p \cdot (t_p - t_R), \quad (2.29)$$

де α_p - коефіцієнт тепловіддачі обхідних доріжок, Вт/(м² · °С), приймають $\alpha_p = 10$ Вт/(м² · °С);

t_p - температура поверхні обхідних доріжок, °С;

t_R - температура повітря в приміщенні, °С.

Тепловтрати на нагрів води у басейні розраховуються за формулою, Вт [5]:

$$Q_W = \alpha_W \cdot A_B \cdot (t_R - t_W), \quad (2.30)$$

де α_W - коефіцієнт тепловіддачі до дзеркала води, Вт/(м² · °С), приймають $\alpha_W = 4$ Вт/(м² · °С).

Випаровування води вимагає більших затрат теплової енергії, яка надходить в приміщення у вигляді прихованої теплоти в холодний період року. Питома теплота пароутворення r , кДж/кг [5]:

$$r = 2500 - 4,2 \cdot t_W, \quad (2.31)$$

Відповідно повітря в приміщенні приймає більшу кількість прихованої теплоти Q_L , кВт, яку треба зберегти [5]:

$$Q_L = r \cdot \frac{M_{D.B.b.} + M_{D.p.}}{3600}, \quad (2.32)$$

Результати розрахунку тепло- та вологовиділень в приміщеннях басейнів №31 та 42 (аркуш 1) наведено в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 - Результати розрахунку тепло- та вологовиділень в приміщеннях басейнів

Назва величин	Басейн №31 (для дорослих)		Басейн №42 (для дітей)	
	2	3	4	5
Період року	ТІ	ХІ	ТІ	ХІ
Вологовиділення від дзеркала води ванни басейну $M_{D.B.b.}$, кг/год: в робочий час	46,97	63,21	40,94	52,83
в неробочий час	11,74	15,8	5,49	7,08
Вологовиділення за формулою Бязіна-Крумме, $M_{D.B.b.}$, кг/год: в робочий час	42,46	48,47	17,04	19,42
в неробочий час	5,76	12,08	4,2	6,71

Продовження 2.10

1	2	3	4	5
Температура повітря в приміщенні по сухому термометру, $t_R, ^\circ\text{C}$	28		30	
Температура повітря в приміщенні за мокрим термометром, $t_{WB}, ^\circ\text{C}$	21,8	20	23,8	21,8
Площа вологої поверхні навколо ванни басейну, A_p, m^2	203,9		65,14	
Вологовиділення від обхідних доріжок $M_{D,p}, \text{кг/год}$	7,59	9,79	2,42	3,2
Параметри водяного потоку, м: Довжина L_A	-		13,42	
Ширина B_A	-		1	
Інтенсивність вологовиділень, $\beta_b, \text{м/год}$	-		50	
Вологовиділення для відкритих водяних гірок $M_{D,A}, \text{кг/год}$	-	-	7,02	9,05
Питома теплота пароутворення $r, \text{кДж/кг}$	2390,8		2382,4	
Теплонадходження від обхідних доріжок для приміщень басейнів, $Q_p, \text{Вт}$	4078		651,4	
Тепловтрати на нагрів води у ванній басейну, $Q_w, \text{Вт}$	2550		600	
Прихована теплота $Q_L, \text{кВт}$	36,23	48,48	28,69	37,08

2.6 Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій

2.6.1 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни

Визначити необхідну товщину шару утеплювача для зовнішньої стіни опалюваного спортивно-оздоровчого центру, що розташований в м. Красилів Хмельницької області. Стіна виконана з цегляної кладки (рис.2.2).

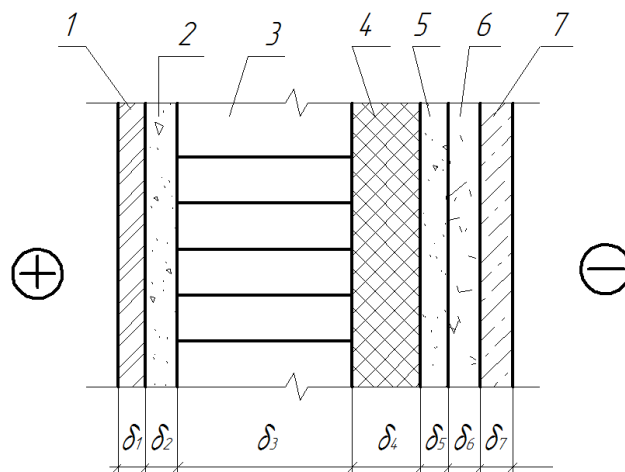


Рис. 2.2 – Конструктивна схема стіни до теплотехнічного розрахунку.

Термічний опір шару цегли $R_{ц}$ буде [18]:

$$R_{ц} = \delta_{ц} / \lambda_{ц}, \quad (2.33)$$

де $\delta_{ц}$ – товщина шару, м;

$\lambda_{ц}$ – коефіцієнт теплопровідності цегли, Вт/м °С [18];

Термічний опір шару утеплювача підраховується таким же чином, за таким же виразом, тільки δ та λ будуть δ_y та λ_y .

Повний фактичний термічний опір захисної конструкції (стінки) підраховується з виразу [18]:

$$R_0^\phi = 1/\alpha_b + \delta_{ц}/\lambda_{ц} + \delta_y/\lambda_y + 1/\alpha_3 + \delta_{ш}/\lambda_{ш}, \quad (2.34)$$

де $1/\alpha_b$ – термічний опір теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни, R_b ;

α_b – коефіцієнт теплосприйняття внутрішньої поверхні стіни;

$\delta_{ц}/\lambda_{ц}$ – термічний опір шару цегли, $R_{ц}$;

δ_y/λ_y – термічний опір шару утеплювача, R_y ;

δ_y – товщина шару утеплювача;

λ_y – коефіцієнт теплопровідності утеплювача;

$1/\alpha_3$ – термічний опір тепловіддачі зовнішньої поверхні стіни, R_3 ;

$\delta_{ш}/\lambda_{ш}$ – термічний опір штукатурки;

$\delta_{ш}$ – товщина штукатурки;

$\lambda_{ш}$ – коефіцієнт теплопровідності штукатурки;

тобто, $R_0^\phi = R_b + R_{ц} + R_y + R_3 + R_{ш}$. (2.35)

Щоб визначити товщину шару утеплювача, треба визначити який термічний опір повинен мати цей шар [18]:

$$R_y = R_0^\phi - (R_b + R_{ц} + R_3 + R_{ш}), \quad (2.36)$$

тоді $\delta_y = R_y \cdot \lambda_y$. (2.37)

Згідно таблиці Л.1[18] визначено розрахункові теплотехнічні характеристики будівельних матеріалів та розраховано товщину утеплювача (таблиця 2.11).

Таблиця 2.11 - Початкові дані та результати теплотехнічного розрахунку стіни

№ п. п.	Найменування шару будівельного матеріалу	Густина, ρ , кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності, λ , Вт/(м·К)	Товщина шару, δ , м	Термічний опір шару, R , (м ² · К)/Вт
1	2	3	4	5	6
1	Керамічна плитка	2000	0,96	0,01	0,01
2	Розчин вапняно-піщаний	1800	0,76	0,02	0,03

Продовження таблиці 2.11

1	2	3	4	5	6
3	Цегла глиняна звичайна на цементно-піщаному розчині	1800	0,7	0,25	0,36
4	Плити з мінеральної вати на синтетичному зв'язуючому (від 3,5 % до 4,2 %):	140	0,044	0,15	3,4
5	Штукатурка Кнауф Севенер [19]	1600	0,87	0,005	0,006
6	Штукатурка Кнауф Діамант [19]	1400	0,87	0,003	0,003
7	Аквапанель, цементна плита зовнішня [19]	1200	0,32	0,0125	0,04

Оскільки за додатком А[18] м. Красилів в Хмельницькій області відноситься до І температурної зони, тоді $R_0 = 3,3 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)/Вт}$.

Виконаємо перевірку: $R_{\Sigma \text{пр}} = R_{\text{в}} + R_1 + R_{\text{ут}} + R_3 + R_3 = 1/8,7 + 0,01 + 0,03 + 0,15/0,044 + 0,36 + 0,006 + 0,03 + 0,04 + 1/23 = 4 > 3,3 \text{ ((м}^2 \cdot \text{К)/Вт)}$, отже розрахунок і підбір утеплювача виконано вірно.

2.6.2 Теплотехнічний розрахунок підлоги по ґрунту

Визначити опір теплопередачі підлоги з керамічною плиткою для приміщень басейнів №31 та 42 відповідно (рис. 2.3).

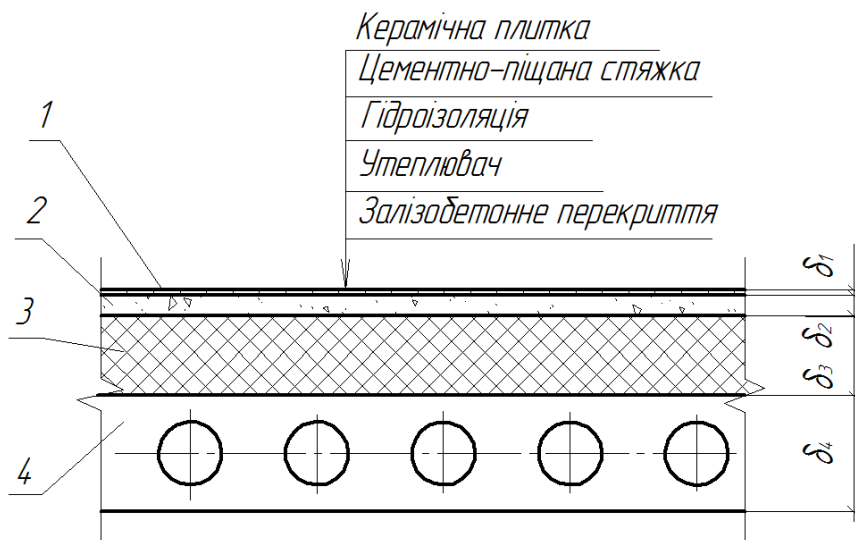


Рис. 2.3 – Конструктивна схема підлоги до теплотехнічного розрахунку

Згідно таблиці Л.1[18] визначено розрахункові теплотехнічні характеристики будівельних матеріалів та розраховано товщину утеплювача (таблиця 2.12).

Таблиця 2.12 - Початкові дані та результати теплотехнічного розрахунку підлоги

№ п. п.	Найменування шару будівельного матеріалу	Густина, ρ , кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності, λ , Вт/(м·К)	Товщина шару, δ , м	Термічний опір шару, R , (м ² · К)/Вт
1	Керамічна плитка	2000	0,96	0,015	0,02
2	Розчин цементно-піщаний	1600	0,7	0,04	0,06
3	Екструзійний пінополістирол ТЕХНОКОЛЬ CARBON PROF [22]	30	0,032	0,15	4,69
4	Залізобетонне перекриття	2500	1,92	0,22	0,11

Виконаємо перевірку: $R_{\Sigma пр} = R_b + R_1 + R_2 + R_{ут} + R_4 = 1/8,7 + 0,02 + 0,06 + 0,15/0,032 + 0,11 + 1/12 = 5,07 > 3,75$ ((м² · К)/Вт) отже розрахунок і підбір утеплювача виконані вірно.

Визначити опір теплопередачі підлоги по ґрунту, а саме для паркетної підлоги (рис.2.4).

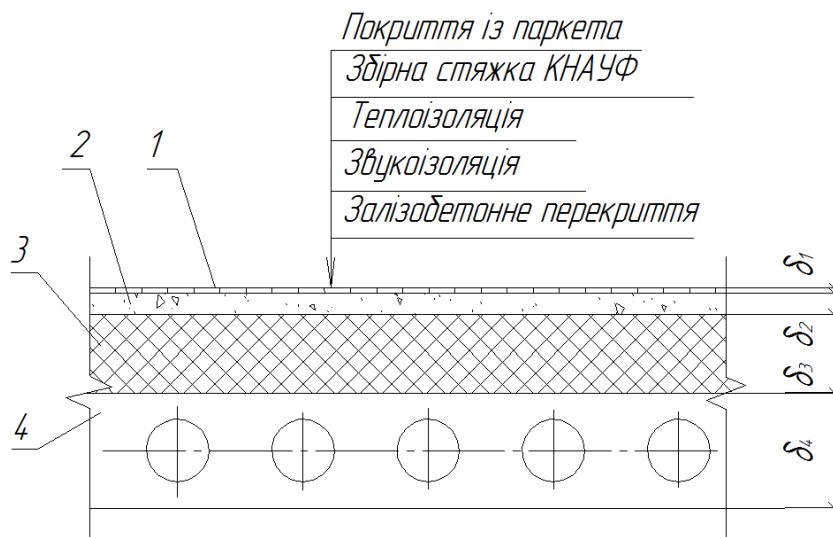


Рис. 2.4 – Конструктивна схема підлоги до теплотехнічного розрахунку

Згідно таблиці Л.1[18] визначено розрахункові теплотехнічні характеристики будівельних матеріалів та розраховано товщину утеплювача (таблиця 2.13).

Таблиця 2.13 - Початкові дані та результати теплотехнічного розрахунку підлоги

№ п.п.	Найменування шару будівельного матеріалу	Густина, ρ , кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності, λ , Вт/(м·К)	Товщина шару, δ , м	Термічний опір шару, R , (м ² · К)/Вт
1	Паркет (дуб уздовж волокон)	700	0,35	0,02	0,06
2	Збірна стяжка КНАУФ-суперпол [19]	1250	0,36	0,04	0,11
3	Базальтова вата для підлог Rockwool Степрок [23]	140	0,041	0,15	3,66
4	Залізобетонне перекриття	2500	1,92	0,22	0,11

Виконаємо перевірку: $R_{\Sigma пр} = R_v + R_1 + R_2 + R_{ут} + R_4 + R_3 = 1/8,7 + 0,06 + 0,11 + 0,15/0,041 + 0,11 + 1/12 = 4,14 > 3,75$ ((м² · К)/Вт) отже розрахунок і підбір утеплювача виконано вірно.

2.6.3 Теплотехнічний розрахунок перекриття над горищем

Визначити опір теплопередачі перекриття над неопалювальним горищем (рис.2.5).

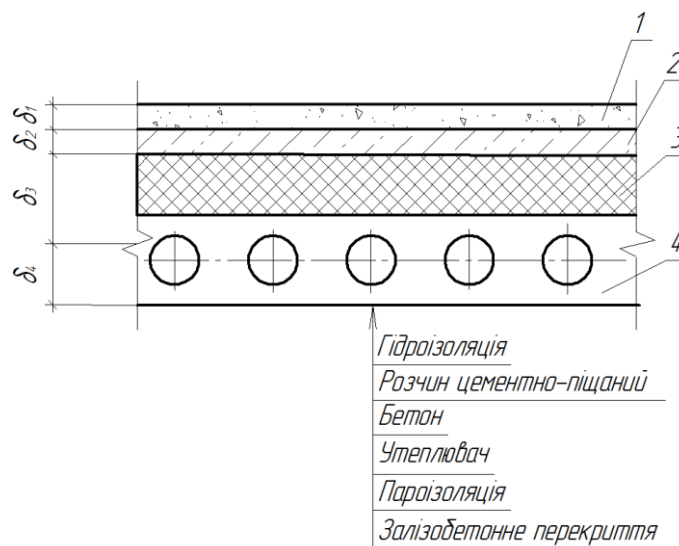


Рис. 2.5 – Конструктивна схема горища до теплотехнічного розрахунку.

Згідно таблиці Л.1[18] визначено розрахункові теплотехнічні характеристики будівельних матеріалів та розраховано товщину утеплювача (таблиця 2.14).

Таблиця 2.14 - Початкові дані та результати теплотехнічного розрахунку перекриття над неопалювальним горищем

№ п.п.	Найменування шару будівельного матеріалу	Густина, ρ , кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності, λ , Вт/(м·К)	Товщина шару, δ , м	Термічний опір шару, R , (м ² · К)/Вт
1	Розчин цементно-піщаний	1600	0,7	0,04	0,06
2	Бетон	2400	1,74	0,06	0,03
3	Мінеральна вата на синтетичному зв'язуючому (від 3,5 % до 4,2 %)	70	0,039	0,2	5,13
4	Залізобетонне перекриття	2500	1,92	0,22	0,11

Виконаємо перевірку: $R_{\Sigma пр} = R_B + R_1 + R_{ут} + R_3 + R_3 = 1/8,7 + 0,02 + 0,2/0,04 + 0,11 + 1/12 = 5,3 > 4,5$ ((м² · К)/Вт) отже розрахунок і підбір утеплювача виконано вірно.

2.7 Тепловтрати через огорожуючі конструкції

Втрати тепла через огорожувальну конструкцію визначають тільки при різниці температур по різні сторони конструкції більше 5 °С.

Загальні тепловтрати Q_3 складаються з головних $Q_Г$ та додаткових $Q_д$ [21]:

$$Q_3 = Q_Г + Q_д. \quad (2.38)$$

Розрахунок тепловтрат виконують з точністю до 5 Вт по окремих приміщеннях. За даними [21] визначають поправочний коефіцієнт n до розрахункової різниці температур.

Умовне позначення захисних конструкцій в таблицях: ЗС – зовнішня стіна; В – вікно з одинарним склінням; ВД – вікно з подвійним склінням; ВТ – вікно з трійним склінням; СТ – стеля; ПД – підлога; Д – двері; ДД – подвійні двері.

Орієнтація: ПН – північ; ПД – південь; З – захід; С – схід; ПНЗ – північний захід; ПНС – північний схід; ПДЗ – південний захід; ПДС – південний схід.

Головні тепловтрати $Q_Г$, Вт, визначають за формулою [21]:

$$Q_Г = 1/R_0^ф \cdot F \cdot (t_b - t_3) \cdot n, \quad (2.39)$$

де F – теплопередавальна поверхня захисної конструкції, м²;

$R_0^ф$ – повний фактичний термічний опір захисної конструкції, м²·°С/Вт;

t_b – розрахункова температура внутрішнього повітря, °С, [4];

t_3 – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$, приймається середня температура найбільш холодної п'ятиденки [13];

n – коефіцієнт, що враховує додатковий захист захисної конструкції від зовнішніх температур [21];

Втрати теплоти Q , Вт розраховуються для кожного опалювального приміщення, що має одне або більшу кількість вікон або балконних дверей у зовнішніх стінах, виходячи з необхідності забезпечення підігріву опалювальними приладами зовнішнього повітря в об'ємі однократного повітрообміну в годину по формулі [24], Вт:

$$Q_B = 0,337 \cdot V_{\text{пр}} \cdot K_B \cdot (t_B - t_3), \quad (2.40)$$

де: $V_{\text{пр}}$ – об'єм приміщення, м^3 ;

K_B – кратність повітрообміну (для житлових приміщень – від 0,5 до 1).

Додаткові тепловтрати приймаються в відповідності з [24]. Розрахунок тепловтрат виконується для приміщень, які наведено на планах першого та другого поверхів (аркуші 2 та 3). За результатами розрахунку тепловтрат та теплонадходжень складено тепловий та вологісний баланси, а також визначено кутові коефіцієнти ε (додаток В).

2.8 Організація та розрахунок повітрообміну загальнообмінних систем вентиляції та кондиціонування

Повітрообмін по явному теплу для загальнообмінних систем вентиляції, $\text{м}^3/\text{год}$ [25]:

$$L_{\text{я}} = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{я}}}{c_B \cdot \rho \cdot (t_{w,z} - t_{in})}, \quad (2.41)$$

де Q - сумарні явні теплонадходження, Вт (доаток Д);

c_B - теплоємність повітря, $1,006 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$;

$t_{w,z}$ - температура повітря робочої зони, $^{\circ}\text{C}$.

t_{in} - температура припливного повітря, $^{\circ}\text{C}$.

Температуру припливного повітря, t_{in} , $^{\circ}\text{C}$, визначають за формулами [26]:

- за подачі до приміщення зовнішнього повітря без тепловологісної обробки:

$$t_{in} = t_{\text{ext}} + 0,001 \cdot p, \quad (2.42)$$

де t_{ext} – температура зовнішнього повітря [13], °С, p – повний тиск вентилятора, Па.

- за подачі зовнішнього повітря, що охолоджується водою, яка циркулює за адіабатним циклом і знижує його температуру на Δt_1 , °С:

$$t_{\text{in}} = t_{\text{ext}} - \Delta t_1 + 0,001 \cdot p, \quad (2.43)$$

- за подачі необробленого зовнішнього повітря та місцевому дозволенні повітря у приміщенні, що знижує температуру повітря на Δt_2 , °С:

$$t_{\text{in}} = t_{\text{ext}} - \Delta t_2 + 0,001 \cdot p, \quad (2.44)$$

- за подачі зовнішнього повітря, що охолоджується водою, яка циркулює, і місцевому дозволенні:

$$t_{\text{in}} = t_{\text{ext}} - \Delta t_1 - \Delta t_2 + 0,001 \cdot p, \quad (2.45)$$

- за подачі зовнішнього повітря, яке підігрівається у повіторонагрівачі, що підвищує температуру повітря на Δt_3 , °С:

$$t_{\text{in}} = t_{\text{ext}} + \Delta t_3 + 0,001 \cdot p, \quad (2.46)$$

Повітрообмін по волозі, м³/год [25]:

$$L_W = \frac{W \cdot 1000}{\rho \cdot (d_{w.z} - d_{in})}, \quad (2.47)$$

де W – виділення вологи в приміщенні, кг/год (додаток В);

d_{in} – вологовмість повітря, що подається до приміщення, г/кг.

Результати розрахунку повітрообміну за тепло- та вологонадлишками наведено в додатку Д.

2.9 Повітряний баланс приміщень

Складемо повітряний баланс для окремих приміщень згідно нормативних документів [4], який наведено у таблиці 2.15.

Таблиця 2.15 – Повітрообмін в приміщеннях

№ пр.	Найменування приміщення	Об'єм, V, м ³	Приплив		Витяжка	
			L _п , м ³ /год	К, год ⁻¹	L _в , м ³ /год	К, год ⁻¹
1	2	3	4	5	6	7
24	Душова	26,64	133,2	5	266,4	10
23	Приміщення для переодягання (для чоловіків)	56,76	252,72	-	119,52	2

Продовження таблиці 2.15

1	2	3	4	5	6	7
Сумарна кількість повітря, $L_{\text{сум}}$, м ³ /Год		385,92			385,92	
28	Душова	26,64	133,2	5	266,4	10
30	Приміщення для переодягання (для жінок)	49,32	231,84	-	98,64	2
Сумарна кількість повітря, $L_{\text{сум}}$, м ³ /Год		365,04			365,04	
35	Душова	42,06	210,3	5	420,6	10
34	Приміщення для переодягання (для хлопчиків)	32,58	275,46	-	65,16	2
Сумарна кількість повітря, $L_{\text{сум}}$, м ³ /Год		485,76			485,76	
39	Душова	40,11	200,55	5	401,1	10
38	Приміщення для переодягання (для хлопчиків)	30,3	261,15	-	60,6	2
Сумарна кількість повітря, $L_{\text{сум}}$, м ³ /Год		461,7			461,7	

2.10 Розрахунок обробки повітря в центральному кондиціонері

В спортивній залі, груповій кімнаті, музичному залі та приміщеннях кабінетів проводимо рециркуляцію повітря. Визначаємо необхідну продуктивність G_k , кг/с, системи кондиціонування та вентиляції для спортивної зали за [28]:

- надлишками явної теплоти:

$$G_k = \frac{3,6 \cdot Q_{\text{я}}}{c_{\text{п}} \cdot \rho \cdot \Delta t_1}, \quad (2.48)$$

де $Q_{\text{я}}$ - явні теплонадходження у приміщення (таблиця 2.31), кВт;

$c_{\text{п}}$ -масова теплоємність повітря, кДж/°С;

Δt_1 - робоча різниця температур, °С.

Визначаємо кількість зовнішнього та рециркуляційного повітря.

За санітарними нормами, на одну людину, яка займається у спортивному залі необхідно подавати 80 м³ /год зовнішнього повітря [28]:

$$G_3 = \frac{V}{\rho}. \quad (2.49)$$

Кількість повітря на рециркуляцію, кг/с [28]:

$$G_p = G_k - G_3. \quad (2.50)$$

На h-d діаграмі позначаємо точки, що характеризують процес обробки повітря з рециркуляцією для теплого періоду (додаток Е).

Характерні точки: т.В - параметри внутрішнього повітря; т.З - параметри зовнішнього повітря; т.П - параметри припливного повітря; т.С - суміш зовнішнього та рециркуляційного повітря, визначається за правилом змішування:

$$\frac{3C}{BC} = \frac{G_3}{G_p}, \quad (2.51)$$

$$BC + 3C = BЗ, \quad (2.52)$$

де, BC, 3C, BЗ – відрізки між т. В, З, С відповідно, мм;

G_3, G_p - витрата зовнішнього та рециркуляційного повітря, кг/с.

- КС - процес охолодження та осушення у зрошувальній камері;

- КП - процес підігріву суміші у калорифері другого підігріву до параметрів припливного повітря.

Витрати холоду на обробку повітря , кДж/с[16]:

$$Q_x = G_k \cdot (I_c - I_k), \quad (2.53)$$

де: I_c, I_k - ентальпія відповідно у точках С, К, кДж/кг.

Втрати тепла на підігрів у калорифері 2-го підігріву [28]:

$$Q_x = G_k \cdot (I_p - I_k), \quad (2.54)$$

На h-d діаграмі позначаємо точки, що характеризують процес обробки повітря з рециркуляцією для холодного періоду (додаток Е). Вихідними даними для при розрахунку для холодного періоду:

- продуктивність кондиціонера, розрахованого для теплого періоду;
- розрахункові температури внутрішнього та зовнішнього повітря;
- тепловтрати;
- вологонадходження.

Початкові дані та результати розрахунку витрат холоду та тепла на обробку повітря наведено в таблиці 2.16.

Таблиця 2.16 - Початкові дані та результати розрахунку витрат холоду та тепла на обробку повітря

Найменування приміщення	Розрахунковий період року	Продуктивність системи кондиціонування та вентиляції, G _к , кг/с	Кількість повітря за санітарними нормами, G _з , кг/с	Кількість повітря на рециркуляцію, G _р , кг/с	Значення для відрізків		
					ЗС+ВС	ВС	ЗС
1	2	3	4	5	6	7	8
Спортивний зал	ТП	0,76	0,2	0,56	3432	2512	920
	ХП				6590	4824	1766
Музичний зал, групова кімната №19	ТП	1,07	0,27	0,8	2700	2021	679
	ХП				8094	6059	2035
Приміщення кабінетів	ТП	1,8	0,28	1,52	2648	2235	413
	ХП				8074	6815	1259

Продовження таблиці 2.16

Найменування приміщення	Розрахунковий період року	Значення ентальпій у точках			Витрати холоду на обробку повітря, Q _х , кДж/с	Втрати тепла на підігрів у калорифері 2-го підігріву, Q _х , кДж/с
		Суміші повітря, I _с , кДж/с	Конденсації I _к , кДж/с	Припливного повітря, I _п , кДж/с		
1	2	9	10	11	12	13
Спортивний зал	ТП	48	23,2	29,8	18,85	5,02
	ХП	1,8	-20	14,5	283,40	448,50
Музичний зал, групова кімната	ТП	50	26	34	25,78	8,59
	ХП	23,9	-14	18,2	416,90	354,20
Приміщення кабінетів	ТП	51	26,5	34,2	44,19	13,89
	ХП	28,6	-4	18	21663,60	14619,61

2.11 Розрахунок повітророзподілення

Початковими даними для розрахунку повітророзподілення є: висота приміщення H_p , м; ширина приміщення B , м; висота робочої зони h_{pz} ; допустима швидкість руху повітря $V_{доп}^x$, м/с, кількість припливного повітря за результатами розрахунку повітрообміну L_p , м³/год (додаток Д), значення швидкісних та температурних коефіцієнтів для прийнятої повітророзподільної ґратки відповідно m та n [25], різниця температур припливного повітря та повітря в приміщенні Δt , °С. Параметр $H_{тр}$ визначається за формулою [28]:

$$H_{тр} = B/0,5 \text{ (м)}, \quad (2.55)$$

Значення x розраховується наступним чином [28]:

$$x = B + H_{\Pi} - h_{\text{оз}} \text{ (м)}, \quad (2.56)$$

Площа живого перерізу вихідної струминки, $A_{\text{стр}}$, м^2 [29]:

$$A_{\text{стр}} = \left(5,45 \cdot \frac{v_x^{\text{доп}} \cdot x}{H_{\text{стр}}} \right)^4 \cdot \frac{1}{(n \cdot \Delta t_0)^2} \quad (2.57)$$

Швидкість витoku повітря з ґратки, м/с [28]:

$$v_0 = \frac{v_x^{\text{доп}} \cdot x}{m \cdot \sqrt{A_0}} \quad (2.58)$$

Дійсна кількість повітророзподільних пристроїв [29]:

$$N_{\text{д}} = \frac{L_{\Pi}}{3600 \cdot v_0 \cdot A_0} \text{ (шт.)}, \quad (2.59)$$

Дійсна швидкість витoku повітря з ґратки, м/с [29]:

$$v_{\text{д}} = \frac{L_{\text{вр}}}{3600 \cdot A_0} \quad (2.60)$$

2.11.1 Розрахунок припливної системи вентиляції для приміщень басейнів

В приміщенні басейну №31 (для дітей) та №42 (для дорослих) подача повітря здійснюється через підлогові вентиляційні решітки вертикальними струменями снизу-вгору (аркуш 2). Аксонометричні схеми ПЗ та П4 запропонованих припливних систем наведено на аркуші 5. Окремі повітряні струмені після виходу з решіток зливаються та формується плоский повітряний струмінь, що рухається вздовж стін та вікон, що запобігає утворенню конденсату на огорожуючих конструкціях. Початкова площа струменя $F_{\text{стр}}$, м^2 , розраховується за формулою [29]:

$$F_{\text{стр}} = F_{\text{вр}} \cdot N, \quad (2.61)$$

де $F_{\text{вр}}$ - площа однієї вентиляційної ґратки, м^2 ;

N - кількість ґраток, шт.

Середня за площею швидкість випуску повітря, м/с [29]:

$$v_0 = L/3600 \cdot F_{\text{стр}}, \quad (2.62)$$

Швидкісний коефіцієнт при випуску повітря через прямокутну ґратку з врахуванням настилання складає $m = 9,6$. Відстань від початку струменя до другого критичного перерізу x_2 , м, після якого від струменя починає від'єднуватися повітря, визначається за формулою [29]:

$$x_2 = 0,15 \cdot m^2 \cdot H_{\text{п}}, \quad (2.63)$$

де $H_{\text{п}}$ - розмір приміщення в поперечному напрямку до струменя, м.

Швидкість повітря V_x , м/с, на осі плоского вільного струменя на відстані по осі x від повітророзподільника до протилежного боку приміщення визначається співвідношенням [29]:

$$V_x = V_0 \cdot m \cdot \sqrt{\frac{b_0}{x}}, \quad (2.64)$$

де b_0 - початкова ширина плоского струменя, м;

x - відстань від ґратки до протилежного боку приміщення по осі повітряногоструменя, м.

Перевірка швидкості повітря в зоні перебування спортсменів на відмітці 0,00 м здійснюється розрахунком швидкості $V_{\text{обр}}$, м/с [29]:

$$V_{\text{обр}} = 0,78 \cdot V_0 \cdot \sqrt{\frac{F_0}{F_{\text{п}}}}, \quad (2.65)$$

$F_{\text{п}}$ - площа приміщення в поперечному напрямку до струменя, м^2 .

Якщо $V_{\text{обр}} \leq 0,2$ м/с, то умова виконується [4].

Початкові дані та результати розрахунку повітрообміну в приміщеннях басейнів наведено в таблиці 2.17.

Таблиця 2.17 - Результати розрахунку повітрообміну в приміщеннях басейнів

Найменування величин	Басейн №31 (для дорослих)	Басейн №42 (для дітей)
1	2	3
Тип вентиляційної ґратки	ВР-НР 2500x350	ВР-НР 2500x400
Площа однієї вентиляційної ґратки, $F_{\text{вр}}, \text{м}^2$	0,4201	0,4935
Кількість ґраток, N , шт.	8	6
Початкова площа струменя $F_{\text{стр}}, \text{м}^2$	3,3608	2,961
Середня за площею швидкість випуску повітря, v_0 , м/с	1,15	1,10
Відстань від ґратки до протилежного боку приміщення по осі повітряногоструменя, x , м	18,93	15,83

Продовження таблиці 2.17

1	2	3
Відстань від початку струменя до другого критичного перерізу x_2 , м	69,81	69,81
Розмір приміщення в поперечному напрямку до струменя, H_p , м	5,05	5,05
Швидкісний коефіцієнт, m	9,6	9,6
Швидкість повітря на осі плоского вільного струменя на відстані по осі x від повітророзподільника до протилежного боку приміщення, V_x , м/с	1,50	1,68
Початкова ширина плоского струменя, b_0 , м	0,35	0,4
Площа приміщення в поперечному напрямку до струменя, F_p , м ²	70,094	54,439
Швидкість зворотнього потоку повітря, $V_{обр}$, м/с	0,196	0,2

2.11.2 Розрахунок вентиляційних ґраток для витяжних систем вентиляції

Аеродинамічний розрахунок витяжних систем вентиляції В6, В9 та В10, в яких видалення повітря здійснюється через вентиляційні решітки, виконується згідно аксонометричних схем наведених на аркушах 7-8. Кількість повітря, що видаляється через одну решітку, м³/год [25]:

$$L_{вр} = 3600 \cdot v_0 \cdot F_0, \quad (2.66)$$

Кількість решіток, шт. [25]:

$$N = \frac{L_B}{L_{вр}}, \quad (2.67)$$

Перерахунок витрати повітря для однієї решітки, м³/год [25]:

$$L_{вр} = \frac{L_B}{N}, \quad (2.68)$$

Результати аеродинамічних розрахунків наведено в додатку Ж.

2.12 Аеродинамічний розрахунок загальнообмінних систем

Розрахунок повітропроводів складається з 2-х етапів [12]:

1 Розрахунок головної ділянки напрямку вентиляційної системи, який характеризується найбільшою довжиною та завантаженістю.

2 Ув'язка відгалужень вентиляційної системи.

Нев'язка не повинна перевищувати 10% [12]. Для збалансування системи підбираємо дросельні клапани. Коефіцієнти місцевих опорів визначаємо з таблиць [30].

Аеродинамічний розрахунок виконується згідно аксонометричних схем (аркуші 5-8). Для витяжних загальнообмінних систем вентиляції застосовуються дифузори типу Balance-E та Kopika-A, витрати повітря та втрати тиску для даних пристроїв наведено в [33]. Результати аеродинамічного розрахунку вентиляційних систем наведено в додатку Ж.

2.13 Акустичний розрахунок

Потрібно розрахувати рівень шуму, що надходить до приміщення станочного цеху від радіального вентилятора припливної системи.

Нормування рівнів звукового тиску здійснюється по октавним полосам з наступними середньгеометричними частотами: 63,5, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 і 8000 Гц [12].

Октавні рівні звукового тиску в розрахункових точках визначають за формулою [12], дБ:

$$L = L_{\text{Рокт}} - \Delta L_{\text{Рмережі}} - 20 \cdot \lg r_a + 10 \cdot \lg \Phi - 11 \quad (2.69)$$

де $\Delta L_{\text{Рмережі}}$ – сумарне зниження звукової потужності на шляху розповсюдження звуку в повітроводі в певній октавній полосі, дБ; r_a – відстань від джерела шуму до розрахункової точки, м; Φ – коефіцієнт направленості, який характеризує ступінь концентрації звуку в певному напрямку порівняно з рівномірним випроміненням в повну сферу.

У випадку, коли джерело шуму знаходиться у приміщенні, октавні рівні звукового тиску, які створюються в розрахунковій точці джерелом шуму, що розглядається, визначається за формулою [12]:

$$L = L_{\text{Рокт}} + 10 \lg \left(\frac{\Phi}{4 \cdot \pi \cdot r^2} + \frac{4}{B_{\text{Ш}}} \right), \quad (2.70)$$

де Φ – коефіцієнт направленості, який за відсутності інших даних визначається таким чином [4]:

- за рівномірного сферичного випромінення звуку $\Phi=1$;
- за рівномірного напівсферичного випромінення $\Phi=2$;
- за рівномірного випромінення в 1/4 сфери $\Phi=4$;
- за рівномірного випромінення в 1/8 сфери $\Phi=8$;

r – відстань від геометричного центра джерела шуму до розрахункової точки або робочої зони; $V_{ш}$ – постійна приміщення з джерелом шуму в певній октавній полосі, m^2 .

Для невеликих приміщень, які мають об'єм до $120 m^3$ та за умови місцезнаходження розрахункової точки на відстані не менше як 2 м від решітки чи плафону можна знехтувати нерівномірністю звукового поля. Тому середні по приміщенню рівні визначають за формулою [12]:

$$L = L_{\text{РОКТ}} - 10 \cdot \lg V_{ш} + 6, \quad (2.71)$$

Постійну приміщення $V_{ш}$ в октавних полосах частот визначають за формулою:

$$V_{ш} = V_{1000} \cdot \mu, \quad (2.72)$$

де V_{1000} – постійна переміщення, m^2 , на середньгеометричній частоті 1000 Гц; μ – частотний множник, який визначається за таблицею 5 [12].

Акустичний розрахунок може проводитись також у випадку, коли розрахункова точка знаходиться у вентилярованому приміщенні, яке потрібно ізолювати від шуму [12].

Шум від вентилятора чи дрoселя, трійника розповсюджується по повітропроводам систем та випромінюється в приміщення через повітророзподільні чи повітроприймальні пристрої. Октавні рівні звукового тиску в приміщенні визначають для кожного джерела шуму [12].

$$L = L_{\text{РОКТ}} - \Delta L_{\text{Рмережі}} + 10 \lg \left(\frac{\Phi}{4\pi r^2} + \frac{4}{B} \right), \quad (2.73)$$

За проникнення шуму в приміщення через декілька повітророзподільних пристроїв (решіток) однієї системи октавний рівень звукового тиску визначається за формулою [12]:

$$L = L_{\text{РОКТ}} - \Delta L_{\text{Рмережі}} + 10 \lg \left(\sum_{i=1}^m \frac{\Phi_i}{4 \cdot \pi \cdot r_i^2} + \frac{4 \cdot n}{B} \right). \quad (2.74)$$

Після розрахунку октавного рівня звукового тиску потрібно визначити необхідне зниження октавних рівнів звукового тиску. Зниження рівнів звукового тиску джерел шуму під час проходження по повітропроводу визначають як суму знижень звукового тиску усіх послідовних елементів мережі [12].

Сумарне зниження рівнів звукового тиску на шляху розповсюдження шуму розраховують за формулою, дБ [12]:

$$\Delta L_{P_{\text{мережі}}} = \sum_{i=1}^{n_c} \Delta L_{P_i}, \quad (2.75)$$

де ΔL_{P_i} – зниження октавних рівнів звукової потужності в окремих елементах повітропроводів; n_c – загальна кількість елементів мережі повітропроводів.

Зниження октавних рівнів звукової потужності на 1 м довжини на прямих ділянках металевих повітропроводів прямокутного та круглого перерізів приймають згідно даних табл.6 [12].

Зниження октавних рівнів звукової потужності після розгалуження повітропроводу визначають за формулою [12]:

$$\Delta L_P = 10 \lg \left[\frac{\sum F_{\text{відг}, i}}{F_{\text{відг}, i}} \cdot \frac{(m_n + 1)^2}{4m_n} \right], \quad (2.78)$$

де m_n – відношення площ перерізів повітропроводів, яке визначається за формулою [12]:

$$m_n = \frac{F}{\sum F_{\text{відг}, i}}, \quad (2.79)$$

де $F_{\text{відг}, i}$ – площа відгалуження поперечного перерізу повітропроводу, м²;

$\sum F_{\text{відг}, i}$ – сумарна площа перервних перерізів повітропроводів всіх відгалужень, м²; F – площа поперечного перерізу повітропроводу перед відгалуженням, м².

За наявності лише одного джерела шуму необхідне зниження рівнів звукового тиску в розрахунковій точці в приміщенні чи на території визначають за формулою [12]:

$$\Delta L_{\text{потр}} = L - L_{\text{доп}}, \quad (2.80)$$

де L – рівень звукового тиску, дБ в розрахунковій точці, що створюється джерелом шуму в октавній полосі частот, що розглядається; $L_{\text{доп}}$ – допустимий

Продовження таблиці 2.18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18	Метал. повітропровід 150×250мм, l=1,3 м	0,78	0,78	0,59	0,39	0,39	0,39	0,39	0,39
19	Гратка РВ3 250х400	11,5	8,6	6	6	5,2	4,3	4	4
20	Сумарне зниження	19,29	15,4 3	12,07	17,75	18,01	14,82	14,32	14,32
21	Параметр $f\sqrt{F}=0,2$	13	25	50	100	200	400	800	1600
22	Коефіцієнт направленості Φ	4	4	4	4	4	4	4	4
23	Сума $\sum(\Phi/4\pi r^2)$	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
24	Частотний множник μ	0,8	0,75	0,7	0,8	1	1,4	1,8	2,5
25	Стала приміщення $B = B_{1000} \cdot \mu, B_{1000} = 4,11$	3,29	3,08	2,88	3,29	4,11	5,75	7,40	10,27
26	Відношення $4n/B$ (n=4)	4,87	5,19	5,56	4,87	3,89	2,78	2,16	1,56
27	Величина $10\lg \sum_1^m \left(\frac{\Phi}{4\pi r^2} + \frac{4n}{B} \right), \text{ дБ}$	7,15	7,41	7,70	7,15	6,25	4,91	3,95	2,73
28	Октавні РЗП в розрахунковій точці L, дБ	65,86	68,9 8	54,62	39,40	40,23	44,10	41,63	34,41
29	Потрібне зниження РЗП (n=1)	-13,14	7,98	0,62	-9,60	-4,77	2,10	1,63	-3,59

2.14 Підбір вентиляційного обладнання

В результаті розрахунку вентиляційних систем було підібрано вентиляційне обладнання з допомогою програмного забезпечення Veza [31] та показано на схемі розміщення обладнання на плані покрівлі (аркуш 4), основні дані про вентиляційні установки наведено в таблиці 2.19.

Таблиця 2.19 - Відомість вентиляційного обладнання

Назва приміщення	Тип установки	Вентилятор	Тип ел.двигуна	Теплообмінник
1	2	3	4	5
Приміщення водопідготовки басейнів)	припливна КЦКП-5-У3	RDH 315 R Lв=3706 м ³ /год	A80A4 Nу=1,1кВт	-
	витяжна КЦКП-5-У3.	RDH 315 R Lв=3706 м ³ /год	A71B4 Nу=0,75кВт	-
Зала кафетерію	Приточна КЦКП-5-У3	RDH 315 R Lв=3966 м ³ /год	A80A4 Nу=1,1кВт	-
	Витяжна КЦКП-5-У3	RDH 315 R Lв=3966 м ³ /год	A80A4 Nу=1,1кВт	-

Продовження таблиці 2.19

1	2	3	4	5
Столова	припливна КЦКП-5-УЗ	RDH 315 R Lв=3500 м ³ /год	A71B4 Ny=0,75кВт	-
	витяжна КЦКП-5-УЗ.	RDH 250 R Lв=2939 м ³ /год	AIP63B2 Ny=0,55кВт	-
Вестибюль, хол	Припливно- витяжна КЦКП-6,3-УЗ/ КЦКП-6,3-УЗ	ADH 315 R Lв=6909 м ³ /год	A90L4 Ny=2,2кВт	Теплоутилізатор нагрівач 3 роміжним теплоносієм
		ADH 315 R Lв=6909 м ³ /год	A90L6 Ny=1,5кВт	Теплоутилізатор охолоджувач 3 роміжним теплоносієм
Душові №24, №28, №35, №39 роздягальні №30 та №23, №34 та №38, санвузли №26 та №27	Припливно- витяжна КЦКП-5-УЗ/ КЦКП-5-УЗ	ADH 250 R Lв=4614 м ³ /год	A90L4 Ny=2,2кВт	Теплоутилізатор нагрівач 3 роміжним теплоносієм
		RDH 315 R Lв=4850 м ³ /год	A80A4 Ny=1,1кВт	Теплоутилізатор охолоджувач 3 роміжним теплоносієм
Приміщення кабінетів (медсестри №16, адміністрація спорткомплексу №3, коменданта №4, психолога №8, вчителя реабілітолога №9, інструктора з плавання №11, господарської кімнати №12, секретаря бухгалтера №14, директора №16, групової кімнати №1	Припливно- витяжна КЦКП-6,3-УЗ/ КЦКП-6,3-УЗ	ADH 315 R Lв=7862 м ³ /год	A100S4 Ny=3 кВт	Теплоутилізатор нагрівач 3 роміжним теплоносієм
		RDH 315 R Lв=7791 м ³ /год	A100S4 Ny=3 кВт	Теплоутилізатор роторний RRU- P-C19- 1600/1050-950
Спортзал	Припливно- витяжна КЦКП-3,15- УЗ/ КЦКП- 3,15-УЗ	RDH 250 R Lв=2737 м ³ /год	A71A2 Ny=0,75кВт	Теплоутилізатор роторний RRU- P-C19-1600/900- 800
		RDH 250 R Lв=2737 м ³ /год	AIP63B2 Ny=0,55кВт	
Музичний зал та групова кімната №19	Припливно- витяжна КЦКП-5-УЗ/ КЦКП-5-УЗ	RDH 280 R Lв=3867 м ³ /год	A80A2 Ny=1,5кВт	Теплоутилізатор роторний RRU- P-C19- 1600/1050-950;
		RDH 315 R Lв=3867 м ³ /год	A80A4 Ny=1,1кВт	
Санвузли №15, №7, інвентарна №46 та розгужочна №44	Витяжна Airmate-1200- УЗ	GXLF-5-014 Lв=228 м ³ /год	AIP63B2, Ny=0.55кВт	-
Басейн №31 (для дорослих)	Припливно- витяжна КЦКП-10-УЗ / КЦКП-10-УЗ	RDH 400 R Lв=13862 м ³ /год	A132M2; Ny=11кВт	Теплоутилізатор пластинчатий PWT25/1200/950 -6.5-250
		RDH 400 R Lв=15043м ³ /год	A132M2; Ny=11кВт	

Продовження таблиці 2.19

1	2	3	4	5
Басейн №42 (для дітей)	Припливно-втяжна КЦКП-10-У3 / КЦКП-10-У3	RDH 400 R Lв=15043 м ³ /год	A112M2; Nu=7,5кВт	Теплоутилізатор пластинчатий PWT25/1200/950 -6.5-250
		RDH 400 R Lв=13042 м ³ /год	A112M2; Nu=7,5кВт	

Продовження таблиці 2.19

Назва приміщення	Повітроохолоджувач	Фільтр,	Повітронагрівач
1	6	7	8
Приміщення водопідготовки (для басейнів)	1 рідинний ВОВ243.1-073-065-06-3,0-06-1	ФВК-XX-360-X-F6/25; Клас:F6	1 рідинний ВНВ243.1-073-065-02-3,5-08-2/S
		ФВК-XX-360-X-F6/25; Клас:F6	
Зала кафетерію	1 рідинний ВНВ243.1-073-065-02-3,0-08-2/S	Кишеньковий ФВК-XX-360-X-F5/25; Клас:F5	2 рідинних ВНВ243.1-073-065-02-3,0-08-2/S
		Кишеньковий ФВК-XX-360-X-F5/25; Клас:F5	
Столова	1 безпосереднього охолодження ВОВ243.1-073-065-06-3,0-06-1/G	Кишеньковий ФВК-XX-360-X-F5/25; Клас:F5	1 рідинний ВНВ243.1-073-065-02-3,0-06-2/S
		ФВК-66-360-6-F5/25; Клас:F5	
Вестибюль, хол	1 безпосереднього охолодження ВОВ243.1-103-065-02-3,0-02-1/G	2хФВК-66-360-6-G4/25; Клас:G4	2 рідинних ВНВ243.1-103-065-02-2,5-06-2/S
Душові №24, №28, №35, №39 роздягальні №30 та №23, №34 та №38, санвузли №26 та №27	1 безпосереднього охолодження ВОВ243.1-073-065-06-3,0-06-1/G	ФВК-XX-360-X-F5/25; Клас:F5	2 рідинних ВНВ243.1-073-065-02-2,5-06-2/S
		-	
Приміщення кабінетів (медсестри №16, адміністрація спорткомплексу №3, коменданта №4, психолога №8, вчителя реабілітолога №9, інструктора з плавання №11, господарської кімнати №12, секретаря бухгалтера №14, директора №16, групової кімнати №17)	1 безпосереднього охолодження ВОВ243.1-103-065-02-3,0-02-1/G	2хФВК-66-360-6-F5/25; Клас:F5	1 рідинний ВНВ243.1-103-065-02-2,5-06-2/S
		2хФВК-66-360-6-F5/25; Клас:F5	
Спортзал	-	ФВК-66-360-6-F5/25; Клас:F5	2 рідинних ВНВ243.1-043-065-02-3,0-08-2/S
		ФВК-66-360-6-F5/25; Клас:F5	

Продовження таблиці 2.19

1	6	7	8
Музичний зал та групова кімната №19	1 рідинний ВОВ243.1-073-065-06-3,0-06-1	ФВК-XX-360-X-F5/25; Клас:F5	1 рідинний ВНВ243.1-073-065-02-3,0-06-2/S
		ФВК-XX-360-X-F5/25; Клас:F5	
Санвузли №15, №7, інвентарна №46 та розгрузочна №44	-	-	-
Басейн №31 (для дорослих)	1 безпосереднього охолодження ВОВ243.1-103-090-06-3,0-04-1/G	2xФВК-69-360-8-F6/25; Клас:F6	2 рідинних ВНВ243.1-103-090-03-2,2-04-2/S
		2xФВК-69-360-8-F6/25; Клас:F6	
Басейн №42 (для дітей)	1 безпосереднього охолодження ВОВ243.1-103-090-06-3,0-04-1/G	2xФВК-69-360-8-F6/25; Клас:F6	2 рідинних ВНВ243.1-103-090-03-2,2-04-2/S

Для приміщень спальні №10, для водних процедур №43, холу №2 та вестибюлю №3 підібрано спліт кондиціонери (аркуші 2 та 3), основні характеристики яких наведено в таблиці 2.20.

Таблиця 2.20 - Перелік характеристик кондиціонерів

№ пр-ня	Найменування приміщення	Марка кондиціонера	Витрата повітря, L, м ³ /год	Потужність, кВт		Маса, кг
				нагріву	охолодження	
10	Спальня,	P24SP . NSK [39]	1103	6,65	6,45	54,3
43	Приміщення для водних процедур		1218			
3	Вестибюль	FGR 20/BNa-M [40]	4000	7	8,4	213
2	Холл	GWHD(18) NK3KO [41]	2909	1,45	1,45	55

2.15 Підбір сонячних колекторів

Користуючись даними таблиці 1.1 [32, с. 21] приймаємо до встановлення сонячні повітряні колектори SolarVenti SV30, що кріпляться до зовнішньої стіни приміщення басейну №31 (для дорослих) з південного боку (аркуш 2).

Основні характеристики колектора [32]:

Габаритні розміри, мм: 3020x1020x72;

Площа поглинаючої поверхні, м²: 2,98;

Маса, кг: 29,1;

Матеріал абсорбера: повсть;

Матеріал світло-прозорого покриття: скло;

Установлена потужність (при сонячній інсоляції $W=1000 \text{ Вт/м}^2$), Вт: 2000.

Враховуючи габаритні розміри сонячного колектора та огорожуючої конструкції кількість повітрянагрівачів приймаємо $n = 14$ шт., які встановлюються на південному боці стіни з інтервалом 1050 мм (аркуш 2).

Враховуючи інсоляцію для холодного періоду року [13] за рис. 2.6 максимальна потужність сонячного колектора становитиме $Q_c = 1448 \text{ Вт}$.

Визначимо сумарну максимальну потужність $Q_{\text{сум}}$, Вт, сонячних повітряних колекторів при кількості n , шт.:

$$Q_{\text{сум}} = Q_c \cdot n, \quad (2.82)$$

$$Q_{\text{сум}} = 1448 \cdot 14 = 20272 \text{ (Вт)}$$

Згідно з даними про припливно-витяжну установку [31] потужність повітропідігрівача становить $N_{\text{п}} = 228 \text{ кВт}$, тоді максимальний відсоток заміщення роботи повітропідігрівача при комбінованій роботі системи створення мікроклімату з сонячними колекторами SolarVenti SV30 становить:

$$\Delta = (Q_{\text{сум}}/N_{\text{п}}) \cdot 100\%, \quad (2.83)$$

$$\Delta = (20,272/228) \cdot 100\% = 8,89 \%$$

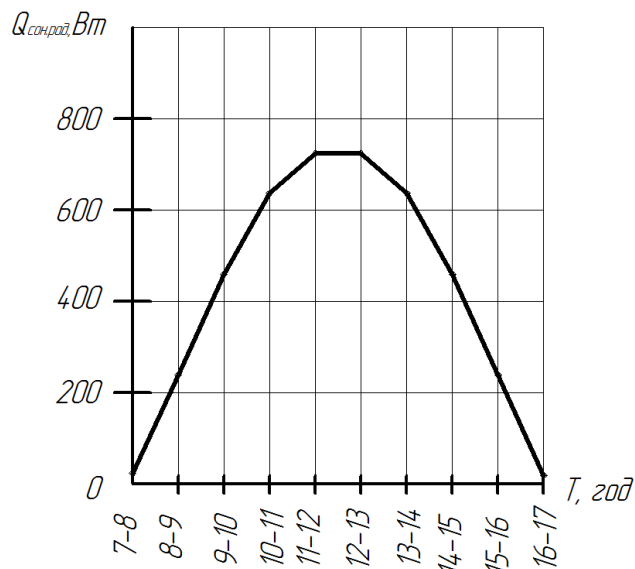


Рис. 2.6 - Графічна залежність енергетичної освітленості площин для півдня сонячною радіацією у січні за умов ясного неба.

2.16 Конструктивні рішення з вдосконалення роботи рекупераційної установки для потреб водопостачання ванн басейнів

Оскільки приміщення ванн басейнів характеризуються значними вологовиділеннями, то постає питання утилізації не лише теплоти, але й вологи. Якщо теплоту викидного повітря рекуператор використовує для зменшення затрат на підігрів припливного повітря, то волога конденсується та спрямовується в конденсатовідвідник. Для утворення замкнутого циклу руху води, конденсатовідвідник доцільно приєднувати до рециркуляційної системи водопостачання басейну, таким чином утворені вологовиділення повертаються до ванни басейну та цикл повторюється спочатку. Запропоновану схему наведено на рис. 2.7.

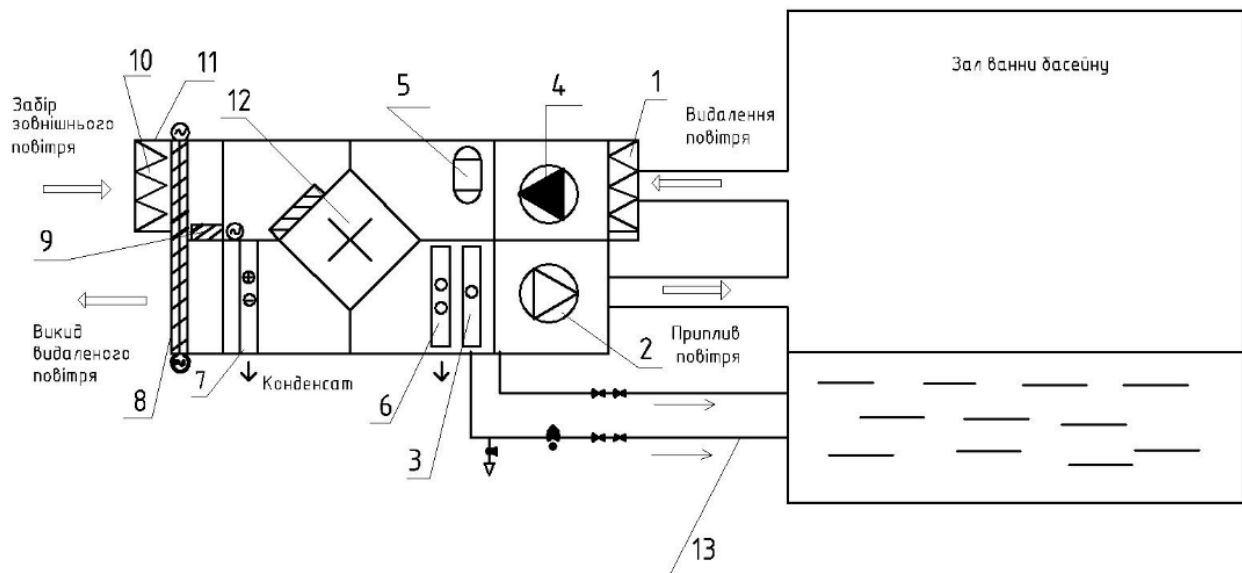


Рис. 2.7 - Схема роботи вентиляційної установки з рекуператором з утилізацією вологи:

1-12 - те саме, що і в рис. 1.1; 13 - конденсатовідвідник приєднаний до водопостачання басейну.

Як приклад розглянемо приміщення басейну №31 (для дорослих). В залі за 1 год в холодний період року виділяється сумарно 76,2 кг (додаток В), відповідно за робочу зміну у 8 годин кількість вологовиділень становитиме 601 кг або $W_6 = 0,6$ л/добу. При середній за рік добовій витраті води на поповнення певного

відсотку місткості басейну, яка становить $L_H = 10$ л/добу [34], схема утилізації вологи для поповнення басейну дозволяє зменшити витрату води на як максимум на величину:

$$\Delta = (W_6 / L_H) \cdot 100\% = (0,6/10) \cdot 100\% = 6\% \quad (2.84)$$

2.17 Моделювання та оцінка надійності системи вентиляції та кондиціонування спортивно-оздоровчого центру

Метод нечіткої логіки як взаємозв'язана сукупність математичних моделей дозволяє використовувати експертно-лінгвістичну інформацію для прогнозування технічного складу внутрішньо будинкових магістралей для теплоносія в залежності від факторів, що його обумовлюють [59]. Такими основними факторами є: проектні рішення, якість будівельно-монтажних робіт та експлуатаційні параметри системи. Для встановлення ієрархічних зв'язків факторів, що впливають на технічний стан повітропроводів виконана їх класифікація (додаток II).

Розглядаючи надійність системи вентиляції та кондиціонування на системному рівні, лінгвістичну змінну A_{CBPO} , що характеризує вплив на технічний стан повітропроводів, можна представити у вигляді співвідношення:

$$A_{CBPO} = f(X;Y;Z), \quad (2.85)$$

де X – лінгвістична змінна (ЛЗ), що описує науково-технічний рівень проектних рішень;

Y – ЛЗ, що описує якість будівельно-монтажних робіт;

Z – ЛЗ, що описує технічні умови експлуатації системи.

Лінгвістична змінна, що описує науково-технічний рівень проектних рішень, може бути представлена виразом [59]:

$$X = f_x(x_1; x_2), \quad (2.86)$$

Лінгвістична змінна, що описує якість будівельно-монтажних робіт, може бути представлена виразом:

$$Y = f_y(y_1; y_2; y_3; y_4; y_5; y_6; y_7), \quad (2.87)$$

Лінгвістична змінна, що описує технічні умови експлуатації системи представлена виразом:

$$Z = f_z(z_1; z_2; z_3; z_4; z_5; z_6), \quad (2.88)$$

Тоді:

$$x_1 = f_{x1}(s_1; s_2; s_3), \quad (2.89)$$

$$x_2 = f_{x2}(b_1; b_2), \quad (2.90)$$

$$y_3 = f_{y3}(c_1; c_2; c_3), \quad (2.91)$$

$$y_4 = f_{y4}(d_1; d_2; d_3), \quad (2.92)$$

$$y_5 = f_{y5}(g_1; g_2), \quad (2.93)$$

$$y_6 = f_{y6}(h_1; h_2; h_3), \quad (2.94)$$

$$y_7 = f_{y7}(i_1; i_2), \quad (2.95)$$

Таблиця 2.21– Фактори впливу на лінгвістичні змінні

Позначення та назва змінної	Універсальна множина	Терми для оцінки
1	2	3
x_1 – помилки у розрахунках	(1,2,3,4,5) бали	грубі, вище середніх, середні, нижче середніх, відсутні
s_1 – теплового балансу	(1,3,5) бали	грубі, середні, відсутні
s_2 – повітрообміну	(1,3,5) бали	грубі, середні, відсутні
s_3 – аеродинамічному	(1,3,5) бали	грубі, середні, відсутні
x_2 – підбір обладнання	0...100%	невірно, частково невірно, вірно
b_1 – тип обладнання	0,100%	вірно, невірно
b_2 – розміщення обладнання	0,100%	вірно, невірно
y_1 – невірно підібрані інструменти, оснащення для механізації монтажних робіт	0...100%	відсутні, частково відсутні, присутні
y_2 – пошкодження при транспортуванні та монтажу повітропроводів	0...40%	відсутні, частково відсутні, присутні
y_3 – монтаж вентиляторів	(1,3,5) балів	невірно, частково невірно, вірно
c_2 – точність прив'язання до конструкцій будівлі	50...100%	низька, середня, висока
c_3 – статичне балансування робочого колеса	0,100%	невиконано, виконано
y_4 – якість монтажу повітропроводів	(1,2,3,4,5) бали	низька, нижче середньої, середня, вище середньої, висока
d_1 – якість з'єднання ланок і елементів повітропроводів	50...100%	низька, середня, висока
d_2 – якість кріплень мереж до будівельних конструкцій	60...100%	низька, середня, висока
d_3 – порушення роботи машин та механізмів для монтажу повітропроводів	(1,3,5) балів	присутні, частково присутні, відсутні

Продовження таблиці 2.21

1	2	3
y ₅ – монтаж кондиціонерів	(1,3,5)балів	невірно, частково невірно, вірно
g ₁ – правильність розташування, розміри і позначки фундаментів	50...100%	низька, середня, висока
g ₂ – правильний порядок монтажу кондиціонера в залежності від розміщення	0,100%	незадовільний, задовільний
y ₆ – монтаж вентиляційного обладнання	(1,3,5)балів	вірно, частково вірно, невірно
h ₁ – правильність монтажу калориферів	(1,3,5)балів	вірно, частково вірно, невірно
h ₂ – якість з'єднання секцій фільтра	0,100%	незадовільний, задовільний
h ₃ – якість встановлення шумоглушника	0,100%	незадовільний, задовільний
y ₇ - монтаж сонячних колекторів	(1,3,5)балів	вірно, частково вірно, невірно
i ₁ - якість кріплення колектора до огорожуючої конструкції	0,100%	незадовільний, задовільний
i ₂ - правильність встановлення вентиляторів колектора	0,100%	незадовільний, задовільний
z ₁ – продуктивність повітророзподільних пристроїв	89...100%	не відповідає нормам, відповідає нормам
z ₂ - продуктивність сонячних колекторів	0,100%	незадовільний, задовільний
z ₃ – герметичність повітропроводів	0,2...1,0 кПа	низька, середня, висока
z ₄ – опір протікання повітря у вентиляційному обладнанні	0,100%	незадовільний, задовільний
z ₅ – технічний рівень обслуговуючого персоналу	1-3	низький, середній, високий
z ₆ – планово-запобіжні огляди і ремонти	10...100%	відсутні, частково відсутні, присутні

Нечітку матрицю знань з урахуванням введених терм для моделювання залежності (1) наведено в таблиці 2.22.

Таблиця 2.22 – Матриця знань для залежності (1)

ЯКЩО			ТО
Проектні рішення (X)	Будівельно-монтажні роботи (Y)	Експлуатація системи (Z)	Технічний стан системи вентиляції та повітряного опалення (Асвпо)
1	2	3	4
Низькі	Низькі	Низька	Низький
Нижче середніх	Низькі	Низька	
Низькі	Нижче середніх	Низька	
Низькі	Низькі	Нижче середнього	Нижче середнього
Низькі	Середні	Нижче середнього	
Середня	Нижче середніх	Низька	
Нижче середніх	Низькі	Середня	Середній
Нижче середніх	Нижче середніх	Нижче середнього	
Середня	Середні	Нижче середнього	
Середня	Нижче середніх	Середня	Середній
Нижче середнього	Середні	Середня	
Середні	Середні	Середня	

Продовження таблиці 2.22

1	2	3	4
Високі	Вище середніх	Середня	Вище середнього
Вище середніх	Середні	Висока	
Середні	Високі	Вище середнього	
Вище середніх	Вище середніх	Вище середнього	
Високі	Високі	Висока	Високий
Вище середніх	Високі	Висока	
Високі	Вище середніх	Висока	
Високі	Високі	Вище середнього	

Лінгвістичним висловлюванням, які наведені в таблиці 2.22 відповідає система нечітких логічних рівнянь, що характеризують поверхню належності змінних за відповідним термом:

$$\mu_H(A_{CBO}) = \mu_H(X) \wedge \mu_H(Y) \wedge \mu_H(Z) \vee \mu_{HC}(X) \wedge \mu_H(Y) \wedge \mu_H(Z) \vee \mu_H(X) \wedge \mu_{HC}(Y) \wedge \mu_H(Z) \vee \mu_H(X) \wedge \mu_H(Y) \wedge \mu_{HC}(Z); \quad (2.96)$$

$$\mu_{HC}(A_{CBO}) = \mu_H(X) \wedge \mu_H(Y) \wedge \mu_{HC}(Z) \vee \mu_C(X) \wedge \mu_{HC}(Y) \wedge \mu_H(Z) \vee \mu_{HC}(X) \wedge \mu_H(Y) \wedge \mu_C(Z) \vee \mu_{HC}(X) \wedge \mu_{HC}(Y) \wedge \mu_{HC}(Z); \quad (2.97)$$

$$\mu_C(A_{CBO}) = \mu_C(X) \wedge \mu_C(Y) \wedge \mu_{HC}(Z) \vee \mu_C(X) \wedge \mu_{HC}(Y) \wedge \mu_C(Z) \vee \mu_{HC}(X) \wedge \mu_C(Y) \wedge \mu_C(Z) \vee \mu_C(X) \wedge \mu_C(Y) \wedge \mu_C(Z); \quad (2.98)$$

$$\mu_{VC}(A_{CBO}) = \mu_V(X) \wedge \mu_{VC}(Y) \wedge \mu_C(Z) \vee \mu_{VC}(X) \wedge \mu_C(Y) \wedge \mu_V(Z) \vee \mu_C(X) \wedge \mu_V(Y) \wedge \mu_{VC}(Z) \vee \mu_{VC}(X) \wedge \mu_{VC}(Y) \wedge \mu_{VC}(Z); \quad (2.99)$$

$$\mu_V(A_{CBO}) = \mu_V(X) \wedge \mu_V(Y) \wedge \mu_V(Z) \vee \mu_{VC}(X) \wedge \mu_V(Y) \wedge \mu_V(Z) \vee \mu_V(X) \wedge \mu_{VC}(Y) \wedge \mu_V(Z) \vee \mu_V(X) \wedge \mu_V(Y) \wedge \mu_{VC}(Z). \quad (2.100)$$

Нечітку матрицю знань з урахуванням введених терм для моделювання залежності (2) наведено в таблиці 2.23:

Таблиця 2.23 – Матриця залежності (2)

ЯКЩО		ТО
помилки у розрахунку (x_1)	Підбір обладнання (x_2)	Проектні рішення (X)
1	2	3
грубі	невірно	низькі
вище середніх	невірно	нижче середніх
грубі	частково вірно	
середні	невірно	

Продовження таблиці 2.23

1	2	3
вище середніх	невірно	середні
середні	частково вірно	
нижче середніх	вірно	
середні	вірно	вище середніх
нижче середніх	вірно	
низькі	частково вірно	
низькі	вірно	високі

Лінгвістичним висловлюванням, які наведено в таблиці 2.23 відповідає система нечітких логічних рівнянь, що характеризують поверхню належності змінних за відповідним термом:

$$\mu_H(X) = \mu_G(x_1) \wedge \mu_H(x_2); \quad (2.101)$$

$$\mu_{HC}(X) = \mu_{BC}(x_1) \wedge \mu_H(x_2) \vee \mu_G(x_1) \wedge \mu_{CB}(x_2) \vee \mu_C(x_1) \wedge \mu_H(x_2); \quad (2.102)$$

$$\mu_C(X) = \mu_{BC}(x_1) \wedge \mu_H(x_2) \vee \mu_C(x_1) \wedge \mu_{CB}(x_2) \vee \mu_{HC}(x_1) \wedge \mu_B(x_2); \quad (2.103)$$

$$\mu_{BC}(X) = \mu_C(x_1) \wedge \mu_B(x_2) \vee \mu_{HC}(x_1) \wedge \mu_B(x_2) \vee \mu_H(x_1) \wedge \mu_{CB}(x_2); \quad (2.104)$$

$$\mu_{HC}(X) = \mu_H(x_1) \wedge \mu_B(x_2). \quad (2.105)$$

Нечітку матрицю знань з урахуванням введених якісних терм для моделювання залежності (3) наведено в таблиці 2.24.

Таблиця 2.24 – Матриця знань для залежності (3)

ЯКЩО			ТО
теплового балансу (s ₁)	повітрообміну (s ₂)	аеродинамічному (s ₃)	помилки у розрахунку (x ₁)
грубі	грубі	грубі	грубі
середні	грубі	грубі	вище середніх
грубі	середні	грубі	
грубі	грубі	середні	
середні	середні	середні	середні
грубі	середні	середні	
середні	грубі	середні	
середні	середні	грубі	нижче середніх
середні	відсутні	відсутні	
відсутні	середні	відсутні	
відсутні	відсутні	середні	відсутні
відсутні	відсутні	відсутні	

Лінгвістичним висловлюванням, що наведено в таблиці 2.24 відповідає система нечітких логічних рівнянь, які характеризують поверхню належності змінних за відповідним термом:

$$\mu_{\Gamma}(x_1) = \mu_{\Gamma}(s_1) \wedge \mu_{\Gamma}(s_2) \wedge \mu_{\Gamma}(s_3); \quad (2.106)$$

$$\mu_{BC}(x_1) = \mu_C(s_1) \wedge \mu_{\Gamma}(s_2) \wedge \mu_{\Gamma}(s_3) \vee \mu_{\Gamma}(s_1) \wedge \mu_C(s_2) \wedge \mu_{\Gamma}(s_3) \vee \mu_{\Gamma}(s_1) \wedge \mu_{\Gamma}(s_2) \wedge \mu_C(s_3); \quad (2.117)$$

$$\mu_C(x_1) = \mu_C(s_1) \wedge \mu_C(s_2) \wedge \mu_C(s_3) \vee \mu_{\Gamma}(s_1) \wedge \mu_C(s_2) \wedge \mu_C(s_3) \vee \mu_C(s_1) \wedge \mu_{\Gamma}(s_2) \wedge \mu_C(s_3) \vee \mu_C(s_1) \wedge \mu_C(s_2) \wedge \mu_{\Gamma}(s_3); \quad (2.108)$$

$$\mu_{HC}(x_1) = \mu_C(s_1) \wedge \mu_B(s_2) \wedge \mu_B(s_3) \vee \mu_B(s_1) \wedge \mu_C(s_2) \wedge \mu_B(s_3) \vee \mu_B(s_1) \wedge \mu_B(s_2) \wedge \mu_C(s_3); \quad (2.109)$$

$$\mu_{\Gamma}(x_1) = \mu_B(s_1) \wedge \mu_B(s_2) \wedge \mu_B(s_3); \quad (2.110)$$

Нечітку матрицю знань з урахуванням введення якісних терм для моделювання залежності (4) наведено в таблиці 2.25.

Таблиця 2.25 – Матриця знань для залежності (4)

ЯКЩО		ТО
Тип обладнання (b ₁)	Розміщення обладнання (b ₂)	Підбір обладнання (x ₂)
невірно	невірно	невірно
невірно	вірно	частково невірно
вірно	невірно	
вірно	вірно	вірно

Лінгвістичним висловлюванням, які наведено в таблиці 2.25 відповідає система нечітких логічних рівнянь, що характеризують поверхню належності змінних за відповідним термом:

$$\mu_H(x_2) = \mu_H(b_1) \wedge \mu_H(b_2); \quad (2.111)$$

$$\mu_{CH}(x_2) = \mu_H(b_1) \wedge \mu_B(b_2) \vee \mu_B(b_1) \wedge \mu_H(b_2); \quad (2.112)$$

$$\mu_B(x_2) = \mu_B(b_1) \wedge \mu_B(b_2). \quad (2.113)$$

Таблиця 2.26 – Матриця залежності (2)

ЯКЩО							ТО
невірно підібрані інструменти, оснащення для механізації монтажних робіт (у ₁)	пошкодження при транспортуванні та монтажу повітропроводів (у ₂)	монтаж вентиляторів (у ₃)	якість монтажу повітропроводів (у ₄)	Монтаж кондиціонерів (у ₅)	монтаж вентиляційного обладнання (у ₆)	монтаж сонячних колекторів (у ₇)	Будівельно-монтажні роботи (Y)
1	2	3	4	5	6	7	8
присутні	присутні	невірно	низька	невірно	невірно	невірно	низькі
частково відсутні	присутні	невірно	низька	невірно	невірно	невірно	нижче середніх
частково відсутні	Частково відсутні	невірно	низька	невірно	невірно	невірно	
присутні	Частково відсутні	невірно	низька	невірно	невірно	невірно	
присутні	присутні	частково невірно	низька	невірно	невірно	невірно	
присутні	присутні	вірно	нижче середнього	невірно	невірно	невірно	середні
присутні	присутні	частково невірно	середня	частково невірно	невірно	невірно	
частково відсутні	частково відсутні	частково невірно	середня	частково невірно	частково невірно	частково невірно	середні
присутні	присутні	вірно	середня	частково невірно	частково невірно	частково невірно	
присутні	присутні	вірно	середня	вірно	Частково невірно	Частково невірно	
присутні	присутні	вірно	середня	вірно	вірно	Частково невірно	вище середніх
присутні	присутні	вірно	середня	вірно	вірно	вірно	
присутні	присутні	вірно	середня	вірно	частково невірно	частково невірно	
присутні	присутні	вірно	вище середньої	вірно	вірно	вірно	
присутні	присутні	вірно	висока	вірно	вірно	вірно	високі

Лінгвістичним висловлюванням, що наведено в таблиці 2.26 відповідає система нечітких логічних рівнянь, які характеризують поверхню належності змінних за відповідним термом:

$$\mu_H(Y) = \mu_H(y_1) \wedge \mu_H(y_2) \wedge \mu_H(y_3) \wedge \mu_H(y_4) \wedge \mu_H(y_5) \wedge \mu_H(y_6) \wedge \mu_H(y_7); \quad (2.114)$$

$$\mu_{HC}(Y) = \mu_{CB}(y_1) \wedge \mu_{П}(y_2) \wedge \mu_{H}(y_3) \wedge \mu_{H}(y_4) \wedge \mu_{H}(y_5) \wedge \mu_{H}(y_6) \wedge \mu_{H}(y_7) \vee \mu_{CB}(y_1) \wedge \mu_{CB}(y_2) \wedge \mu_{H}(y_3) \wedge \mu_{H}(y_4) \wedge \mu_{H}(y_5) \wedge \mu_{H}(y_6) \wedge \mu_{H}(y_7) \vee \mu_{П}(y_1) \wedge \mu_{CB}(y_2) \wedge \mu_{H}(y_3) \wedge \mu_{H}(y_4) \wedge \mu_{H}(y_5) \wedge \mu_{H}(y_6) \wedge \mu_{H}(y_7) \vee \mu_{П}(y_1) \wedge \mu_{П}(y_2) \wedge \mu_{CB}(y_3) \wedge \mu_{H}(y_4) \wedge \mu_{H}(y_5) \wedge \mu_{H}(y_6) \wedge \mu_{H}(y_7); \quad (2.115)$$

$$\mu_C(Y) = \mu_{П}(y_1) \wedge \mu_{П}(y_2) \wedge \mu_V(y_3) \wedge \mu_{HC}(y_4) \wedge \mu_{H}(y_5) \wedge \mu_{H}(y_6) \wedge \mu_{H}(y_7) \vee \mu_{П}(y_1) \wedge \mu_{П}(y_2) \wedge \mu_{CH}(y_3) \wedge \mu_C(y_4) \wedge \mu_{CB}(y_5) \wedge \mu_{H}(y_6) \wedge \mu_{H}(y_7) \vee \mu_{CB}(y_1) \wedge \mu_{CB}(y_2) \wedge \mu_{CH}(y_3) \wedge \mu_C(y_4) \wedge \mu_{CH}(y_5) \wedge \mu_{CH}(y_6) \wedge \mu_{CH}(y_7) \vee \mu_{П}(y_1) \wedge \mu_{П}(y_2) \wedge \mu_V(y_3) \wedge \mu_C(y_4) \wedge \mu_V(y_5) \wedge \mu_{CH}(y_6) \wedge \mu_{CH}(y_7); \quad (2.126)$$

$$\mu_{BC}(Y) = \mu_{П}(y_1) \wedge \mu_{П}(y_2) \wedge \mu_V(y_3) \wedge \mu_C(y_4) \wedge \mu_V(y_5) \wedge \mu_V(y_6) \wedge \mu_{CH}(y_7) \vee \mu_{П}(y_1) \wedge \mu_{П}(y_2) \wedge \mu_V(y_3) \wedge \mu_C(y_4) \wedge \mu_V(y_5) \wedge \mu_V(y_6) \wedge \mu_V(y_7) \vee \mu_{П}(y_1) \wedge \mu_{П}(y_2) \wedge \mu_V(y_3) \wedge \mu_{BC}(y_4) \wedge \mu_V(y_5) \wedge \mu_V(y_6) \wedge \mu_V(y_7); \quad (2.117)$$

$$\mu_V(Y) = \mu_{П}(y_1) \wedge \mu_{П}(y_2) \wedge \mu_V(y_3) \wedge \mu_V(y_4) \wedge \mu_V(y_5) \wedge \mu_V(y_6) \wedge \mu_V(y_7); \quad (2.118)$$

Нечітку матрицю знань з урахуванням введення якісних терм для моделювання залежності (5) наведено в таблиці 2.27.

Таблиця 2.27– Матриця знань для залежності (5)

ЯКЩО			ТО
Стан опорних конструкцій (с ₁)	Точність прив'язання до конструкцій будівлі (с ₂)	Статичне балансування робочого колеса (с ₃)	Монтаж вентиляторів (у ₃)
1	2	3	4
незадовільний	низька	невиконано	невірно
задовільний	низька	невиконано	частково невірно
задовільний	середня	невиконано	
незадовільний	середня	виконано	
незадовільний	висока	невиконано	вірно
задовільний	висока	виконано	

Лінгвістичним висловлюванням, які наведено в таблиці 2.27 відповідає система нечітких логічних рівнянь, що характеризують поверхню належності змінних за відповідним термом:

$$\mu_{H}(y_3) = \mu_{H}(c_1) \wedge \mu_{H}(c_2) \wedge \mu_{H}(c_3); \quad (2.119)$$

$$\mu_{чв}(y_3) = \mu_3(c_1) \wedge \mu_H(c_2) \wedge \mu_H(c_3) \vee \mu_3(c_1) \wedge \mu_C(c_2) \wedge \mu_H(c_3) \vee \mu_H(c_1) \wedge \mu_C(c_2) \wedge \mu_B(c_3) \vee \mu_H(c_1) \wedge \mu_B(c_2) \wedge \mu_H(c_3); \quad (2.120)$$

$$\mu_B(y_3) = \mu_3(c_1) \wedge \mu_B(c_2) \wedge \mu_B(c_3). \quad (2.121)$$

Нечітку матрицю знань з урахуванням введення якісних терм для моделювання залежності (6) наведено в таблиці 2.28.

Таблиця 2.28 – Матриця знань для залежності (6)

ЯКЩО			ТО
Якість з'єднання ланок і елементів повітропроводів (d ₁)	Якість кріплень мереж до будівельних конструкцій (d ₂)	Порушення роботи машин та механізмів для монтажу повітропроводів (d ₃)	Якість монтажу повітропроводів (y ₄)
низька	низька	присутні	низька
низька	низька	частково присутні	нижче середньої
середня	низька	присутні	
низька	середня	присутні	
низька	середня	відсутні	середня
середня	низька	відсутні	
низька	висока	частково присутні	
середня	середня	частково присутні	
середня	висока	відсутні	вище середньої
висока	середня	відсутні	
висока	висока	частково присутні	
висока	висока	відсутні	висока

Лінгвістичним висловлюванням, що наведено в таблиці 2.33 відповідає система нечітких логічних рівнянь, які характеризують поверхню належності змінних за відповідним термом:

$$\mu_H(y_4) = \mu_H(d_1) \wedge \mu_H(d_2) \wedge \mu_H(d_3); \quad (2.122)$$

$$\mu_{чв}(y_4) = \mu_H(d_1) \wedge \mu_H(d_2) \wedge \mu_{чп}(d_3) \vee \mu_C(d_1) \wedge \mu_H(d_2) \wedge \mu_{п}(d_3) \vee \mu_H(d_1) \wedge \mu_C(d_2) \wedge \mu_{п}(d_3); \quad (2.123)$$

$$\mu_C(y_4) = \mu_H(d_1) \wedge \mu_C(d_2) \wedge \mu_B(d_3) \vee \mu_C(d_1) \wedge \mu_H(d_2) \wedge \mu_B(d_3) \vee \mu_H(d_1) \wedge \mu_B(d_2) \wedge \mu_{чп}(d_3) \vee \mu_C(d_1) \wedge \mu_C(d_2) \wedge \mu_{чп}(d_3); \quad (2.124)$$

$$\mu_{вс}(y_4) = \mu_C(d_1) \wedge \mu_B(d_2) \wedge \mu_B(d_3) \vee \mu_B(d_1) \wedge \mu_C(d_2) \wedge \mu_B(d_3) \vee \mu_B(d_1) \wedge \mu_B(d_2) \wedge \mu_{чп}(d_3); \quad (2.125)$$

$$\mu_B(y_4) = \mu_B(d_1) \wedge \mu_B(d_2) \wedge \mu_B(d_3). \quad (2.126)$$

Нечітку матрицю знань з урахуванням введення якісних терм для моделювання залежності (7) наведено в таблиці 2.29.

Таблиця 2.29 – Матриця знань для залежності (7)

ЯКЩО		ТО
Правильність розташування, розміри і позначки фундаментів (g_1)	Правильний порядок монтажу кондиціонера в залежності від розміщення (g_2)	Монтаж кондиціонерів (y_5)
низька	незадовільний	невірно
середня	незадовільний	частково невірно
низька	задовільний	
висока	незадовільний	
висока	задовільний	вірно

Лінгвістичним висловлюванням, які наведено в таблиці 2.35 відповідає система нечітких логічних рівнянь, що характеризують поверхню належності змінних за відповідним термом:

$$\mu_n(y_6) = \mu_n(g_1) \wedge \mu_n(g_2); \quad (2.127)$$

$$\mu_{чн}(y_6) = \mu_c(g_1) \wedge \mu_n(g_2) \vee \mu_n(g_1) \wedge \mu_3(g_2) \vee \mu_b(g_1) \wedge \mu_n(g_2); \quad (2.128)$$

$$\mu_n(y_6) = \mu_b(g_1) \wedge \mu_b(g_2). \quad (2.129)$$

Нечітку матрицю знань з урахуванням введення якісних терм для моделювання залежності 8 наведено в таблиці 2.30.

Таблиця 2.30 – Матриця знань для залежності (7)

ЯКЩО			ТО
правильність монтажу калориферів (h_1)	якість з'єднання секцій фільтра (h_2)	якість встановлення шумоглушника (h_3)	Монтаж вентиляційного обладнання (y_6)
невірно	незадовільний	незадовільний	невірно
вірно	незадовільний	незадовільний	частково невірно
частково невірно	задовільний	задовільний	частково невірно
частково невірно	задовільний	незадовільний	
частково невірно	незадовільний	задовільний	
вірно	незадовільний	незадовільний	
вірно	задовільний	задовільний	
вірно	задовільний	задовільний	вірно

Лінгвістичним висловлюванням, що наведені в таблиці 2.35 відповідає система нечітких логічних рівнянь, які характеризують поверхню належності змінних за відповідним термом [59]:

$$\mu_H(y_6) = \mu_H(h_1) \wedge \mu_H(h_2) \wedge \mu_H(h_3); \quad (2.130)$$

$$\mu_{CH}(y_6) = \mu_B(h_1) \wedge \mu_H(h_2) \wedge \mu_H(h_3) \vee \mu_{CH}(h_1) \wedge \mu_3(h_2) \wedge \mu_3(h_3) \vee \mu_{CH}(h_1) \wedge \mu_3(h_2) \wedge \mu_H(h_3) \vee \mu_{CH}(h_1) \wedge \mu_H(h_2) \wedge \mu_3(h_3) \vee \mu_B(h_1) \wedge \mu_H(h_2) \wedge \mu_H(h_3); \quad (2.131)$$

$$\mu_H(y_6) = \mu_B(h_1) \wedge \mu_3(h_2) \wedge \mu_3(h_3). \quad (2.132)$$

Нечітку матрицю знань з урахуванням введення якісних терм для моделювання залежності 9 наведено в таблиці 2.31.

Таблиця 2.31 – Матриця знань для залежності (9)

ЯКЩО		ТО
якість кріплення колектора до огорожуючої конструкції (i_1)	правильність встановлення вентиляторів колектора (i_2)	монтаж сонячних колекторів (y_7)
незадовільний	не відповідає нормам	невірно
незадовільний	відповідає нормам	частково невірно
задовільний	не відповідає нормам	
задовільний	відповідає нормам	вірно

Лінгвістичним висловлюванням, які наведено в таблиці 2.32 відповідає система нечітких логічних рівнянь, що характеризують поверхню належності змінних за відповідним термом:

$$\mu_H(y_7) = \mu_H(i_1) \wedge \mu_H(i_2); \quad (2.133)$$

$$\mu_{CH}(y_7) = \mu_H(i_1) \wedge \mu_H(i_2) \vee \mu_H(i_1) \wedge \mu_H(i_2); \quad (2.134)$$

$$\mu_H(y_7) = \mu_H(i_1) \wedge \mu_H(i_2). \quad (2.135)$$

Нечітку матрицю знань з урахуванням введення якісних терм для моделювання залежності 10 наведено в таблиці 2.32.

Таблиця 2.32 – Матриця знань для залежності (10)

ЯКЩО						ТО
Продуктивність повітродозподільних пристроїв (z_1)	Продуктивність сонячних колекторів (z_2)	Герметичність повітропроводів (z_3)	Опір протікання повітря у вентиляційному обладнанні (z_4)	Технічний рівень обслуговуючого персоналу (z_5)	Планово-запобіжні огляди і ремонти (z_6)	Експлуатація системи (Z)
не відповідає нормам	незадовільний	низька	незадовільний	низький	відсутні	низькі
не відповідає нормам	незадовільний	низька	незадовільний	середній	відсутні	нижче середніх
відповідає нормам	незадовільний	низька	незадовільний	середній	відсутні	
відповідає нормам	задовільний	низька	незадовільний	середній	відсутні	
відповідає нормам	задовільний	середній	незадовільний	середній	відсутні	
не відповідає нормам	незадовільний	середній	задовільний	середній	частково відсутні	середні
Відповідає нормам	незадовільний	середній	незадовільний	середній	частково відсутні	
Відповідає нормам	задовільний	середній	незадовільний	середній	частково відсутні	
не відповідає нормам	задовільний	вірно	задовільний	середній	частково відсутні	Вище середніх
відповідає нормам	задовільний	вірно	задовільний	високий	частково відсутні	
не відповідає нормам	задовільний	вірно	задовільний	високий	вірно	
відповідає нормам	незадовільний	вірно	задовільний	середній	вірно	
відповідає нормам	незадовільний	вірно	незадовільний	високий	вірно	
відповідає нормам	задовільний	вірно	задовільний	високий	вірно	високі

Лінгвістичним висловлюванням, що наведено в таблиці 2.40 відповідає система нечітких логічних рівнянь, які характеризують поверхню належності змінних за відповідним термом:

$$\mu_H(Z) = \mu_{HB}(z_1) \wedge \mu_H(z_2) \wedge \mu_H(z_3) \wedge \mu_H(z_4) \wedge \mu_H(z_5) \wedge \mu_B(z_6); \quad (2.136)$$

$$\mu_{HC}(Z) = \mu_{HB}(z_1) \wedge \mu_H(z_2) \wedge \mu_H(z_3) \wedge \mu_H(z_4) \wedge \mu_C(z_5) \wedge \mu_B(z_6) \vee \mu_B(z_1) \wedge \mu_H(z_2) \wedge \mu_H(z_3) \wedge \mu_H(z_4) \wedge \mu_C(z_5) \wedge \mu_B(z_6) \vee \mu_B(z_1) \wedge \mu_3(z_2) \wedge \mu_H(z_3) \wedge \mu_H(z_4) \wedge \mu_C(z_5) \wedge \mu_B(z_6); \quad (2.137)$$

$$\mu_C(Z) = \mu_{HB}(z_1) \wedge \mu_H(z_2) \wedge \mu_C(z_3) \wedge \mu_3(z_4) \wedge \mu_C(z_5) \wedge \mu_{ЧВ}(z_6) \vee \mu_B(z_1) \wedge \mu_H(z_2) \wedge \mu_C(z_3) \wedge \mu_H(z_4) \wedge \mu_C(z_5) \wedge \mu_{ЧВ}(z_6) \vee \mu_B(z_1) \wedge \mu_3(z_2) \wedge \mu_C(z_3) \wedge \mu_H(z_4) \wedge \mu_B(z_5) \wedge \mu_{ЧВ}(z_6) \vee \mu_B(z_1) \wedge \mu_{H3}(z_2) \wedge \mu_B(z_3) \wedge \mu_3(z_4) \wedge \mu_C(z_5) \wedge \mu_B(z_6) \vee \mu_B(z_1) \wedge \mu_{H3}(z_2) \wedge \mu_B(z_3) \wedge \mu_{H3}(z_4) \wedge \mu_B(z_5) \wedge \mu_B(z_6); \quad (2.138)$$

$$\mu_{BC}(Z) = \mu_B(z_1) \wedge \mu_3(z_2) \wedge \mu_B(z_3) \wedge \mu_3(z_4) \wedge \mu_B(z_5) \wedge \mu_{ЧВ}(z_6) \vee \mu_{HB}(z_1) \wedge \mu_3(z_2) \wedge \mu_B(z_3) \wedge \mu_3(z_4) \wedge \mu_B(z_5) \wedge \mu_B(z_6) \vee \mu_{HB}(z_1) \wedge \mu_3(z_2) \wedge \mu_B(z_3) \wedge \mu_3(z_4) \wedge \mu_B(z_5) \wedge \mu_B(z_6); \quad (2.139)$$

$$\mu_B(Z) = \mu_B(z_1) \wedge \mu_3(z_2) \wedge \mu_B(z_3) \wedge \mu_3(z_4) \wedge \mu_B(z_5) \wedge \mu_B(z_6). \quad (2.140)$$

Таким чином, згідно моделювання систем вентиляції та кондиціонування можна побачити, що для забезпечення її надійності необхідно врахувати доволі значну кількість факторів, що робить цю систему складною для експлуатації.

Висновок до розділу

В розділі виконано теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик системи створення мікроклімату для спортивно-оздоровчої споруди.

Було виконано наступні задачі для досягнення поставленої мети:

- показано схему аеродинамічних процесів (рис. 2.1), а також прийнято припущення для конкретного об'єкту, а саме спортивно-оздоровчої споруди;

- теплотехнічний розрахунок, за результатом якого підібрано мінеральну вату товщиною $\delta_{ут} = 0,15$ м для стіни та $\delta_{ут} = 0,2$ м - для перекриття над горищем, екструзійний пінополістирол ТЕХНОКОЛЬ CARBON PROF [22] для керамічної підлоги товщиною $\delta_{ут} = 0,15$ м, базальтова вата для підлог Rockwool Степрок [23] для паркетної підлоги товщиною $\delta_{ут} = 0,15$ м; складено тепловий баланс для теплого, перехідного та холодного періодів, а саме визначено тепло надходження від освітлення (додаток Б), від людей (таблиці В.1-В2, додаток В), через інсоляцію (таблиці 2.4-2.9), визначено вологоннадходження від людей (таблиця В.3), від басейну (таблиця 2.10).

- розраховано повітрообмін за тепло- та вологоннадлишками (додаток Д); складено повітряний баланс (таблиця 2.15)

- складено аксонометричні схеми (аркуші 5-8), виконано аеродинамічні розрахунки загальнообмінних вентиляційних систем (додаток Ж);
- здійснено акустичний розрахунок для загальнообмінної припливної системи спортивного залу (таблиця 2.18);
- підібрано вентиляційні установки Veza та складено перелік вентиляційних установок (таблиця 2.19), схеми яких показані на аркушах 9-10, підібрано спліт-кондиціонери для окремих приміщень;
- прийнято до встановлення сонячні повітропідігрівачі SolarVenti SV30 [33], що зменшують витрати потужності вентиляційного обладнання для приміщення басейну на 8,89 %
- складено удосконалену схему рекупераційної установки з утилізацією вологи з викидного повітря для потреб водопостачання басейну;
- виконано моделювання та оцінку надійності систем вентиляції та кондиціонування спортивно-оздоровчого центру (таблиці 2.21-2.32);
- складено специфікацію обладнання та матеріалів (додаток М).

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

3.1 Аналіз конструктивних особливостей системи прийнятої до монтажу

В розділі розробляється технологія монтажу системи вентиляції та кондиціонування спортивно-оздоровчого центру.

Схема системи вентиляції та кондиціонування: комбінована.

Кількість поверхів 2, висота 1 поверху – 3,3 м, висота поверху для приміщень басейнів - 5,35 м.

Джерела теплозабезпечення: сонячні повітропідігрівачі SolarVenti SV30 [32], які встановлено на стіні з південного боку кількістю $n = 14$ шт. (аркуш 2), вентиляційні припливно-витяжні установки Veza з рекуперацією та рециркуляцією [31].

Система вентиляції та кондиціонування будівлі складається з таких елементів:

1. Повітророзподільчі пристрої припливні, які включають: плафони регульовані багатодифузорні ПРМ [25], ґратки вентиляційні регульовані РВ [25] підлогові ґратки ВР-НР [35].
2. Повітророзподільчі пристрої витяжні, які включають: дифузори Balance-E [33] та Konika-A [33], вентиляційні ґратки ВР-КТ [35].
3. Мережа повітропроводів.
4. Дросельні клапани круглі ДК та прямокутні ДКП.
5. Вентиляційні установки Veza [31].
6. Сонячні повітропідігрівачі SolarVenti SV30 [32].

Передбачається припливно-витяжна система вентиляції з механічним спонуканням. Припливно-витяжні, припливні та витяжні установки розташовані на даху (аркуш 4). Внутрішні мережі виконані повітропроводами з тонколистової оцинкованої сталі класу Н (нормальні). Подача повітря здійснюється через дифузори типу ПРМ, вентиляційні ґратки РВ та підлогові

гратки ВР-НР (аркуші 5-8). Видалення повітря здійснюється через дифузори типу Balance-E та Konika-A, вентиляційні гратки ВР-КТ (аркуші 5-8).

Для налагодження і регулювання системи на кожному відгалуженні встановлені дросель-клапани ДК для круглих та прямокутних повітропроводів ДКП відповідно з розмірами, що відповідають розмірам повітропроводу (аркуші 4-7). З'єднання повітропроводів –фланцеве.

Кріплення горизонтальних повітропроводів до стелі (аркуш 10) передбачається з допомогою тяги та кріпильних хомутиків, на відстані 6 м одне від одного, оскільки розміри повітропроводів не перевищують 2000 мм [36]. Кріплення вертикальних повітропроводів розміщують з частотою 4 м. В приміщеннях басейнів повітропроводи припливних систем вентиляції прокладаються під поверхнею підлоги, звідки здійснюється подача повітря через підлогові решітки ВР-НР (аркуш 2).

До південного боку стіни фасаду Н-А для приміщення басейну прийняті до встановлення сонячні повітропідігрівачі SolarVenti SV30, низ на відмітці +0,4 м від відмітки підлоги (аркуш 10).

Прокладення повітропроводів через стіни і перекриття виконується в гільзах з ущільненням місця проходу мінеральною ватою з подальшим закладенням цементно-піщаним розчином (аркуш 9).

На основі переліку елементів складено відомість основних (таблиця 3.1) та допоміжних матеріалів (таблиця 3.2).

3.2 Отримання об'єкту під монтаж

До початку монтажних робіт на об'єкті повинні бути закінчені такі загальнобудівельні роботи: виконані, заштукатурені і загрунтовані перекриття, стіни і перегородки в місцях прокладання повітропроводів і встановлення вентиляційного обладнання; підготовлені фундаменти та інші опорні конструкції під вентиляційне обладнання; встановлені передбачені проектом закладні деталі й опорні конструкції для прикріплення повітропроводів, герметичних дверей та інших деталей СВ; залишені монтажні отвори і виносні

майданчики для подавання деталей і обладнання до місць монтажу; пробиті або залишені отвори для проходу повітропроводів через будівельні конструкції; збудовані вентиляційні канали (цегляні, шлакобетонні); нанесені на стінах і колонах позначки чистих підлог; засклені вікна і ліхтарі; виконано електроосвітлення місць монтажних робіт і підготована силова електромережа для роботи електрифікованого інструменту; очищені від будівельного сміття місця монтажних робіт [36].

До підготовчих робіт належать приймання, комплектування і складування вентиляційних заготовок, що надходять на об'єкт з заготівельних підприємств. Згідно з ПВР на будмайданчику створюють відкриті або напівзакриті склади для зберігання вентиляційних заготовок, а також закриті складські приміщення для зберігання матеріалів, інструменту, готових виробів (повітророзподільників тощо) [36].

Основна умова успішного виконання монтажно-складальних робіт - зв'язок їх із загальнобудівельними та іншими суміжними роботами. Враховуються місцеві особливості, а також ряд загальних правил: монтаж припливних венткамер (ПК) повинен передувати іншим роботам; одночасно з монтажем ПК проводяться електромонтажні роботи і монтаж теплопроводів для забезпечення припливних установок теплом і електроенергією; повітропроводи місцевих припливних систем вентиляції монтують після встановлення відповідного технологічного обладнання з місцевими відсмоками; переходи повітропроводів через покрівлі виконуються до або одночасно з влантуванням їх тепло- і гідроізоляції; вентиляційні канали монтують перед монтажем прилеглих до них металевих повітропроводів; закладні деталі для кріплення повітропроводів необхідно встановлювати, як правило, одночасно з монтажем будівельних конструкцій і до початку малярних робіт [36].

3.3 Визначення кількісних показників основних матеріалів, виробів та витратних матеріалів, будівельних машин і механізмів та енергетичних ресурсів.

3.3.1 Розрахунок та комплектування основних та допоміжних матеріалів та виробів, складання відомостей

Для ефективного монтажу систем вентиляції та кондиціонування робітників потрібно забезпечити їх необхідними матеріалами, які наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Відомість потреби в основних матеріалах систем вентиляції та кондиціонування

№ п.п.	Найменування матеріалу	Тип, марка	Од. вим-ня	Кількість	Маса од., кг	Загальна маса, кг	
1	2	3	4	5	6	7	
1	Повітропроводи з оцинкованої сталі класу Н (нормальні) круглого перерізу [37]:	Vent	м				
	-//- Ø100 мм				121,44	1,24	150,59
	-//- Ø100 мм			м	47,20	1,55	73,15
	-//- Ø125 мм			м	20,43	1,98	40,46
	-//- Ø160 мм			м	54,66	2,48	135,55
	-//- Ø200 мм			м	200,12	3,71	742,45
	-//- Ø250 мм			м	71,29	5,46	389,27
	-//- Ø315 мм			м	54,34	6,15	334,22
	-//- Ø355 мм			м	68,61	6,93	475,49
	-//- Ø400 мм			м	44,46	7,80	346,80
	-//- Ø450 мм			м	51,68	12,38	639,76
	-//- Ø500 мм			м	38,91	13,86	539,25
	-//- Ø560 мм			м	19,83	15,60	309,32
	-//- Ø630 мм			м	5,00	17,58	87,90
	-//- Ø710 мм			м	6,75	19,80	133,58
	-//- Ø800 мм			м	32,89	22,28	732,89
	-//- Ø900 мм			м	9,97	24,76	246,86
	-//- Ø1000 мм	м	121,44	1,24	150,59		
2	Повітропроводи з оцинкованої сталі класу Н (нормальні) прямокутного перерізу [37]:	Vent	м				
	100x150 мм			23,51	2,7	63,48	
	150x150 мм			м	2,09	3,18	6,65
	150x250 мм			м	12,17	4,14	50,36
	250x250 мм			м	3,98	5,11	20,31
	250x300 мм			м	10,76	7,32	78,78
	250x400 мм	м	8,75	8,6	75,21		

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7
	250x500 мм	Vent	м	12,99	9,88	128,34
	400x400 мм		м	27,94	10,52	293,88
	400x500 мм		м	14,07	11,8	165,97
	500x500 мм		м	3,75	11,03	41,36
	500x600 мм		м	2,95	12,14	35,75
	600x600 мм		м	6,70	13,24	88,64
	600x800 мм		м	10,45	15,44	161,27
	800x800 мм		м	28,08	17,65	495,61
3	Дифузори [33]:	Balance	шт.	20	0,1	2
	Balance-E-100		шт.	14	0,3	4,2
	Balance-E-125		шт.	1	1,8	1,8
	Balance-E-160		шт.	1	1,5	1,5
	Konika-A-200	Konika	шт.	7	0,65	4,55
	Konika-A-250		шт.	2	0,85	1,7
	Konika-A-315		шт.	38	1,4	53,2
	Konika-A-400		шт.	8	2	16
	Плафон регульований багатодифузорний 5.904.39 круглого перерізу [25]	ПРМ	шт.	18	1,3	23,4
	ПРМ1-250		шт.	2	1,9	3,8
	ПРМ2-315		шт.	2	2,7	5,4
	ПРМ3-400		шт.	19	4,1	77,9
4	Гратки вентиляційні регульовані 5.904.50 [25]:	РВ	шт.	2	1,1	2,2
	РВ-1 150x150		шт.	2	2,1	4,2
	РВ-2 250x250		шт.	15	2,9	43,5
	Підлогові решітки [35]	СЕЗОН	шт.	8	10,27	82,16
	ВР-НР 2500x350		шт.	6	11,61	69,66
	ВР-НР 2500x400					
5	Гратки витяжні ВР-КТ 100x100		шт.	2	0,15	0,3
	150x100		шт.	2	0,19	0,38
	400x250		шт.	6	0,72	4,32
	500x150		шт.	4	0,6	2,4
	700x200		шт.	4	1,03	4,12
6	Дросель клапани [38]:	Vent	шт.	20	1,08	21,6
	-круглого перерізу		шт.	1	1,37	1,37
	ДК100		шт.	3	1,72	5,16
	ДК125		шт.	4	2,43	9,72
	ДК160		шт.	39	4,36	170,04
	ДК200		шт.	6	5,55	33,3
	ДК250		шт.	6	8,1	48,6
	ДК315		шт.	4	9,19	36,76
	ДК355		шт.	4	10,4	41,6
	ДК400		шт.	4	10,4	41,6
	ДК450		шт.	1	13,22	13,22
	ДК560					

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7
7	Дросель клапани [38]: -прямокутного перерізу ДКП72х122		шт.	2	1,4	2,8
	ДКП250х300		шт.	1	5,6	5,6
8	Вентиляційні установки Veza [31] Припливна КЦКП-5-У3	Veza	шт.	1	404	404
	Витяжна КЦКП-5-У3		шт.	1	282	282
	Припливна КЦКП-5-У3		шт.	1	400	400
	Витяжна КЦКП-5-У3		шт.	1	278	278
	В/П КЦКП-6,3-У3/КЦКП-6,3-У3		шт.	1	914	914
	В/П КЦКП-5-У3/КЦКП-5-У3		шт.	1	760	760
	В/П КЦКП-3,15-У3/КЦКП-3,15-У3		шт.	1	280	280
	В/П КЦКП-6,3-У3/КЦКП-6,3-У3		шт.	1	797	797
	В/П КЦКП-5-У3/КЦКП-5-У3		шт.	1	334	334
	Припливна КЦКП-5-У3		шт.	1	320	320
	Витяжна КЦКП-5-У3		шт.	1	194	194
	В/П КЦКП-10-У3/КЦКП-10-У3		шт.	1	539	539
	Airmate-1200-У3		шт.	2	53	106
9	Кондиціонер P24SP . NSK [39]		LG	шт.	2	54,30
10	Кондиціонер FGR 20/BNa-M [40]	Cooper & Hunter	шт.	1	213,00	213
11	Кондиціонер GWHD(18) NK3KO [41]	Gree	шт.	1	55,00	55
12	Сонячні колектори SolarVentiSV30 [32]	Solar Venti	шт.	14	29,10	407,4

Таблиця 3.2 - Відомість потреби в допоміжних матеріалах [42]

№ п.п	Шифр ресурсу	Матеріали, деталі і напівфабрикати	Од. ви-міру	Кількість	Маса (загальна), кг
1	2	3	4	5	6
1	111-1848	Болти будівельні з гайками та шайбами	т	0,3287	329
2	130-0966	Фланці плоскі приварні зі сталі ВСт3сп2, ВСт3сп3, тиск 1,0 МПа [10 кгс/см ²], діаметр 50 мм	шт	114	118,56
3	130-0969	Фланці плоскі приварні зі сталі ВСт3сп2, ВСт3сп3, тиск 1,0 МПа [10 кгс/см ²], діаметр 100 мм	шт	64	136,96
4	130-0965	Фланці плоскі приварні зі сталі ВСт3сп2, ВСт3сп3. давление 1,0 МПа [10 кгс/см ²], діаметр 40 мм	шт	30	51,30
5	130-0963	Фланці плоскі приварні зі сталі ВСт3сп2, ВСт3сп3, тиск 1,0 МПа [10 кгс/см ²], діаметр 25 мм	шт	14	7,70
6	111-0311	Каболка	т	0,0006	0,60
7	111-0306	Вироби гумові технічні морозостійкі	кг	105,74	105,74
8	111-1846	Болты анкерні	т	0,126	126,00
9	111-0628	Оліфа комбінована К-3	т	0,0006	0,60

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6
10	111-0388	Фарба земляна густотерта масляна мумія, сурик залізний, МА-015	т	0,001196	1,20
11	111-1504	Електроди, діаметр 2 мм, марка Е42	т	0,0312	31,22
12	111-1519	Електроди, діаметр 4 мм, марка Е55	т	0,00539	5,39
13	111-1521	Електроди, діаметр 5 мм, марка Е42	т	0,0051	5,10
14	1425-11683	Розчин готовий кладочний важкий цементний, марка М100	м ³	0,1308	196,20
15	1541-0067-2	Прокладки з пароніту, марка ПМБ, товщина 2 мм, діаметр 100 мм	1000 шт	0,015	0,06
16	111-0319	Картон будівельний прокладочний строительный, марка Б	т	0,00114	1,14
17	111-1151	Прокат для армування з/б конструкцій круглий та періодичного профілю, клас А-1, діаметр 12 мм	т	0,01419	14,19
18	111-0605	Мастика герметизуюча, яка не твердне "Гелан"	т	0,0505	50,47
19	111-0850	Гума листовая вулканізована кольорова	кг	14,76	14,76
20		Трійники круглих повітропроводів [37]	шт.	93	274,71
21		Трійники прямокутних повітропроводів	шт.	2	9,88
22		Коліна круглих повітропроводів	шт.	256	1117,59
23		Коліна прямокутних повітропроводів	шт.	18	141,94
24		Переходи круглих повітропроводів	шт.	102	213,12
25		Переходи прямокутних повітропроводів	шт.	25	64,15
26		Переходи з круглого на прямокутний перерізи	шт.	10	32,75
27	106040	Клапан подачі повітря DN125 мм [32]	шт.	14	0
28	106062	Вентилятор Ø125 мм, 3,4 Вт	шт.	14	11,2
29	106314-125	Фільтруючий елемент (фольга для зупинки вологи)	шт.	14	16,8
30	106036-S	Ізоляція (3 шари алюмінію, 1 шар поліестеру)	шт.	14	1,4
31	106320	Вставка для настінного кріплення для труб, L = 400 мм, D = 125 мм	шт.	14	7
32	106318-125	Елементи звукоізоляції типу Inno	шт.	14	2,8
33	106319-125	Шумоглушник TSD, 1000 мм	шт.	14	11,2
34	106310-1251	ПВХ клей рулон стрічки	шт.	14	135,8
35	106310-1251	Алюмінієва труба 1 м	шт.	14	0
36		Установча втулка	шт.	14	1,4
37		Перемикач	шт.	14	0
38		Вологі фольги з нержавіючої сталі	шт.	14	2,8
39	106325-125	Затискач для шлангів з нержавіючої сталі, DN125 мм	шт.	14	1,4
40	106037-125	З'єднувач DN125, мм з ущільнювачем	шт.	14	4,2
41	106036	Повітряний шланг, пакувальний блок 10 м	шт.	14	0,7
42	106210-S2	Датчик температури колектора РТ1000	шт.	14	22,4
43	106212	Датчик температури кімнатної РТ1000	шт.	14	0,56
44	106214	Комбінований датчик вологості	шт.	14	0,42

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6
45	106216-01	Подовжувальний кабель RJ10	шт.	14	0,56
46	106218	Блок живлення 12 В, 2А (24Вт)	шт.	14	1,4
47	106219	Інтерфейс SControl, кабель USB / RJ10	шт.	14	1,68
48	106033	Кімнатний термостат	шт.	14	2,8
49		1 монтажний каркас для кріплення стіни	шт.	14	28

Для монтажу систем вентиляції застосовують різного роду обладнання.

До вимірювальних, розмічувальних і контрольних інструментів належать лінійки, метри, рулетки, повірювальні кутники, транспортири і кутоміри, розмічувальні й рейкові циркулі, кронциркулі, виски, рівні та щупи [36].

До інструментів для різання металу належать ручні і електричні ножиці, ножівкові рамки [36].

Для складально-монтажних операцій застосовують оправи, гайкові ключі, електрогайковерти, плоскогубці, викрутки, пробойці, тиски, струбцини, кліщі тощо [36].

Загальна маса усіх допоміжних матеріалів для монтажу систем вентиляції та кондиціонування становить 1661 кг. Сумарна вага інструментів, обладнання та механізмів, основних та допоміжних матеріалів дорівнює 18490 кг.

3.3.2 Перелік та об'єми робіт

1. Доставка деталей на робочий майданчик. Одиниці вимірювання – 1т.
Загальна вага усіх деталей 18490 кг (18,49 т). Приймаємо об'єм $V=18,49$.
2. Встановлення сонячних колекторів. Одиниця виміру – 100 кВт. $V=0,2$.
3. Прокладання круглих повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,5 мм діаметром до Ø200 мм. Одиниця вимірювання – 100 м². $V=1,01$
4. Прокладання круглих повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,6 мм діаметром Ø250 мм. Одиниця вимірювання – 100 м². $V=1,57$

5. Прокладання круглих повітропроводів для вентиляції з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,6 мм діаметром до Ø355 мм. Одиниця вимірювання – 100 м². V=1,23
6. Прокладання круглих повітропроводів для вентиляції з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,6 мм діаметром Ø450 мм. Одиниця вимірювання – 100 м². V=1,49.
7. Прокладання круглих повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм діаметром до Ø560 мм. Одиниця вимірювання – 100 м². V=1,5.
8. Прокладання круглих повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм діаметром до Ø800 мм. Одиниця вимірювання – 100 м². V=0,67.
9. Прокладання круглих повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 1,0 мм діаметрами Ø900 та Ø1000 мм. Одиниця вимірювання – 100 м². V=1,24.
10. Прокладання прямокутних повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,5 мм периметром до 600 мм. Одиниця вимірювання – 100 м². V=0,13.
11. Прокладання прямокутних повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,6 мм периметром до 1000 мм. Одиниця вимірювання – 100 м². V=0,14.
12. Прокладання прямокутних повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,6 мм периметром до 1600 мм. Одиниця вимірювання – 100 м². V=0,87.
13. Прокладання прямокутних повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм периметром до 2400 мм. Одиниця вимірювання – 100 м². V=0,55.
14. Прокладання прямокутних повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм периметром до 3200 мм. Одиниця вимірювання – 100 м². V=1,19.

15. Встановлення повітророзподільників. Одиниця вимірювання – 1 повітророзподільник. $V=133$.
16. Встановлення вентиляційних решіток. Одиниця вимірювання – 1 решітка. $V=51$.
17. Встановлення кронштейнів під вентиляційне обладнання. Одиниця вимірювання – 100 кг виробу. $V=62$.
18. Встановлення вентиляційного обладнання. Одиниця вимірювання – 1 шт.. $V=15$.
19. Аеродинамічне випробування. Одиниця вимірювання – 1 система. $V=22$.
20. Вивезення деталей, обладнання та сміття з місця монтажу. Одиниця вимірювання – 1 т. $V=0,7$.

3.3.4 Вибір і обґрунтування методів виконання робіт, типів машин, механізмів, пристосувань і конструкцій

Труби, деталі та конструкції завозяться автомобілем КАМАЗ-6520 [43] з самосвальним причепом «СЗАП-80053/11» [44]. Технічні характеристики автомобіля та самосвального причепа відповідно наведено в таблицях 3.3-3.4.

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики самосвального причепа «СЗАП-83053/11»

Найменування величини	Одиниця виміру	Значення
Вантажопідйомність	кг	20000
Розміри вантажної платформи, мм:		
довжина	мм	8400
ширина	мм	2600
висота	мм	1900

Таблиця 3.4 – Технічні характеристики автомобіля «КАМАЗ-6520-3072-53»

Найменування величини	Одиниця виміру	Значення
Вантажопідйомність	кг	22825
Найбільша швидкість	км/год	90
Витрата палива при швидкості 60 км/год	л/100 км	46
Довжина монтажної рами	мм	7680

Для свердлування та пробивання отворів використовуємо ручний перфоратор «Metabo KHE 2444» [45], технічні характеристики якого наведено у таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Перелік технічних характеристик ручного перфоратора Metabo KHE 2444

Найменування величини	Одиниця виміру	Значення
Діаметр свердлення	мм	24
Число ударів	уд/хв	5400
Число обертів	об/хв	880
Споживана потужність	Вт	800
Маса	кг	2,4

Для монтажу повітропроводів в приміщеннях басейнів використовуємо автогідропідіймач DASAN DS340 [46]. Технічні характеристики автогідропідіймача наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Перелік технічних характеристик автогідропідіймача DASAN DS340

Найменування величини	Одиниця виміру	Значення
Робоча висота	м	34
Висота до рівня підлоги	м	32
Вантажопідйомність	кг	400
Горизонтальний виліт	м	21

Інструмент для збірки систем вентиляції – шуруповерт Forte DS 450 VR [47], технічні характеристики якого наведено у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Перелік технічних характеристик шуруповерту Forte DS 450 VR

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Діаметр патрону	мм	8
Швидкість обертання	об/хв	700
Споживча потужність	кВт	0,45
Маса	кг	1,4

Під час випробовування системи вентиляції використовуємо компресор

поршневий Кентавр КП-5025В. [48], технічні характеристики якого наведено у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 - Технічні характеристики поршневого компресора Кентавр КП-5025В

Найменування	Одиниця виміру	Значення
Номінальна напруга	В	220
Номінальна частота	Гц	50
Номінальна потужність	Вт	1900
Кількість обертів	об/хв	2800
Об'єм ресивера	л	50
Продуктивність	л/хв	216
Максимальний тиск	бар	8
Вага	кг	25,8

3.4 Розрахунок трудомісткості виконуваних робіт, підбір робітників, розроблення календарного плану та графіків виконуваних заготівельних і будівельно-монтажних робіт, розрахунок ТЕП.

3.4.1 Визначення трудомісткості монтажних робіт

Таблиця 3.9 – Трудомісткість і тривалість виконання монтажних робіт систем вентиляції та кондиціонування[42]

№ п.п.	Найменування робіт	Од. виміру	Об'єм робіт	Норма часу, люд/год	Трудомістк., люд/год	Виконавці		Трив. дні
						7	8	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Доставлення деталей на робочий майданчик	1 т	18,49	2,1	38,83	1 р. 3 р. -1	Водій Монтажник	2,5
2	Встановлення сонячних колекторів SolarVentiSV30	100 кВт	0,2	202,68	83,87	5 р.-1 4 р. -1 3 р. -1	Монтажники	1,5
3	Прокладання круглих повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н[нормальні] товщиною 0,5 мм діаметром до Ø200 мм	100 м ²	1,01	261,6	264,78	5 р.-1 4 р. -1 3 р. -1 2 р. -1	Монтажники	8

Продовження таблиці 3.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
4	Прокладання круглих повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,6 мм діаметром до Ø250 мм	100 м ²	1,57	261,8	411,27	5 р.-1 4 р. -1 3 р. -1 2 р. -1	Мон- тажники	6,5
5	Прокладання круглих повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,6 мм діаметром до Ø355 мм	100 м ²	1,23	239,7	295,46	5 р.-1 4 р. -1 3 р. -1 2 р. -1	Мон- тажники	9
6	Прокладання круглих повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,6 мм діаметром до Ø450 мм	100 м ²	1,49	207,4	309,32	5 р.-1 4 р. -1 3 р. -1 2 р. -1	Мон- тажники	10
7	Прокладання круглих повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм діаметром до Ø560 мм	100 м ²	1,50	207,4	310,29	5 р.-1 4 р. -1 3 р. -1 2 р. -1	Мон- тажники	10
8	Прокладання круглих повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм діаметром до Ø800 мм	100 м ²	0,67	156,06	105,10	5 р.-1 4 р. -1 3 р. -1 2 р. -1	Мон- тажники	3
9	Прокладання круглих повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 1,0 мм діаметром Ø900 мм та Ø1000	100 м ²	1,24	126,14	156,92	5 р.-1 4 р. -1 3 р. -1 2 р. -1	Мон- тажники	5
10	Прокладання прямокутних повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н[нормальні] товщиною 0,5 мм периметром до 600 мм	100 м ²	0,13	261,8	34,06	5 р.-1 4 р. -1 3 р. -1 2 р. -1	Мон- тажники	1
11	Прокладання прямокутних повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н[нормальні] товщиною 0,6 мм периметром до 1000 мм	100 м ²	0,14	239,7	32,86	5 р.-1 4 р. -1 3 р. -1 2 р. -1	Мон- тажники	1

Продовження таблиці 3.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	Прокладання прямокутних повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н[нормальні] товщиною 0,6 мм периметром до 1600 мм	100 м ²	0,87	207,4	181,24	5 р.-1 4 р. -1 3 р. -1 2 р. -1	Монтажники	3
13	Прокладання прямокутних повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н[нормальні] товщиною 0,7 мм периметром до 2400 мм	100 м ²	0,55	156,06	86,40	5 р.-1 4 р. -1 3 р. -1 2 р. -1	Монтажники	3
14	Прокладання прямокутних повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н[нормальні] товщиною 0,7 мм периметром до 3200 мм	100 м ²	1,19	126,14	150,24	5 р.-1 4 р. -1 3 р. -1 2 р. -1	Монтажники	5
15	Встановлення повітророзподільників	1 шт.	41	2,07	84,87	5 р.-1 3 р. -1 2 р. -1	Монтажники	6
16	Встановлення вентиляційних ґраток	1 шт.	51	1,82	92,82	4 р. -1 3 р. -2	Монтажники	4
17	Встановлення кронштейнів під вентобладнання	100 кг	61,47	8,53	524,34	4 р. -1 3 р. -2	Монтажники	11
18	Встановлення вентиляційного обладнання	шт.	15	14,87	223,05	4 р. -1 3 р. -2	Монтажники	5
19	Аеродинамічне випробування	1 сист.	22	14,87	327,14	4 р. -2 5 р. -1	Монтажники	7
20	Вивезення деталей, обладнання і сміття з місця монтажу	1 т	0,7	2,1	1,47	1 р. 3 р. -1	Водій Монтажник	0,5

На основі визначеної трудомісткості та тривалості монтажних робіт, складено календарний план виконання робіт (аркуш 11).

3.4.2 Визначення складу бригад та монтажних інструментів

Склад бригад та середній розряд робітників для виконання монтажних робіт визначається згідно нормативних документів [42] та наведено у таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Склад та кількість бригад

№ п.п.	Найменування робіт	Виконавці		Кільк. бригад
		Кільк.	Склад ланки	
1	2	3	4	5
1	Доставлення деталей на робочий майданчик	1 3 р-1	Монтажник водій	1
2	Встановлення сонячних колекторів	4 р-1 3 р-1	Монтажник	1
3	Прокладання круглих повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,5 мм діаметром до Ø200 мм	5 р-1 4 р-1 3 р-1 2 р-1	Монтажник	1
4	Прокладання круглих повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,6 мм діаметром до Ø250 мм	5 р-1 4 р-1 3 р-1 2 р-1	Монтажник	2
5	Прокладання круглих повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,6 мм діаметром до Ø355 мм	5 р-1 4 р-1 3 р-1 2 р-1	Монтажник	1
6	Прокладання круглих повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,6 мм діаметром до Ø450 мм	5 р-1 4 р-1 3 р-1 2 р-1	Монтажник	1
7	Прокладання круглих повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм діаметром до Ø560 мм	5 р-1 4 р-1 3 р-1 2 р-1	Монтажник	1
8	Прокладання круглих повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм діаметром до Ø800 мм	5 р-1 4 р-1 3 р-1 2 р-1	Монтажник	1
9	Прокладання круглих повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 1,0 мм діаметром Ø900 та Ø1000 мм	5 р-1 4 р-1 3 р-1 2 р-1	Монтажник	1
10	Прокладання прямокутних повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,5 мм периметром до 600 мм	5 р-1 4 р-1 3 р-1 2 р-1	Монтажник	1
11	Прокладання прямокутних повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,6 мм периметром до 1000 мм	5 р-1 4 р-1 3 р-1 2 р-1	Монтажник	1
12	Прокладання прямокутних повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,6 мм периметром до 1600 мм	5 р-1 4 р-1 3 р-1 2 р-1	Монтажник	2
13	Прокладання прямокутних повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм периметром до 2400 мм	5 р-1 4 р-1 3 р-1 2 р-1	Монтажник	2

Продовження таблиці 3.10

1	2	3	4	5
14	Прокладання прямокутних повітропроводів з оцинкованої сталі класу Н [нормальні] товщиною 0,7 мм периметром до 3200 мм	5 р-1 4 р-1 3 р-1 2 р-1	Монтажник	1
15	Встановлення повітророзподільників	5 р-1 3 р-1 2 р-1	Монтажник	2
16	Встановлення вентиляційних ґраток РВ	4 р-1 3 р-2	Монтажник	1
17	Встановлення кронштейнів під вентиляційне обладнання	4 р-1 3 р-2	Монтажник	2
18	Встановлення вентиляційного обладнання	4 р-1 3 р-2	Монтажник	2
19	Аеродинамічне випробування	4 р-1 3 р-2	Монтажник	2
20	Вивезення деталей, обладнання і сміття з місця монтажу	1 3 р- 1	Монтажник водій	1

3.4.3 Розрахунок витрат електроенергії на монтаж

Витрати електроенергії на роботи електроприладів визначаються за формулою [49]:

$$E = P \cdot \tau \cdot k, \quad (3.1)$$

де P – потужність приладу чи механізму, кВт;

τ – термін роботи приладу, год;

k – коефіцієнт, що враховує періодичність дії електричного обладнання [61].

Результати розрахунку витрат електроенергії наведено в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 - Результати розрахунку витрат електроенергії

Найменування електроприладу	Потужність приладу чи механізму, Р, кВт	Термін роботи приладу, год	Коефіцієнт, періодичності дії електричного обладнання, k	Витрати електроенергії на роботи електроприладів, E, кВт
Ручний перфоратор Metabo KHE 2444	1,3	252	0,4	131,04
Шуруповерт Forte DS 450 VR	0,45	252	0,8	90,72
Поршневий компресор Forte DS 450 VR	1,9	56	0,8	85,12
Сумарні витрати електроенергії, $\sum E$, кВт				306,9

Витрата пального для доставки матеріалів та виробів: відстань 15 км, кількість ходок $n = 2$, витрата пального $Q = 46$ л/100км (таблиця 3.4).

Необхідна кількість пального для доставки визначається за формулою [36]:

$$Q = Q \cdot 2 \cdot n \cdot l = 0,46 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 15 = 27,6 \text{ (л)}. \quad (3.2)$$

3.4.4 Монтажне регулювання і здача системи в експлуатацію

Після закінчення монтажних робіт, під'єднання ліній електротеплохолодоживлення проводять обкатування обладнання і випробування систем. Установки вентиляції і кондиціонування повітря (до їх випробування) електричного опору ізоляції електродвигунів, перевірки змащення підшипників двигунів, клапанів, редукторів тощо [36].

Обкатування починають з короткочасного увімкнення вентилятора для визначення напрямку обертання робочого колеса. До вентилятора повинні бути приєднані повітропроводи, температура підшипників вентилятора і двигуна не повинна перевищувати 85°C . Обкатування проходить в присутності замовника і генпідрядника та оформлюється актом [36].

Потім проводять передпускові випробування вентиляційних систем. Вентиляційні установки, що зв'язані з технологічним обладнанням (місцеві відсмоки), випробовують після монтажу технологічного обладнання (робота обладнання необов'язкова). До початку випробувань перевіряють: відповідність встановленого обладнання проектним даним; якість збирання повітропроводів і з'єднання їх з обладнанням; закінченість будівельних робіт у венткамерах; експлуатаційну готовність обладнання [36].

Під час випробувань перевіряють: продуктивність вентиляційного агрегату і її відповідність проектним даним; продуктивність повітророзподільних і повітровсмоктувальних пристроїв по окремих приміщеннях і їх відповідність проектним даним; опір протікання повітря в калориферах, пиловловлювачах, фільтрах, зрошувальних камерах, місцевих всмоктах; швидкість витікання повітря з припливних отворів; негерметичність повітропроводів та інших

елементів систем; рівномірність прогрівання калориферів; рівномірність розпилювання води в зрошувальних камерах [36].

Передпускові випробування систем природної вентиляції в житлових і громадських будинках обмежують перевіркою фактичних перрізів повітропроводів і наявністю тяги в повітровсмоктувальних отворах. Тягу перевіряють крильчастим анемометром, задимленням або за відхиленням тонких паперових стрічок [36].

Допустимі відхилення за продуктивністю відносно проектних, що виявлені під час випробувань, не повинні перевищувати $\pm 10\%$ [36].

Ступінь нещільності повітропроводів та інших елементів вентиляційних систем встановлюється за сумарним значенням підсмоктувань і витікань повітря, що можна визначити як різницю між об'ємами повітря, заміряними біля повітророзподільних або повітровсмоктувальних пристроїв, об'ємом повітря, що протікає через основний повітропровід поруч з вентилятором. Максимальні підсмоктування або витікання в повітропроводах та інших елементах системи не повинні перевищувати значень, що наведені в табл.15.5[36].

У випробування вентиляційних систем входить також перевірка на герметичність ділянок повітропроводів, що приховані в будівельних конструкціях. За результатами перевірки складають відповідний акт [36].

Існують два види регулювання вентиляційних систем: індивідуальне на проектну продуктивність (виконується з монтажною організацією) і комплексне (здійснюється з повним технологічним завантаженням спеціалізованими організаціями за прямим договором із замовником) [36].

Витрата повітря по вентиляційній мережі може змінюватись за допомогою дросельовальних пристроїв (дросель-клапани, шибери) або односторонніх діафрагм, що встановлюються між фланцями. [36].

Після обкатування, передпускових випробувань і регулювання на кожен вентиляційну систему складають паспорт, де вказуються результати передпускових випробувань і регулювання системи, а також основні дані вентиляційного обладнання [36].

3.4.5 Розрахунок техніко-економічних показників календарного плану

Після побудови календарного графіка (аркуш 11) необхідно виконати розрахунок техніко-економічних показників [49].

1. Загальний строк будівництва:

$$T_{\text{заг.}} = 60,5 \text{ (днів).}$$

2. Загальна трудомісткість:

$$Q_{\text{заг.}} = 482,7 \text{ (люд·дні).}$$

3. Середня чисельність робочих [60]:

$$R_{\text{сер.}} = Q_{\text{заг.}} / T_{\text{заг.}} = 482,7 / 60,5 = 8 \text{ (робітників)}. \quad (3.3)$$

4. Максимальна чисельність робітників:

$$R_{\text{max.}} = 12 \text{ (робітників).}$$

5. Надлишкова трудомісткість:

$$Q_{\text{надл.}} = 23 \text{ (люд·дні).}$$

6. Коефіцієнт, що характеризує використання робітників протягом будівництва [60]:

$$\alpha_1 = R_{\text{сер.}} / R_{\text{max.}} = 8 / 12 = 0,67 \quad (3.4)$$

7. Коефіцієнт нерівномірності графіку руху робітників по працевтратам [49]:

$$\alpha_2 = Q_{\text{надл.}} / Q_{\text{заг.}} = 23 / 482,7 = 0,05 \quad (3.5)$$

8. Коефіцієнт, який характеризує використання часу робочих протягом будівництва [49]:

$$\alpha_3 = T_{\text{уст.}} / T_{\text{заг.}} = 18,5 / 61 = 0,3 \quad (3.6)$$

9. Коефіцієнт, що характеризує рівень механізації монтажних робіт [49]:

$$n = (Q_{\text{мех.}} / Q_{\text{заг.}}) \cdot 100\% = (412 / 482,7) \cdot 100\% = 85\%. \quad (3.7)$$

Висновок до розділу

Виконано забезпечення реалізації проектних рішень, для системи створення мікроклімату споривно-оздоровчого центру в місті Красилів. Підібрано автогідропідіймач DONGYANG SS 1400» [46] для монтажу повітропроводів в приміщеннях басейнів, бортовий вантажний автомобіль КАМАЗ-6520 [43] з самосвальним причепом «СЗАП-80053/11» для доставлення основного та

допоміжного обладнання, для аеродинамічного випробування: компресор «Кентавр КП-5025В» [48], а також для пробивання отворів: перфоратор «Metabo KHE 2444» [45], для збірки систем вентиляції – шуруповерт Forte DS 450 VR [47]. За результатами визначення трудомісткості побудовані: календарний графік монтажу систем вентиляції та кондиціонування, графік руху робітників, графік руху машин та механізмів (аркуш 11). Тривалість виконання робіт $T = 60,5$ днів. Також визначено техніко-економічні показники та сумарні витрати електроенергії $\sum E = 306,88$ кВт · год.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному підрозділі розглядається питання охорони праці монтажу систем вентиляції та кондиціонування спортивно-оздоровчого центру. Будь-який роботодавець зацікавлений у відсутності травматизму та хвороб у робітників, адже стан здоров'я впливає на ефективність виконання монтажних робіт, тому розгляд цього питання є надзвичайно важливим.

При виконанні монтажних робіт систем вентиляції та кондиціонування, мають вплив такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

фізичні:

- машини і механізми, що рухаються, рухомі частини виробничого обладнання; рухомі вироби, заготовки, матеріали;
- підвищена запиленість повітря робочої зони;
- коливання температури повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації;
- високий рівень напруги в електричному ланцюгу, замикання якого може пройти через тіло людини;
- недостатня освітленість робочої зони;
- гострі краї, задирки, шорсткість на поверхнях заготовок, інструменту та обладнання;

психофізіологічні:

- фізичні перевантаження (динамічні);
- нервово-психічні перевантаження (монотонність праці).

4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

До приміщень в яких проходять монтажні роботи належить приміщення громадського басейну для дорослих №31 (аркуш 2) двоповерхового спортивно-

оздоровчого центру. Площа приміщення - 416,4 м², висота 5,05 м. У приміщенні 4 вікна розмірами 4,8x1,8 м.

Організацією робочого місця називають комплекс заходів щодо його спеціалізації, оснащення потрібними засобами і предметами праці, їхнього розміщення на робочому місці, його зовнішнього оформлення і створення належних умов праці.

Комплексне оснащення робочого місця є важливою передумовою ефективної організації процесу праці. Однак не менш важливим є раціональне просторове розміщення засобів оснащення на робочому місці так, щоб забезпечити зручність їх обслуговування, вільний доступ до механізмів, економію рухів і пересувань працівника, гарний огляд робочої зони, безпеку праці.

При реалізації запропонованих проектних рішень передбачено застосування підйомників для монтажу повітропроводів та вентиляційного обладнання в приміщенні басейну (аркуш 1-2).

Площа підлоги робочої платформи для двох і більше працівників має бути не менше 0,5 м² на працівника; ширина входу на робочу платформу – не менше 500 мм. Розмір підлоги робочої платформи має бути не менше 600x600 мм, діаметр підлоги круглої робочої платформи – не менше 700 мм [54].

Має бути передбачений захист прорізу для входу на робочу платформу знімною огорожею або дверима та унеможливлене самовільне їх відчинення. Підлога робочої платформи, настил опорної рами та поворотної платформи, а також сходи та підніжки, призначені для доступу працівників на опорну раму та поворотну платформу, мають бути не слизькими [54].

Робочі платформи підйомників огорожуються огорожею висотою не менше 1000 мм, проміжною пов'яззю на висоті 500 мм та суцільним захиттям понизу на висоту не менше 100 мм [54].

Піднімання робочої платформи (колиски) до місця робіт проводиться тільки після того, як працівники піднімуться в робочу платформу (колиску) і закріпляться карабінами стропів запобіжних поясів за передбачені для цього місця на робочій платформі (колисці) [54].

Під час проведення робіт з підйомника між працівниками, які виконують роботи з робочої платформи, і машиністом має підтримуватися безперервно зв'язок: у разі підймання робочої платформи до 10 м – голосом, більше 10 м – знаковою сигналізацією, більше 22 м – двостороннім радіо або телефонним зв'язком [54].

4.1.2 Електробезпека

Приміщення по умовам небезпеки електротравматизму відносяться до категорії приміщень з підвищеною небезпекою так як є ймовірність підвищення температури повітря до 28⁰ С і є можливість одночасного контакту працюючих з корпусом електрообладнання та з металоконструкціями, що мають контакт із землею [57].

Захисний захід від ураження електричним струмом, який призначений для забезпечення виконання основного правила повинен являти собою [57]:

- комбінацію одного із запобіжних заходів основного захисту, та незалежних від нього запобіжних заходів захисту в режимах одиничного пошкодження (захисту від замикання);
- підсилений захисний захід, який поєднує в собі запобіжний захід основного захисту і запобіжний захід захисту в режимах одиничного пошкодження (захисту від замикання).

Тип електричної мережі, від якої живиться обладнання будівлі підприємства – трифазна, чотирипровідна електрична мережа напругою 380 x 220 В (фазна напруга -220 В, а між фазна лінійна – 380 В) з глухозаземленою нейтраллю [57].

Оскільки вся мережа трифазна, чотирипровідна з глухозаземленою нейтраллю, то для усунення небезпеки ураження людини струмом у випадку її дотику до неструмоведучих металевих частин електроустановок, які знаходяться під напругою, проектом передбачене використання занулення металевих корпусів електроустаткування, каркасів, щитів та шаф. В якості занулених проводів використовуються резервні жили кабелів та вільні жили проводів. При зануленні пробій на корпус призводить до короткого замикання фази (контур “нульовий провідник – фаза – фазний провідник – корпус споживача – нульовий

провідник”). Спрацьовує захист від короткого замикання (автомат зі струмовим захистом), і ушкоджений провідник відключається від мережі [57].

Занулення слід виконувати електричним з'єднанням металевих частин електроустановок з заземленою точкою джерела живлення електроенергією за допомогою захисного провідника [68].

4.2 Технічні рішення з гігієни праці виробничої санітарії

Персонал, який обслуговує виконує монтажні роботи, працює в умовах можливої дії ряду небезпечних та шкідливих для здоров'я факторів, обумовлених станом приміщень та характером виробництва. Тому для збереження здоров'я та працездатності людей при проектуванні та будівництві підприємстві необхідно врахувати вимоги санітарних норм проектування промислових підприємств СП 2.2.1.1312-0.

4.2.1 Мікроклімат

За санітарними нормами [51] визначаються умови мікроклімату в межах робочої зони виробничих приміщень підприємств, закладів, установ тощо, незалежно від їх форми власності та підпорядкування.

Роботи по влаштуванню системи вентиляції та кондиціонування відносяться до важких ІІІ, оскільки маса окремих деталей та конструкцій перевищує 10 кг [51].

Оптимальні та допустимі параметри мікроклімату для умов, які розглядаються у роботі наведено в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 – Параметри мікроклімату виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт по важкості	Температура °С	Відносна вологість %	Швидкість повітря м/с
		Допустима	Допустима	Допустима
Холодний	ІІІ	13-19	75	не більше 0,5
Теплий	ІІІ	15-26	75 при 24° і менше	0,5-0,6

Інтенсивність теплового випромінювання на працюючих визначається нагрітими поверхнями технологічного обладнання, освітлювальними пристроями. Тепловиділення на постійних і непостійних робочих місцях не повинні перевищувати 36 Вт/м^2 при опроміненні більше 25% поверхні тіла [51].

Для забезпечення нормативних параметрів мікроклімату передбачено:

1. забезпечення допустимих метеорологічних умов праці в приміщенні здійснюється за допомогою системи кондиціонування;
2. систематичне (раз за зміну) вологе прибирання.

4.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується гранично-допустимими концентраціями (ГДК) в мг/м^3 . В умовах, що розглядаються в проекті, можливими забруднювачами повітря можуть бути: вуглекислий газ, який накопичується при перебуванні працюючих протягом робочого дня, а також пил, який виділяється при пробиванні отворів в бетонних конструкціях та цегляних стінах. ГДК шкідливих речовин наведено в таблиці 3.13.

Таблиця 3.13 - Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони [60]

Назва речовини	ГДК, мг/м^3		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил цементний	-	0,02	3

Для забезпечення складу повітря робочої зони відповідно до [60] проектом передбачені такі рішення:

1. забезпечення природної вентиляції для всіх приміщень;
2. додатково встановлення місцевих витяжних систем у відповідних виробничих приміщеннях з наявністю шкідливих виділень;
3. необхідно проводити контроль ГДК речовин у повітрі робочої зони.

4.2.3 Виробниче освітлення

Природне освітлення

Спортивно-оздоровчий центр розміщений у Хмельницькій області, система природного освітлення приміщення - бокова.

КЕО при природному та суміщеному освітленню.

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 характеристика зорової роботи при виконанні - роботи малої точності;

Розряд зорової роботи - V;

Підрозряд зорової роботи - в;

Контраст об'єкту розпізнавання - великий;

Характеристика фону - світлий;

Бокове КЕО, %:

- природне 3;

- суміщене 1,8.

Безпека робіт та продуктивність праці залежить від освітлення робочого місця. Нормування параметрів освітлення здійснюється згідно з [52]. Система освітлення комбінована, нормативне значення освітленості 150 лк [52].

Нормативні значення освітленості наведено в таблиці 3.14.

Таблиця 3.14 – Перелік параметрів нормативного освітлення

Характер зорової роботи	Наймен. розмір об'єкта бачення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Штучне освітлення	
						Освітленість	
						Загал.	Комб.
Малої точності	Більше 1,0 до 5	V	в	Великий, середній	Світлий, середній	150	-

Нормовані значення КЕО для будинків визначаються за формулою [52]:

$$e_n = e_n \cdot m_n, \quad (3.8)$$

де e_n - значення КЕО для будинків;

m_n - коефіцієнт сонячності клімату - 0,85 [52], вікна зорієнтовані на південь.

Для природного: $e_n = 3 \cdot 0,85 = 2,55$,

Для суміщеного: $e_n = 1,8 \cdot 0,85 = 1,53$.

Штучне освітлення

Правильне освітлення робочого місця полегшує виконання робіт, знижує втомленість, підвищує ефективність праці, зменшує небезпеку виробничого травматизму. Норми освітлення представлені в таблиці 3.14.

У виробничих приміщеннях, особливо в зимовий період, коли світловий день досить короткий, природнього освітлення недостатньо, тому використовуємо штучне освітлення (таблиця 3.15).

Таблиця 3.15 – Характеристики вибраного освітлювального пристрою

Тип світильника	Люмінесцентна лампа
Світло розподілення	Симетричне
Потужність лампи, Вт	До 200
ККД	0,55
Найменша висота підвіски	Будь-яка
Рекомендації по використанню світильників	Для комбінованого освітлення робочої зони

4.2.4 Виробничий шум

Відповідно до [56] нормуються допустимі рівні звукового тиску $L = 20\lg(P_1/P_0)$, дБ (P_1 - середньоквадратичне значення звукового тиску, Па за період часу, що розглядається, і P_0 - значення звукового тиску на нижньому порозі чутності в октавній смузі зі середньгеометричною частотою 1000 Гц) залежно від частоти, характеру робіт і характеру шуму [56].

Для монтажних робіт допустимі рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях у виробничих приміщеннях і на території об'єкту не повинні перевищувати значень які наведено в таблиці 3.16.

Таблиця 3.16– Допустимі рівні звуку на робочому місці [56]

Вид трудової діяльності, робоче місце	Рівні звукового тиску в дБ по октавним полосам									Екв. Рівень звуку, дБ(А)
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Роботи з монтажу обладнання	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

4.2.5 Виробнича вібрація

Вібрацією називають будь-які механічні коливання пружних тіл, які проявляються в їх переміщенні в просторі. Коливання частотою нижче 16 (Гц) сприймаються органами як вібрації [61].

Джерелами вібрацій в умовах, що розглядаються в роботі, є ручний перфоратор.

Можливі параметри вібрацій, виходячи з вібраційних характеристик (ВХ) відповідного обладнання: перфоратор Metabo КНЕ 2444 - 87 дБ(А) [45].

Відповідно до [56] нормуються допустимі величини віброшвидкості (м/с) чи віброприскорення (m^2/c), або логарифмічні рівні віброшвидкості $L = 20\lg(V_1/V_0)$, дБ (V_1 - середньоквадратичне значення віброшвидкості за повний період часу, м/с, $V_0 = 5 \cdot 10^{-8}$, м/с - вихідне значення віброшвидкості) залежно від частоти коливань, їх виду (транспортні, транспортно-технологічні, технологічні, вібрації робочого інструменту чи робочих місць), напрямку (X, Y, Z) і часу дії протягом зміни. Загальна вібрація діє на нервову, серцево-судинну систему, призводить до порушення обміну речовин, головного болю, порушення сну, зниження ефективності праці.

Для зменшення дії віброакустичних коливань на працюючих роботою передбачено використання навушників.

Для умов, що розглядаються в проекті, параметри вібрацій не повинні перевищувати середньоквадратичні значення, $m/c \cdot 10^{-2}$ та логарифмічні рівні, дБ, які наведено в таблиці 3.17.

Таблиця 3.17– Санітарні норми вібраційного навантаження [51].

Вид вібрації	Категорія вібрації за санітарними нормами	Напрямок дії	Нормативні коректовані за частотою та еквівалентні коректовані значення			
			віброприскорення		віброшвидкість	
			м/с ²	дБ	м/с × 10 ⁻²	дБ
Локальна	—	X _л Y _л Z _л	2,0	112	2,0	76
Загальна	3 тип “а”	Z _з Y _з X _з	0,1	50	0,2	92

Очікувальні вібраційні навантаження відповідно до технічних характеристик обладнання: ручний перфоратор Metabo KHE 2444 [45]:

- свердління в бетоні: 13,7 м/с²;
- похибка K = 1,5 м/с²;
- при довбанні: 15 м/с²;

4.2.6 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори небезпеки – чинники, обумовлені особливостями фізіології та психології людини, що можуть завдати їй шкоди за певних обставин.

Згідно державних норм «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», НАКАЗ МОЗ № 248 від 08.04.2014 при виконанні робіт на працівника мають вплив такі психофізіологічні фактори як: фізичне, нервово-психологічне, розумове, емоційне перенавантаження, ритм і темп роботи, монотонність праці. Їх оцінювання дає змогу визначити ступінь і характер навантаження під час роботи, відповідність робочого місця і засобів праці анатомо-фізіологічним особливостям людини, облаштувати робочі місця, налагодити професійний добір та профорієнтацію тощо.

Керуючись таблицею «Класи умов праці за показниками важкості праці»[62] ми бачимо що дана професія належить до третього класу, оскільки працівники знаходяться в позі «стоячи» від 60% до 80% часу зміни, нахили тулуба за зміну рівні 101-300 раз, загальні енергозатрати організму до 290 Вт.

Згідно таблиці «Класи умов праці за показниками напруженості праці» [62] ми бачимо що дана професія належить до другого класу, оскільки робота

проходить за встановленим графіком з можливим його корегуванням у ході діяльності, розподіл функцій за ступенем складності завдання має обробку, перевірку і контроль за виконанням завдання, розмір об'єкта розрізнення є 1-5мм >50% часу; <0,3 мм - <25% часу, 0,3-1мм - 25-50% часу.

4.3 Питання безпеки при забрудненні повітря

Брудне повітря щороку відбирає життя щонайменше 60 тисяч українців. І це попри те, що загальна кількість викидів в Україні стрімко зменшувалася останні 30 років. [63].

Якщо у 1992 році Україна входила до 7-ки найбільших країн-забруднювачів у світі, викидаючи в атмосферу 15,5 млн тон забруднюючих речовин, то у 2017 році їхня кількість зменшилася до 2,58 млн тон.

Загалом, найбільшу частку всіх забруднюючих речовин в Україні виділяють енергетика та промисловість – більше 60%. Значна частка транспорту. Наприклад, у Києві саме транспортні засоби є причиною майже 90% всіх небезпечних викидів. Найбільшу роль у забрудненні повітря Києва та наявності постійного смогу відіграють приватні автомобілі, які утворюють 80% усіх небезпечних викидів у місті, 10% – всі інші види транспорту. Решта джерел забруднення повітря столиці – ТЕЦ та комунальна сфера [63].

Фільтри повітряні призначені для очищення припливного повітря від пилу перед подачею повітря до приміщення [64].

Фільтри обирають з врахуванням початкової запиленості повітря та допустимої залишкової концентрації пилу в повітрі після його очистки. Одночасно приймають до уваги початковий опір фільтра та зміну опору при запиленості фільтра, а також його конструктивні та експлуатаційні особливості [17].

Необхідно підібрати фільтр для системи вентиляції та кондиціонування приміщення басейну спортивно-оздоровчого центру. Об'єм повітря, що подається в приміщення $L = 13862 \text{ м}^3/\text{год}$. Тиск у вентиляційній системі $P = 252 \text{ Па}$. Режим роботи - двухзмінний, 16 год.

Початкова запиленість повітря згідно [17] становить $0,5 \text{ мг/м}^3$. Враховуючи об'єм повітря, приймаємо до встановлення дев'ять осередків фільтру ФяВБ зплощею робочого перерізу $0,22 \text{ м}^2$, тоді питоме повітряне навантаження становитиме:

$$L_{\text{пит.}} = 13862 / (0,22 \cdot 9) = 7000 \text{ (м}^3 / (\text{ч} \cdot \text{м}^2)).$$

За отриманим результатом згідно [17] початковий опір $H = 60 \text{ Па}$. Ефективність фільтрів становить $E = 80 \%$. Розрахункова пилоємність фільтра при збільшенні опору до 252 Па , тобто на $H = 252 - 60 = 192 \text{ Па}$ у порівнянні з початковим визначається за [17] та складає 2900 г/м^2 .

Кількість пилу, що осідає на фільтрах ФяВБ за 1 добу, складає:

$$m = 0,0005 \cdot 13862 \cdot 0,8 \cdot 16 = 88,72 \text{ (г/добу)}$$

Тривалість роботи фільтру для досягнення заданого опору $2900 / 88,72 = 33$ доби. Таким чином регенерацію фільтру варто проводити через 33 дні.

Оскільки питоме повітряне навантаження для вхідного перерізу $L_{\text{пит}} = 7000 \text{ (м}^3 / (\text{ч} \cdot \text{м}^2))$ не перевищує номінального значення для фільтра ФяВБ $L_{\text{ном}} = 7000 \text{ (м}^3 / (\text{ч} \cdot \text{м}^2))$, тоді даний тип фільтра здатний забезпечити достатнє очищення повітря, що подається в приміщення та, відповідно, перевищення шкідливих речовин в приміщенні не передбачається.

Висновок до розділу

Розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Визначено шкідливі та небезпечні виробничі фактори, категорію важкості робіт, розглянуто питання електробезпеки. Для штучного освітлення прийнято люмінісцентні лампи. Визначено ГДК шкідливих речовин в повітрі робочої зони, а саме цементного пилу $0,02 \text{ мг/м}^3$, а також визначено клас за напруженістю та важкістю праці. Розглянуто питання виробничого шуму та вібрацій, а також забруднення атмосферного повітря, підібрано фільтр ФяВБ для системи вентиляції спортивно-оздоровчого центру, визначено його питоме повітряне навантаження $L_{\text{пит}} = 7000 \text{ (м}^3 / (\text{ч} \cdot \text{м}^2))$ та тривалість роботи до регенерації елемента $T = 33$ дні.

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

5.1 Складання кошторисної документації

Кошторисна документація до магістерської кваліфікаційної роботи складена у відповідності до ДСТУ 1.1.1-2013 «Правила визначення вартості будівництва» [58].

Локальні кошториси складаються в поточному рівні цін на трудові і матеріально-технічні ресурси за формами, наведеними в додатках [58].

За локальними кошторисами визначають прямі та загально-виробничі витрати [58].

Прямі витрати враховують у своєму складі заробітну плату робітників, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів, виробів і конструкцій [58].

Загальновиробничі витрати визначаються за порядком, встановленим ДСТУ-Н Б Д.1.1-3, і зазначаються за підсумком прямих витрат при формуванні локального кошторису [58]:

- по розділах - в кожному розділі і в цілому по кошторису;
- без розподілу на розділи - в цілому по кошторису.

Кошторисна вартість устаткування визначається як сума всіх витрат на придбання і доставку цього устаткування на приоб'єктний склад або місце його передачі до монтажу.

Прямі витрати враховують заробітну плату робітників, вартість експлуатації будівельних машин і механізмів, вартість матеріалів, виробів і конструкцій.

Загальновиробничі витрати будівельно-монтажної організації входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт. Для розрахунку загально-виробничі витрати групуються в три блоки:

- а) засоби на заробітну плату робітників;
- б) відрахування на соціальні заходи;
- в) інші статті загально - виробничих витрат.

Локальний кошторис складений на монтаж систем вентиляції та кондиціонування спортивно – оздоровчого центру в місті Красилів за допомогою комп’ютерної програми “АВК – 5 (3.0.0)” та наведено в додатку Л. Склад, об’єми робіт та необхідну кількість витратних матеріалів наведено у таблиці 3.9.

Основою для розробки кошторису є креслення та специфікації (додаток М).

Таблиця 5.1 - Загальні техніко-економічні показники

№п/п	Найменування величини	Одиниця виміру	Значення
1	2	3	4
1	Тривалість монтажних робіт	дні	60,5
2	Середня чисельність робітників $R_{сер}$	чол.	8
3	Максимальна кількість робітників	чол.	12
4	Середній розряд при монтажу систем вентиляції та кондиціонування	розряд	3,4
5	Прямі витрати будівництва	тис. грн	1080,580
6	Загальна кошторисна вартість будівництва	тис. грн	1152,059
7	Кошторисна трудомісткість	люд-год	5289
8	Кошторисна заробітна плата	тис. грн	108,822

Висновок до розділу

Складено локальний кошторис на виконання монтажних робіт для систем створення мікроклімату в приміщеннях спортивно-оздоровчого центру міста Красилів. Розраховано техніко-економічні показники. За результатами розрахунку локального кошторису: середній розряд при монтажу систем вентиляції та кондиціонування - розряд 3,4; кошторисна вартість - 1152,059 тис. грн; кошторисна трудомісткість - 5,289 тис. люд-год та кошторисна заробітна плата - 108,822 тис. грн..

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи на тему «Енергоєфективна комбінована система створення мікроклімату в спортивно-оздоровчому центрі» запропоновано проектні рішення системи вентиляції та кондиціонування спортивно-оздоровчого центру з використанням комбінованої дії сонячних повітряних колекторів та вентиляційних установок з рекуператорами.

Виконано наступні задачі:

1. Аналіз існуючих теоретичних даних, визначено основні параметри мікроклімату для спортивних споруд [4], проведено аналіз стану використання енергоєфективних систем створення мікроклімату для спортивних споруд, розглянуто типи сонячних колекторів, їх переваги та недоліки (таблиця 1.1), способи акумулювання тепла (таблиця 1.2), визначено техніко-економічні показники застосування повітряних систем для забезпечення мікроклімату на основі матеріалу роботи [2];

2. Виконано розрахункову схему аеродинамічних процесів (рис. 2.1), а також прийнято вихідні дані відповідно до географічного пункту будівництва. За результатами теплотехнічного розрахунку будівлі підібрано теплоізоляцію огорожувальних конструкцій (таблиці 2.11-2.14), складено тепловий баланс (додаток В). Розраховано повітрообмін за тепло- та вологонадлишками (додаток Д); складено повітряний баланс (таблиця 2.15); складено аксонометричні схеми (аркуші 5-8), виконано аеродинамічні розрахунки загальнообмінних вентиляційних систем (додаток Ж); здійснено акустичний розрахунок для загальнообмінної припливної системи спортивного залу (таблиця 2.18); підібрано вентиляційні обладнання Veza та складено перелік вентиляційних установок (таблиця 2.19), схеми яких показані на аркушах 9 та 10; прийнято до встановлення сонячні повітропідігрівачі SolarVenti SV30 [33], що зменшують витрати потужності вентиляційного обладнання для приміщення басейну на 8,89%; складено удосконалену схему рекупераційної установки з утилізацією вологи з викидного повітря для потреб водопостачання басейну; виконано

моделювання та оцінку надійності систем вентиляції та кондиціонування спортивно-оздоровчого центру (таблиці 2.21-2.32); складено специфікацію обладнання та матеріалів (додаток М).

3. Виконано організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень, а саме складено відомість основних, допоміжних матеріалів та необхідних інструментів [33]. Підбрано ефективні механізми та обладнання для виконання монтажних робіт. Складений календарний план виконання робіт, графік руху машин та механізмів і графік руху робітників (аркуш 11).

Визначено загальну трудомісткість виконання монтажних робіт, яка становить 482,7 люд-дні; тривалість виконання монтажних робіт – 60,5 дні; рівень механізації робіт – 85%, розглянуто питання техніки безпеки та охорони праці такі як пожежна безпека, вимоги безпеки на робочому місці, при виконанні робіт на висоті, на даху будівлі, електробезпека [57], виробниче освітлення [52], віброакустичні коливання при використанні перфоратора Metabo КНЕ 2444.

4. Розглянуто питання охорони праці та безпеки надзвичайних ситуацій, а саме технічні рішення з безпечної організації робочих місць, електробезпека, мікроклімат, визначено забруднюючі речовини в повітрі робочої зони, виробниче освітлення, віброакустичні коливання при використанні перфоратора Metabo КНЕ 2444. Визначено психофізіологічні фактори, а також класи робіт, що виконуються за показниками складності та напруженістю. Розглянуто питання безпеки в надзвичайних ситуаціях, а саме виконано розрахунок та прийнято фільтр ФяВБ з кількістю секцій $n = 9$ шт. для систем вентиляції та кондиціонування і його відповідність умовам експлуатації.

5. Складено локальний кошторис виконання монтажних робіт систем створення мікроклімату приміщень спортивно-оздоровчого центру. Основними показниками кошторису є: кошторисна вартість - 397,891 тис. грн, кошторисна трудомісткість - 5,289 тис. грн, кошторисна заробітна плата - 108,822 тис. грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Постанова «Про затвердження Державної цільової економічної програми енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010-2020 роки» [Електронний ресурс]: від 1 березня 2010 р. №243 Київ. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/243-2010-%D0%BF#n14>.
- 2 Козак Х.Р. Забезпечення теплового стану в приміщеннях системами сонячного повітряного опалення: дис. вченого ступеня канд. техн. наук: спец. 05.23.03 "Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання" / Х. Р. Козак; Нац. ун-т "Львівська політехніка". – Київ, 2017. – 175 с.
- 3 Державна політика енергозбереження країн Європейського Союзу та України / Черніг. центр перепідготовки та підвищення кваліфікації працівників органів держ. влади, органів місц. самоврядування, держ. п-в, установ і орг.; Упор. С. Зінченко – Чернігів : ЦППК, 2011. – 56 с.
- 4 ДБН В.2.2-13-2003. - «Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди. Зміна №1» - Київ, 2004. – 102 с.
- 5 Грідін А. Ю. Особливості забезпечення мікроклімату спортивних та фізкультурно-оздоровчих споруд / Грідін А. Ю. Ратушняк Г. С. // Міжнародна науково-технічна конференція "Інноваційні технології в будівництві", Вінниця, 13-15 листопада 2018 р., с. 298-301. - Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2018/paper/viewFile/5967/4968>
- 6 Обеспечение микроклимата и энергосбережение в крытых плавательных бассейнах. Нормы проектирования. РНП «АВОК» М.: «Авок» -2012.- 15 с.
- 7 Расчет систем солнечного теплоснабжения: Пер.: с англ./ У. Бекман, С. Клейн, Дж.Даффи. – М.: Энергоиздат, 1982. - 80 с.
- 8 Єврокомфорт-ІФ. Повітряне опалення. URL: <http://eurocomfort.if.ua/опалення/повітряне-опалення/>
- 9 Даффи Дж.А. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии/ Дж.А.Даффи,У.А.Бекман – М.: Мир, 1977. - 354 с.

- 10 ДБН Д.1.1 – 2 – 99. Вказівки щодо застосування ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи: Зміни від 1 квітня 2008 р. – К.:ЦМДБ/НВО «Созидатель», - С.20
- 11 Пономарчук І.А., Волошин О.Б. Вентиляція та кондиціонування повітря: Навчальний посібник – Вінниця: ВНТУ, 2004.- 121 с.
- 12 Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Вентиляція та кондиціонування повітря промислових об'єктів» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» / Уклад. В. В. Джеджула. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 44 с.
- 13 ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. – «Будівельна кліматологія» - Київ, 2011. - 127 с.
- 14 ДБН В.2.2-25:2009. – «Будинки і споруди. Підприємства харчування (заклади ресторанного господарства)» - Київ, 2010. - 83 с.
- 15 ДБН В.2.5-28-2018. Природне і штучне освітлення. К. : Держбуд України, 2018. – 346 с.
- 16 Краснов Ю.С. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию для производственных и общественных зданий / Краснов Ю.С., М.: Термокул - 2006. – 288 с.
- 17 Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3 Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.1/В.Н. Богословский, А. И. Пирумов. В.Н. Посохин и др.; Под ред.Н.Н. Павлова и Ю.И Шиллера. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. – 319 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
- 18 ДБН В.2.6 – 31:2016. – «Теплова ізоляція будівель» - Київ, 2016. – 31 с.
- 19 Каталог матеріалів Knauf [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://www.knauf.ru/catalog/aquapanel/>
- 20 Руководство по теплотехническому расчету и проектирование ограждающих конструкций/НИИСФ – М Стройиздат, 1985 – 141 с.
- 21 Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни „Опалення” для студентів напряму підготовки 0921 – „Будівництво” /Уклад. А.Ф.Пономарчук, І.А. Пономарчук, О.Б. Волошин.-Вінниця: ВНТУ, 2004. – 38с.

- 22 Каталог матеріалів ТЕХНОНІКОЛЬ [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://nav.tn.ru/catalog/teploizolyatsiya/xps-teploizolacia/ekstruzionnyu-penopolistiroi-tekhnonikol-carbon-prof/>
- 23 Каталог матеріалів Wikibud [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://wikibud.com.ua/ua/uteplytel-/myneral-naya-y-bazal-tovaya-vata/rockwool-stroprok>
- 24 Любарець О.П., Зайцев О.М., Любарець В.О. ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОПАЛЕННЯ.
- 25 Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч.3 Вентиляция и кондиционирование воздуха. Кн.2/Б.В. Баркалов, Н. Н. Павлов. С.С. Амирджанов и др.; Под ред.Н.Н. Павлова и Ю.И Шиллера. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. – 416 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
- 26 ДБН В.2.5 – 67 :2013 «Опалення, вентиляція та кондиціювання» - Київ, 2013. – 141 с.
- 27 Кокорин О.Я. Современные системы кондиционирования воздуха. - М.: Издательство физико-математической литературы. 2003. - 272 с. ISBN 5-94052-066-6.
- 28 Белова Е.М. Центральные системы кондиционирования воздуха в зданиях. – М.: Евроклимат, 2006. – 640 с.: ил. – (Библиотека климатехника).
- 29 Помещения плавательных бассейнов: прогнозирование микроклимата в обслуживаемых зонах [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://www.c-o-k.com.ua/content/view/578/>
- 30 Справочник проектировщика: Внутренние санитарно-технические устройства/Под ред. Староверова И.Г.: В 2-х ч. – М.: Стройиздат, 1969. – 408 с.
- 31 Підбір обладнання Veza [Електронний ресурс] Режим доступу: <http://www.veza.com.ua/catalog/selection.html>.
- 32 Прайс-лист сонячних колекторів SolarVenti Standart [Електронний ресурс] Режим доступу: https://www.simex-solutions.com/sites/default/files/simex_downloads/SolarVenti_Standard_CH2018_Preisliste.pdf
- 33 Каталог обладнання Systemair.

- 34 ДБН В.2.5 – 64 :2012 «Внутрішній водопровід та каналізація» - Київ, 2013. – 105 с.
- 35 Каталог вентиляційних ґраток СЕЗОН.
- 36 Р. І. Кінаш. Технологія заготівельних та спеціальних монтажних робіт / Р.І.Кінаш, С .С. Жуковський - Львів: Видавництво науково-технічної літератури, 1999. – 448 с.
- 37 Воздуховоды. Онлайн расчет воздуховодов [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://scc.net.ua/vent/>.
- 38 Климаттехника. Производство и поставка оборудования для вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха. Дроссель-клапаны прямоугольные и круглые [Електронний ресурс] Режим доступу: http://klimattechnika.ru/Drossel_klapany.htm
- 39 Онлайн-магазин LG. Кондиціонери для будинку [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.lg.com/ru/airconditioners-split-systems/lg-P24SP>
- 40 Профклимат Cooper Hunter. Руководство по установке и эксплуатации.
- 41 Бытовые и полупромышленные кондиционеры Gree. Каталог продукції.
- 42 ДБН Д 2.2. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи – РЕКН [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: https://msmeta.com.ua/ua_view_norma_dbn_sbornik_sou.php?kat=8.
- 43 Евроспецкам. Каталог автомобилей [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://eurospeckam.ru/shassi/kamaz-6520-3072-53>
- 44 Kamaz. Прицепы [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://www.kamaz.ua/ru/catalog/szap-8305311>
- 45 Prime Tools. Перфораторы [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://primetools.if.ua/product/perforator-metabo-khe-2444-606154000/>
- 46 ТК Завод спецтехники. Производство автогидроподъемников и спецтехники . Автогидроподъемники [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: https://thk.kiev.ua/product/avtogidropodemnik-dasan-skyman ds340#lable_characteristics

- 47 Stroyteh. Официальный поставщик строительной и бытовой техники в Украине. Каталог товаров [Электронный ресурс]. Режим доступа до ресурсу: <https://stroyteh.ua/product/drel-shurupovert-forte-ds-450-vr/>
- 48 Надежная техника Kentavr. Каталог [Электронный ресурс]. Режим доступа до ресурсу: <http://kentavr.ua/catalog/item/kp-5025b/>
- 49 Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Технологія заготівельних та монтажних робіт» для студентів напряму підготовки 6.060101 – «Будівництво» Уклад. І.В.Коц, О.П. Колісник. - Вінниця: ВНТУ, 2013. – 22 с.
- 50 А. Г. Смирнов: Справочные данные по расчетным коэффициентам электрических нагрузок / А. Г. Смирнов, Л. Б. Годгельф, Б. Д. Жохов, С. У. Эрдниева. – К.: Министерство монтажных и специальных строительных работ СССР, 1990 г. – 110.
- 51 ДСН 3.3.6.042-99 . Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. К. : МОЗ України, 1999. – 10 с.
- 52 ДБН В.2.5-28-2018. Природне і штучне освітлення. К. : Держбуд України, 2018. – 133 с.
- 53 Охрана праці. Інструкція з охорони праці для монтажника систем вентиляції, кондиціонування повітря [Електронний ресурс]. Режим доступа до ресурсу: <http://trudova-ohrana.ru/primery-dokumentov/prikladi-nstrukcj-z-ohoroni-prac-ukranskoju/4163-nstrukcja-z-ohoroni-prac-dlja-montazhnika-sistem-ventiljac-kondiconuvannja-povtrja-pnevmotransportu-ta-asprac.html>
- 54 НПАОП 0.00-1.15-07. Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті [Електронний ресурс]. Режим доступа до ресурсу: https://dnaop.com/html/1582/doc-%D0%9D%D0%9F%D0%90%D0%9E%D0%9F_0.00-1.15-07
- 55 ДБН В.2.5-56:2014. Системи протипожежного захисту. - [Чинний від 2015-07-01].- К.: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2015 р. – 132 с.
- 56 ДСН 3.3.6-037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. К. : МОЗ України, 1999. – 35 с.

- 57 ДБН В.2.5-82 – 2016. - «Електробезпека в будинках та спорудах» - Київ, 2016. – 158 с.
- 58 ДСТУ Б Д.1.1-1:2013. - «Правила визначення вартості будівництва» - Київ, 2013. – 88 с.
- 59 Нечітка логіка [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: http://fitm.nusta.edu.ua/mediawiki/index.php?title=Нечітка_логіка
- 60 ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007. - «Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів» - Київ, 2007. - 22 с.
- 61 Методичні вказівки до опрацювання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» в дипломних проектах і роботах для студентів будівельних спеціальностей / Уклад. М.С. Лемешев, О.В. Березюк - Вінниця: ВНТУ, 2012. - 64 с.
- 62 Гігієнічні нормативи ГН 3.3.5-8-6.6.1-2002 «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 27.12.2001 № 528
- 63 Забруднення повітря України. [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://rubryka.com/article/top-10-zabrudnennya-povitrya-ukraine/>
- 64 Гранкіна В. В. Конспект лекцій з дисципліни «Вентиляція» (для студентів 4 курсу заочної форми навчання напряму 0921 (6.060101) “Будівництво”, спеціальності “Теплогазопостачання і вентиляція” та слухачів другої вищої освіти) / В. В. Гранкіна; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 123 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Міністерство освіти і науки України

Вінницький національний технічний університет

Затверджено

Завідувач кафедри ІСБ,

к.т.н., проф. Коц І.В.

"__" _____ 2019 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на виконання магістерської кваліфікаційної роботи
на тему «Енергоефективна комбінована система створення мікроклімату в
спортивно-оздоровчому центрі»

Керівник

к.т.н., професор _____ Ратушняк Г. С.

Розробив

ст.гр. ТГ-18м _____ Грідін А.Ю.

Вінниця 2019 р.

Технічне завдання

Розробити систему створення мікроклімату в спортивно-оздоровчому центрі в м. Красилів, географічна широта 49⁰, зона вологості – нормальна.

1. Призначення розробки та місце застосування

Системи опалення вентиляції та кондиціонування призначені для створення нормативних мікрокліматичних умов, підтримання температурного балансу та забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов у приміщеннях громадської будівлі.

2. Основа для виконання робіт

Завдання на МКР затверджено наказом № ____ від «____» жовтня 2019 року.

Основою для виконання робіт є архітектурно-будівельні креслення спортивно-оздоровчого центру.

3. Мета та призначення розробки

Метою розробки є створення в приміщеннях спортивно-оздоровчого центру комфортних умов для людей, які перебувають там: працюють і обслуговуються.

4. Джерела розробки

Джерелами розробки є архітектурно-будівельні робочі креслення громадської будівлі, технологічне завдання та нормативно технічна література.

5. Технічні вимоги

Технічні вимоги до систем опалення, вентиляції та кондиціонування наведені у нормативній літературі:

- ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»;
- ДБН В.2.2-15-2005 «Житлові будинки. Основні положення»;

6. Вимоги щодо стандартизації

При розробці систем опалення необхідно застосувати максимально можливу кількість стандартних виробів, які б забезпечували можливість швидкого монтажу системи та можливість їх ремонту чи заміни в разі поломки.

7. Вимоги з надійності до систем вентиляції та кондиціонування

Санітарно-гігієнічні – забезпечення та підтримка в приміщенні потрібних температур.

Економічні – забезпечення мінімуму зведених затрат (капітальні та на експлуатацію).

Будівельні – ув'язка з будівельними конструкціями.

Монтажні – забезпечення монтажу систем індустріальними методами.

Експлуатаційні – простота та зручність обслуговування, керування та ремонту, надійність та безпечність систем і безперебійність їх роботи.

Естетичні – співвідношення з внутрішнім архітектурним оздобленням приміщення.

Вимоги до надійності викладені ДСТУ Б В.2.8-8-96. Обов'язковими є показники:

7.1. Середнє напрацювання обладнання на відмову, яке складає не менше 10 років.

7.2. Середній повний строк служби не менше 20 років.

7.3. Оцінка відповідності показників надійності – середнє напрацювання обладнання на відмову провести на етапі приймальних випробувань експериментальним шляхом відповідно до ДСТУ 3004-95.

7.4. На виробі повинні бути встановлені строки експлуатації.

8. Ергономічні вимоги:

- розташування органів управління основного та допоміжного обладнання повинні забезпечувати роботу персоналу нагляду протягом денної та нічної частини доби;

- виконання вимог ергономіки перевіряється при попередніх випробуваннях і уточнюється на стадії приймальних випробувань .

9. Експлуатаційні та ремонтні вимоги.

Для виробів в період експлуатації повинні бути встановлені такі види технічного обслуговування: сезонне ТО, регламентоване ТО, строки ТО повинні по можливості збігатись зі строками обслуговування базового обладнання.

10. Порядок розробки випробування, приймання систем вентиляції та кондиціонування.

10.1. Стадії розробки встановлюють відповідно до ДБН В.2.5.- 67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування».

Обов'язковими етапами дослідно-конструкторської роботи є:

- розроблення та затвердження із замовником функціональних та принципових схем, конструкторських компонувань та робочих креслень,
- розробка та узгодження програми та методики випробувань,
- узагальнення результатів виконаних робіт, вироблення рекомендацій та інструкцій;
- ремонтна документація розробляється за окремим завданням замовника.

Порядок приймання розробки здійснюється відповідно до вимог Держстандарту. Оцінювання виконаної розробки і прийняття рішення щодо виконаної розробки виконує приймальна комісія, яку формує розробник.

В склад комісії входять: представник замовника, розробника і виробника. Головою комісії призначається представник замовника.

Місце і строки випробувань визначають заздалегідь і попередньо узгоджують.

Перелік документів, що подаються на випробування. Визначається у програмі випробувань.

Дане технічне завдання може узгоджуватись та доповнюватись в процесі проектування.

11. Етапи проектування та строки виконання магістерської кваліфікаційної роботи (табл.А.1).

Таблиця А.1 – Етапи проектування та строки виконання МКР

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту (роботи)
1	Аналіз стану використання відомих конструктивних рішень систем забезпечення мікроклімату спортивно-оздоровчих споруд	20.09.2019
2	Теоретичне та практичне обґрунтування основних параметрів і характеристик системи забезпечення мікроклімату	25.10.2019
3	Організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень	27.10.2019
4	Попередній захист	26.11.19
5	Опонування	11.12.2019
6	Захист МКР	17.12.2019

Додаток Б

Таблиця Б.1 - Початкові дані та результати розрахунку тепловиділень від джерел освітлення для першого та другого поверхів

№ приміщення	Назва приміщення	Освітленість, Е, лк	Площа приміщення, F, м ²	Питомі тепловиділення, $q_{осв}$, Вт/(м ² · лк)	Частина тепла, яка надходить в приміщення, $\eta_{осв}$	Тепловиділення від джерел освітлення $Q_{осв}$, Вт
1	2	3	4	5	6	7
1 поверх						
3	Вестибюль	100	46,55	0,122	0,55	312
10	Приміщення водопідготовки (для басейнів)	75	20,15	0,102	0,55	85
11	Зала кафетерію	200	65,33	0,073	0,55	525
16	Кабінет медсестри	300	11,58	0,122	0,55	233
18	Побутова приміщення для персоналу (жінок)	200	9,27	0,122	0,55	124
19	Побутова приміщення для персоналу (чоловіків)	200	9,68	0,122	0,55	130
23	Приміщення для переодягання (для чоловіків)	300	19,92	0,122	0,55	401
30	Приміщення для переодягання (для жінок)	300	16,44	0,122	0,55	331
31	Басейн (для дорослих)	150	416,4	0,082	0,55	2817
34	Приміщення для переодягання (для хлопчиків)	300	10,86	0,122	0,55	219
38	Приміщення для переодягання (для дівчат)	300	10,1	0,122	0,55	203
42	Басейн (для дітей)	150	201,8	0,082	0,55	1365
43	Приміщення для водних процедур	200	23,8	0,102	0,55	267
2 поверх						
3	Адміністрація спорткомплексу	300	9,93	0,102	0,55	167
4	Кімната коменданта	300	7,79	0,102	0,55	131
6	Кабінет медсестри з фізіотерапії	200	16,17	0,102	0,55	181
8	Кабінет психолога	300	16,59	0,102	0,55	279
9	Кабінет вчителя реабілітолога	300	13,68	0,102	0,55	230
10	Спальня	150	37,04	0,122	0,55	373
11	Кабінет спеціального інструктора з плавання. ЛФК	300	15,79	0,102	0,55	266
12	Господарська кімната	300	15,18	0,102	0,55	255

Продовження таблиці Б.1

1	2	3	4	5	6	7
13	Масажний кабінет	200	12,95	0,102	0,55	145
14	Кабінет секретаря-бухгалтера	300	13,03	0,102	0,55	219
15	Спортивний зал	200	27,39	0,122	0,55	368
16	Кабінет директора	200	15,94	0,102	0,55	179
17	Групова кімната №2	200	30,58	0,122	0,55	410
18	Музичний зал	300	49,4	0,122	0,55	994
19	Групова кімната №1	200	27,59	0,122	0,55	370
20	Столова	200	27,48	0,122	0,55	369

Таблиця Б.2 – Результати розрахунку тепло надходження від людей

№ приміщення	Назва приміщення	Кількість людей в приміщенні, N, чол.	Явні теплонадходження від людей, Вт	Приховані теплонадходження від людей, Вт	Повні тепло надходження від людей, Вт
1	2	3	4	5	6
1 поверх					
3	Вестибюль	24	2160	720	2880
11	Зала кафетерію	30	3060	840	3900
16	Медсестра	1	86,7	23,8	110,5
18	Побутове приміщення для персоналу (жінок)	6	520,2	142,8	663
19	Побутове приміщення для персоналу (чоловіків)	6	612	168	780
23	Приміщення для переодягання (чоловіків)	12	720	420	1140
30	Приміщення для переодягання (жінок)	12	612	357	969
31	Басейн (для дорослих)	24	1200	2280	3480
34	Приміщення для переодягання (для хлопчиків)	6	270	157,5	427,5
38	Приміщення для переодягання (для дівчат)	5	225	131,25	356,25
42	Басейн (для дітей)	11	412,5	783,75	1196,25
43	Приміщення для водних процедур	2	120	70	190
2 поверх					
3	Адміністрація спорткомплексу	2	204	56	260
4	Кімната коменданта	1	102	28	130

Продовження таблиці Б.2

1	2	3	4	5	6
6	Кабінет медсестри з фізіотерапії	1	86,7	23,8	110,5
8	Кабінет психолога	2	204	56	260
9	Кабінет вчителя-реабілітолога	1	102	28	130
10	Спальня	7	630	210	840
11	Кабінет спеціального інструктора з плавання. ЛФК	1	102	28	130
12	Господарська кімната	1	102	28	130
13	Масажний кабінет	2	86	62	148
14	Кабінет секретаря бухгалтера	1	102	28	130
15	Спортивний зал	11	1320	440	1760
16	Кабінет директора	1	102	28	130
17	Групова кімната №2	24	2160	720	2880
18	Музичний зал	11	1122	308	1430
19	Групова кімната №1	11	990	330	1320
20	Столова	16	1632	448	2080

Таблиця Б.3 - Початкові дані та результати розрахунку вологонадходжень від людей

№ приміщення	Назва приміщення	Температура повітря в приміщенні, $t_{вн}, ^\circ\text{C}$	Вологонадходження від 1 людини, г/год	Кількість людей в приміщенні, N, чел.	Вологонадходження від людей, г/год
1	2	3	4	3	4
1 поверх					
3	Вестибюль	20	40	24	960
11	Зала кафетерію	18	36	30	1080
16	Медсестра	18	36	1	36
18	Побутове приміщення для персоналу (жінок)	18	30,6	6	183,6
19	Побутове приміщення для персоналу (чоловіків)	18	36	6	216
23	Приміщення для переодягання (чоловіків)	25	50	12	600
31	Басейн (для дорослих)	28	136	24	3264
34	Приміщення для переодягання (для хлопчиків)	25	37,5	6	225

Продовження таблиці Б.3

1	2	3	4	5	6
38	Приміщення для переодягання (для дівчат)	25	37,5	5	187,5
42	Басейн (для дітей)	28	102	11	1122
43	Приміщення для водних процедур	25	50	2	100
2 поверх					
3	Адміністрація спорткомплексу	18	36	2	72
4	Кімната коменданта	18	36	1	36
6	Кабінет медсестри з фізіотерапії	18	30,6	1	30,6
8	Кабінет психолога	18	36	2	72
9	Кабінет вчителя-реабілітолога	18	36	1	36
10	Спальня	20	40	7	280
11	Кабінет спеціального інструктора з плавання. ЛФК	18	36	1	36
12	Господарська кімната	18	36	1	36
13	Масажний кабінет	22	44	2	179
14	Кабінет секретаря бухгалтера	18	36	1	36
15	Спортивний зал	15	55	11	605
16	Кабінет директора	18	36	1	36
17	Групова кімната №2	20	40	24	960
18	Музичний зал	18	36	11	396
19	Групова кімната №1	20	40	11	440
20	Столова	18	36	16	576

Додаток В

Таблиця В.1– Тепловий баланс приміщень першого та другого поверхів

№ приміщення	Найменування приміщення	Розрахунковий період року	Теплові надлишки, Q, Вт			Вологовиділення, кг/год	Кутовий коефіцієнт, ε, кДж/кг
			Явне тепло	Сховане тепло	Повне тепло		
1	2	3	4	5	6	7	8
1 поверх							
3	Вестибюль	ТП	2601,58	720	3321,58	0,96	12456
		ПП		720	720,00	0,96	2700
		ХП		720	720,00	0,96	2700
11	Зала кафетерію	ТП	5319,47	1775	7094,47	1,98	12874
		ПП	0,00	1775	1775,00	1,98	3221
		ХП	0,00	1775	1775,00	1,98	3221
16	Кабінет медсестри	ТП	319,81	23,8	343,61	0,04	34361
		ПП	0,00	23,8	23,80	0,04	2380
		ХП	0,00	23,8	23,80	0,04	2380
18	Побутове приміщення для персоналу (жінок)	ТП	557,90	119	676,90	0,15	15927
		ПП	0,00	119	119,00	0,15	2800
		ХП	0,00	119	119,00	0,15	2800
19	Побутове приміщення для персоналу (чоловіків)	ТП	639,91	140	779,91	0,18	15598
		ПП	0,00	140	140,00	0,18	2800
		ХП	0,00	140	140,00	0,18	2800
23	Приміщення для переодягання (для чоловіків)	ТП	1120,99	420	1540,99	0,60	9246
		ПП	0,00	420	420,00	0,60	2520
		ХП	0,00	420	420,00	0,60	2520
30	Приміщення для переодягання (для жінок)	ТП	942,94	357	1299,94	0,51	9176
		ПП	0,00	357	357,00	0,51	2520
		ХП	0,00	357	357,00	0,51	2520
31	Басейн (для дорослих)	ТП	486,37	70	556,37	1,17	1713
		ПП	0,00	70	70,00	1,17	216
		ХП	0,00	70	70,00	1,17	216
34	Приміщення для переодягання (для хлопчиків)	ТП	488,61	158	646,11	0,23	10338
		ПП	0,00	158	157,50	0,23	2520
		ХП	0,00	158	157,50	0,23	2520
38	Приміщення для переодягання (для дівчат)	ПП	0,00	30	30,00	0,04	2700
		ХП	0,00	30	30,00	0,04	2700
		ТП	428,31	131	559,56	0,19	10744
42	Басейн (для дітей)	ТП	3708,30	1435	5143,45	44,48	416
		ПП	0,00	1435	1435,15	44,48	116
		ХП	0,00	1472	1472,23	56,38	94
43	Приміщення для водних процедур	ТП	486,37	70	556,37	1,17	1713
		ПП	0,00	70	70,00	1,17	216
		ХП	0,00	70	70,00	1,17	216
2 поверх							
3	Адміністрація спорткомплексу	ТП	533,26	56	589,26	0,07	29463
		ПП		56	56,00	0,07	2800
		ХП		56	56,00	0,07	2800

Продовження таблиці В.1

1	2	3	4	5	6	7	8
4	Кімната коменданта	ТП	392,78	28	420,78	0,04	42078
		ПП	0,00	28	28,00	0,04	2800
		ХП	0,00	28	28,00	0,04	2800
6	Кабінет медсестри з фізіотерапії	ТП	774,00	24	797,80	0,03	93859
		ПП	0,00	24	23,80	0,03	2800
		ХП	0,00	24	23,80	0,03	2800
8	Кабінет психолога	ТП	712,63	56	768,63	0,07	38432
		ПП	0,00	56	56,00	0,07	2800
		ХП	0,00	56	56,00	0,07	2800
9	Кабінет вчителя-реабілітолога	ТП	538,06	28	566,06	0,04	56606
		ПП	0,00	28	28,00	0,04	2800
		ХП	0,00	28	28,00	0,04	2800
10	Спальня	ТП	1480,32	210	1690,32	0,28	21733
		ПП	0,00	210	210,00	0,28	2700
		ХП	0,00	210	210,00	0,28	2700
11	Кабінет спеціального інструктора з плавання ЛФК	ТП	424,08	28	452,08	0,04	45208
		ПП	0,00	28	28,00	0,04	2800
		ХП	0,00	28	28,00	0,04	2800
12	Господарська кімната	ТП	411,64	28	439,64	0,04	43964
		ПП	0,00	28	28,00	0,04	2800
		ХП	0,00	28	28,00	0,04	2800
13	Масажний кабінет	ТП	268,07	62	330,07	0,18	6638
		ПП	0,00	62	62,00	0,18	1247
		ХП	0,00	62	62,00	0,18	1247
14	Кабінет секретаря-бухгалтера	ТП	447,69	28	475,69	0,04	47569
		ПП	0,00	28	28,00	0,04	2800
		ХП	0,00	28	28,00	0,04	2800
15	Спортивний зал	ТП	1835,32	440	2275,32	0,61	13539
		ПП	0,00	440	440,00	0,61	2618
		ХП	0,00	440	440,00	0,61	2618
16	Кабінет директора	ТП	445,68	28	473,68	0,04	47368
		ПП	0,00	28	28,00	0,04	2800
		ХП	0,00	28	28,00	0,04	2800
17	Групова кімната №2	ТП	2848,31	720	3568,31	0,96	13381
		ПП	0,00	720	720,00	0,96	2700
		ХП	0,00	720	720,00	0,96	2700
18	Музичний зал	ТП	2292,67	308	2600,67	0,40	23642
		ПП	0,00	308	308,00	0,40	2800
		ХП	0,00	308	308,00	0,40	2800
19	Групова кімната №1	ТП	1656,11	330	1986,11	0,44	16250
		ПП	0,00	330	330,00	0,44	2700
		ХП	0,00	330	330,00	0,44	2700
20	Столова	ТП	2597,49	947	3544,16	1,06	12059
		ПП	0,00	947	946,67	1,06	3221
		ХП	0,00	947	946,67	1,06	3221
21	Кухня(розігрів напівфабрикатів)	ТП	607,31	92	699,31	0,13	18787
		ПП	0,00	92	92,00	0,13	2472
		ХП	0,00	92	92,00	0,13	2472

Додаток Д

Таблиця Д.1 – Результати розрахунку повітрообміну в приміщеннях

№ приміщення	Найменування приміщення	Розрахунковий період року	Повітрообмін за надлишками явної теплоти, $L_{я}$, м ³ /год	Повітрообмін за надлишками вологи, L_w , м ³ /год
1	2	3	4	5
1 поверх				
3	Вестибюль	ТП	3879	4000
		ПП	1921	95
		ХП	2641	121
10	Приміщення водо підготовки (для басейнів)	ТП	234	-
		ПП	2371	-
		ХП	5559	-
11	Зала кафетерію	ТП	3966	3306
		ПП	3553	472
		ХП	1461	472
31	Басейн (для дорослих)	ТП	13118	11624
		ПП	12608	15403
		ХП	13938	15403
42	Басейн (для дітей)	ТП	3146	10127
		ПП	5343	13042
		ХП	8980	13042
2 поверх				
2	Холл	ТП	560	-
		ПП	1294	-
		ХП	4363	-
3	Адміністрація спорткомплексу	ТП	795	300
		ПП	252	10
		ХП	1080	10
4	Кімната коменданта	ТП	587	150
		ПП	90	5
		ХП	839	5
6	Кабінет медсестри з фізіотерапії	ТП	1154	128
		ПП	695	4,25
		ХП	1900	4,25
8	Кабінет психолога	ТП	531	300
		ПП	342	10
		ХП	343	8,82
9	Кабінет вчителя реабілітолога	ТП	802	150
		ПП	402	5
		ХП	1352	5
12	Господарська кімната	ТП	409	150
		ПП	355	4,41
		ХП	267	4,41
14	Кабінет секретаря бухгалтера	ТП	445	150
		ПП	172	4,41
		ХП	332	5

Продовження таблиці Д.1

1	2	3	4	5
15	Спортзал	ТП	2737	2520
		ПП	2556	84
		ХП	2556	84
16	Кабінет директора	ТП	665	150
		ПП	57	4,41
		ХП	1782	5
17	Групова кімната №2	ТП	2124	2667
		ПП	1439	92
		ХП	995	92
18	Музичний зал	ТП	1709	1650
		ПП	1511	48
		ХП	2633	48
19	Групова кімната №1	ТП	1235	1222
		ПП	1401	54
		ХП	298	52
20	Столова	ТП	3873	2939
		ПП	2983	238
		ХП	2983	238

Додаток Е

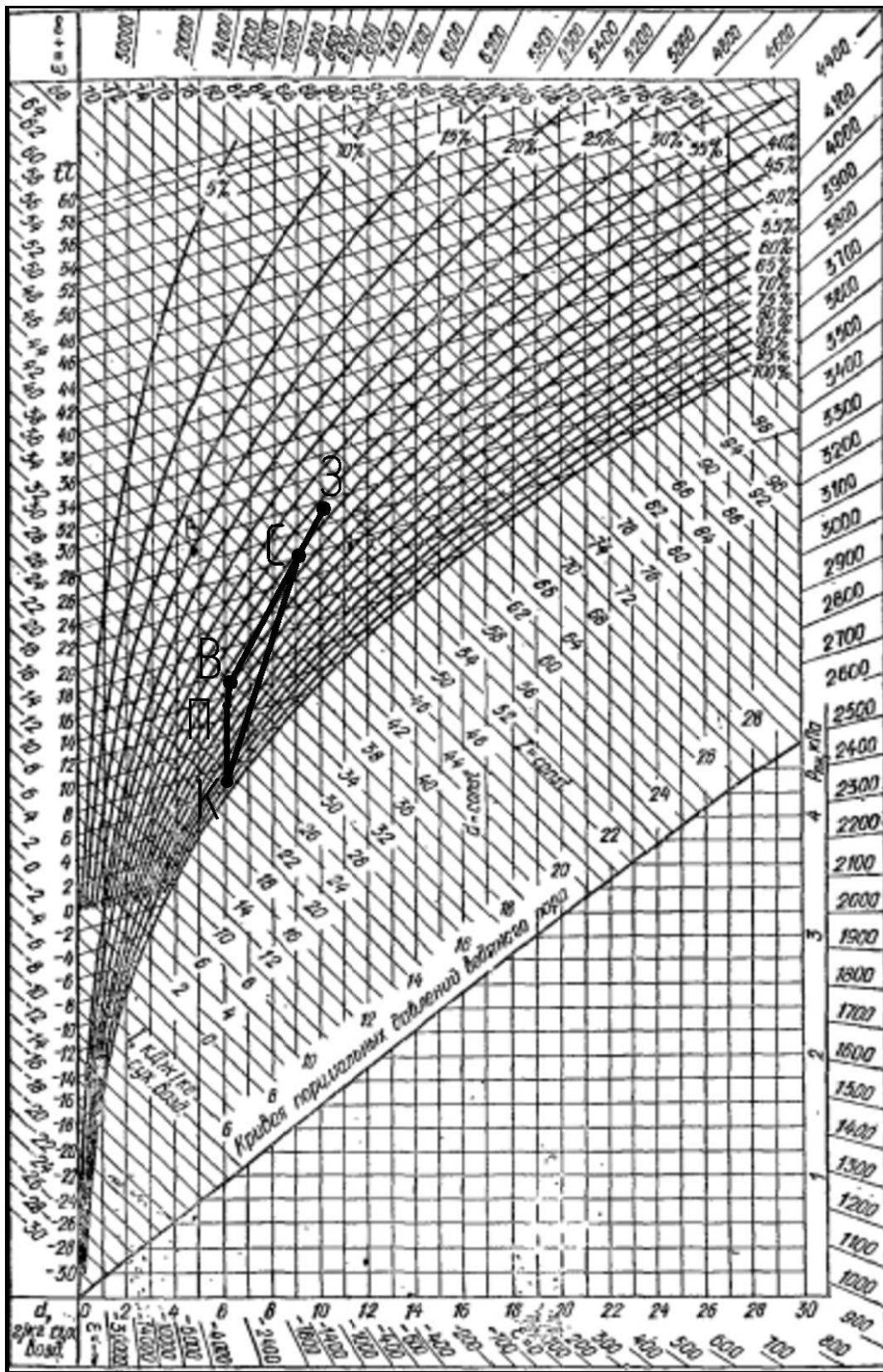


Рис. Е.1 - Схема обработки повітря в теплий період року для приміщення спортзалу

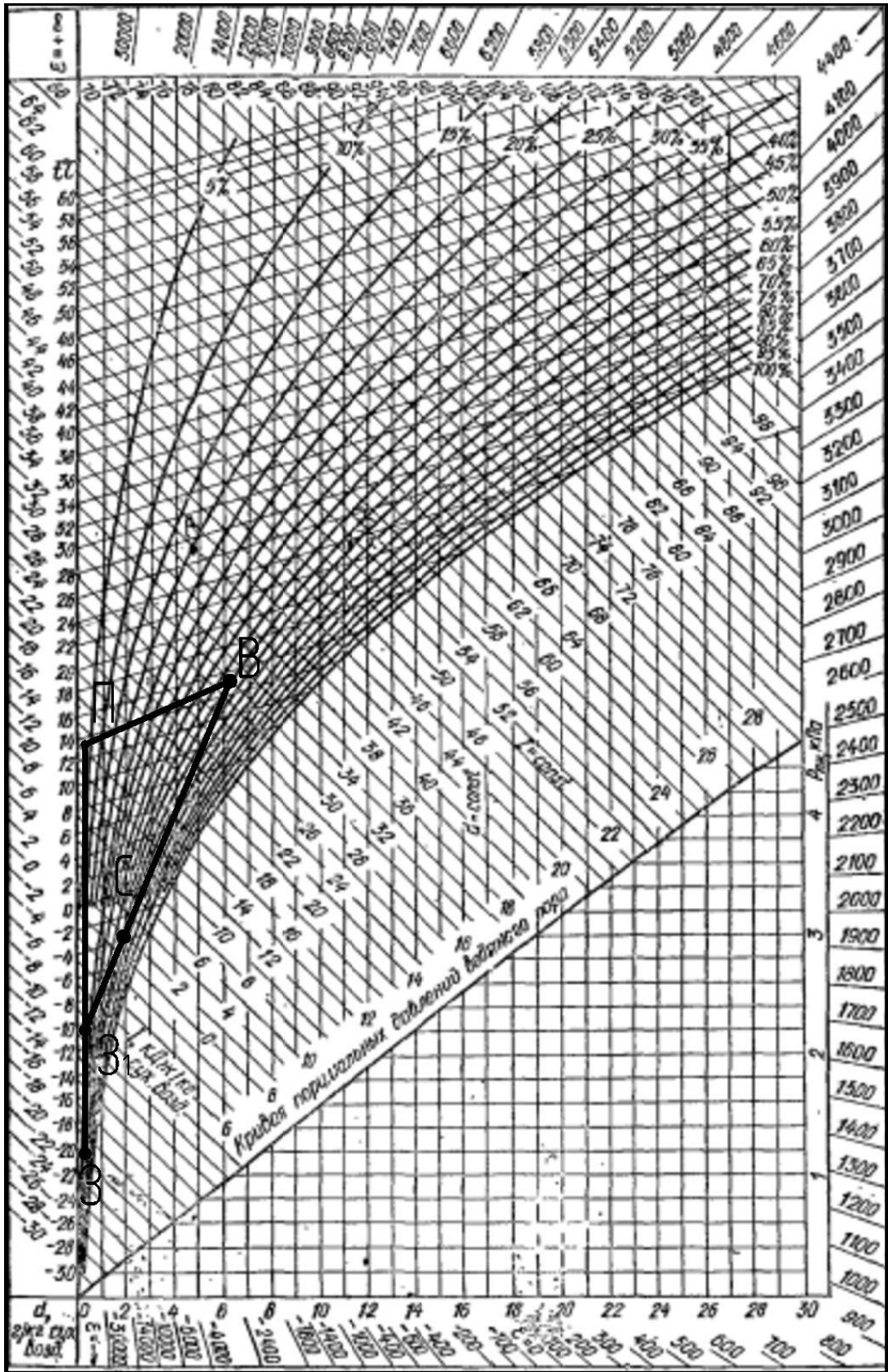


Рис. Е.2 - Схема обработки воздуха в холодный период року для приміщення спортзалу

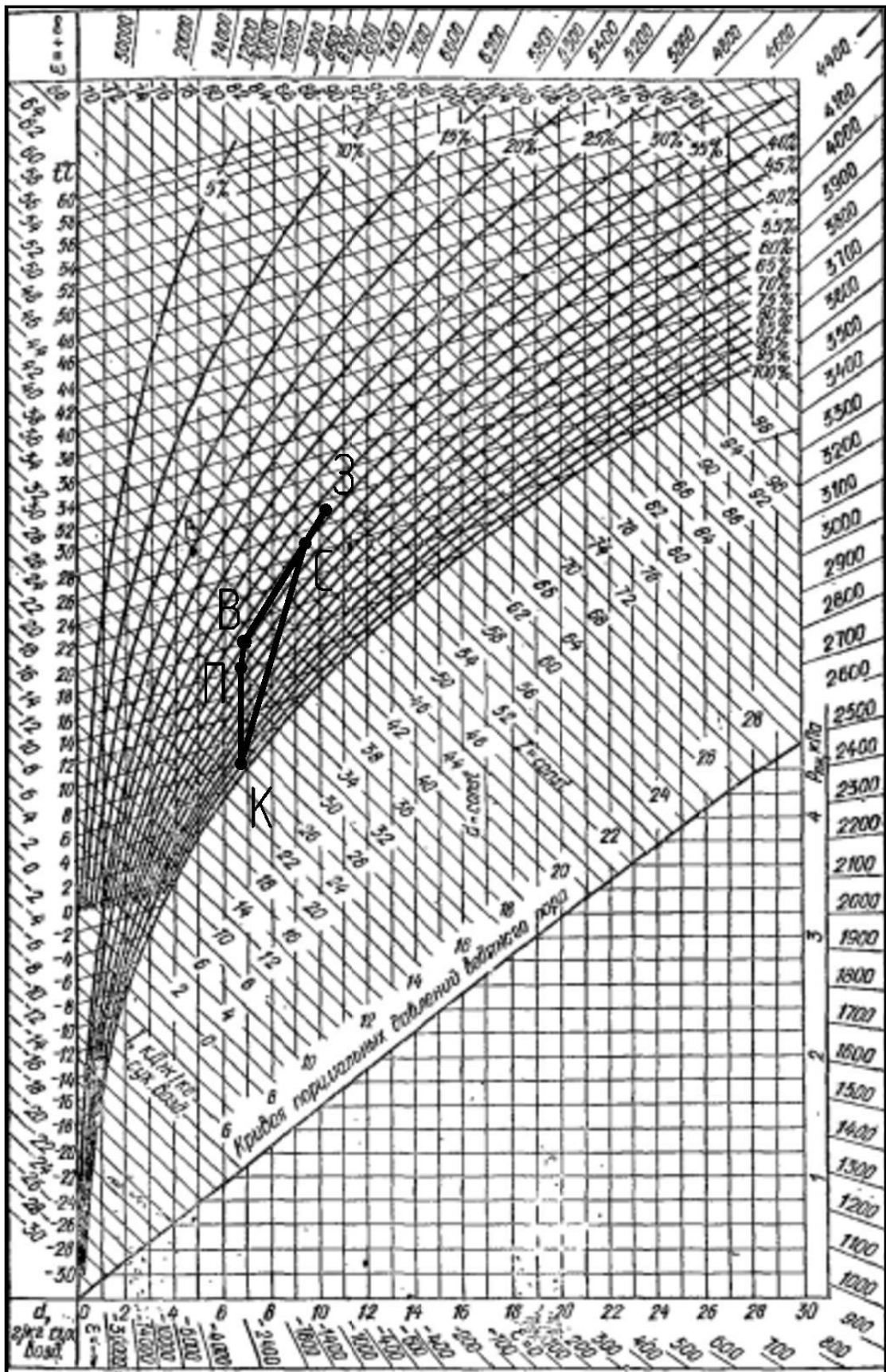


Рис. Е.3 - Схема обработки повітря в теплий період року для приміщення музичного залу та групової кімнати №19

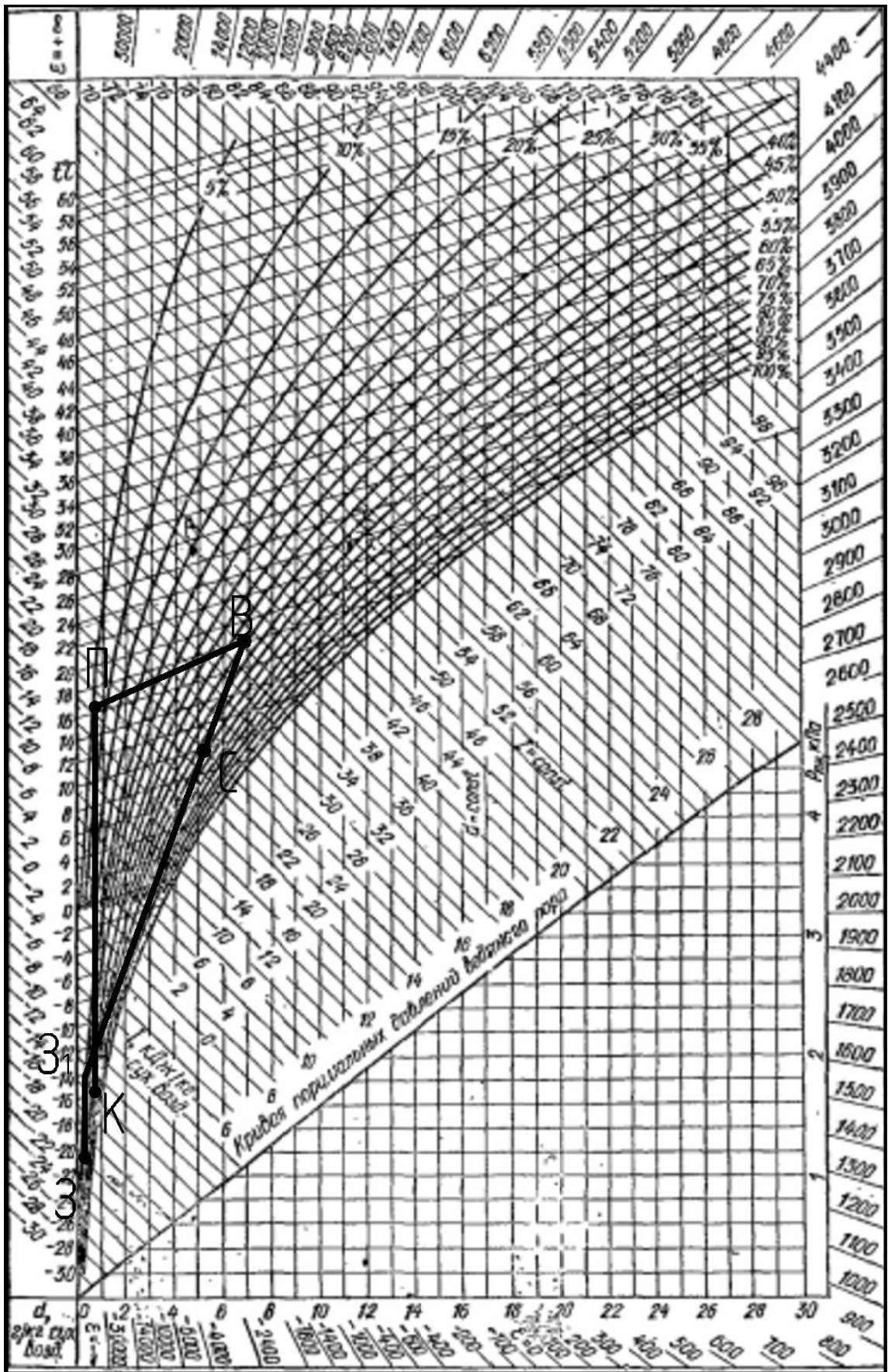


Рис. Е.4 - Схема обработки воздуха в холодный период року для помещения музыкального зала та групповой комнаты №19

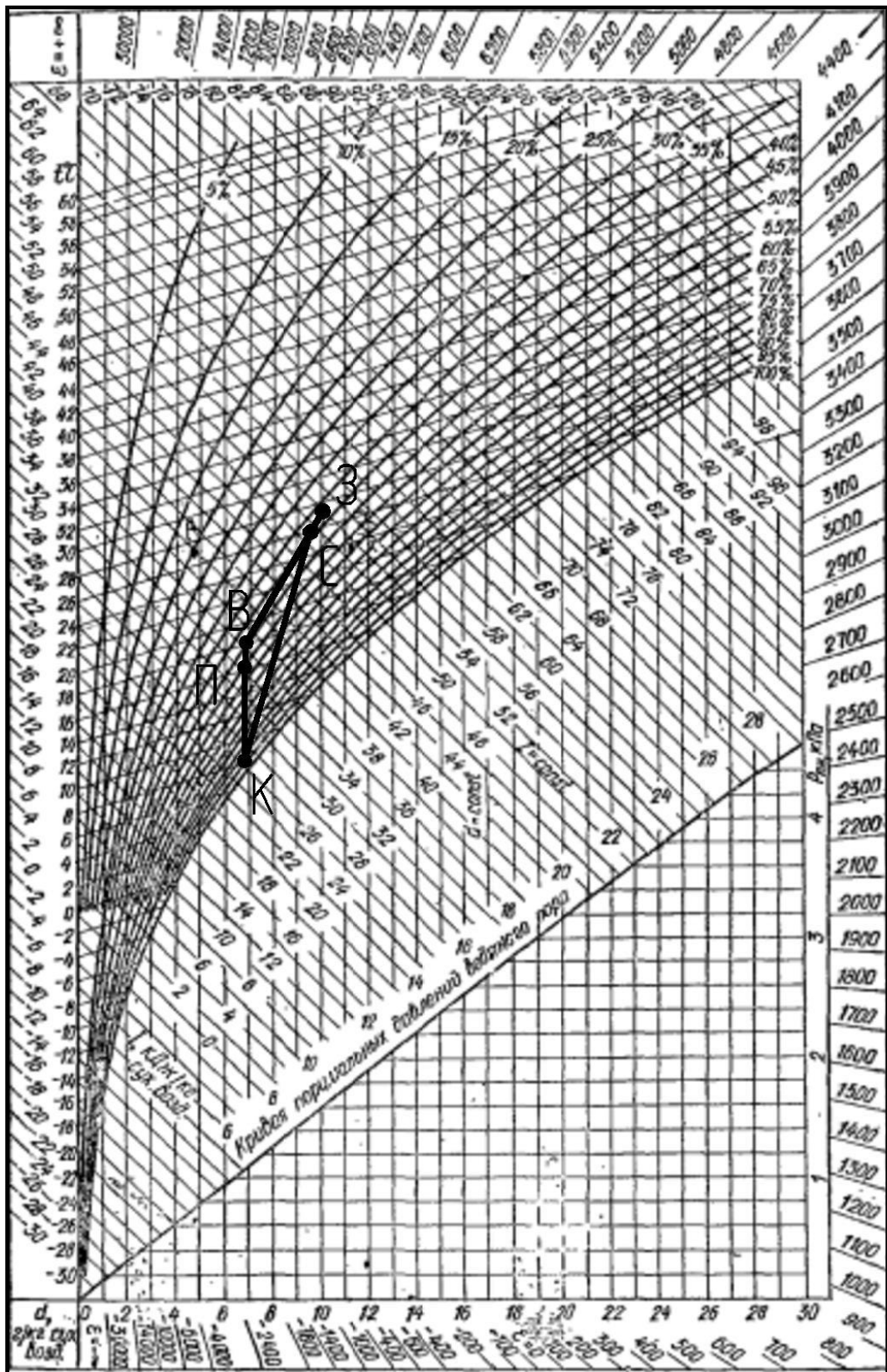


Рис. Е.5 - Схема обработки воздуха в теплый период року для помещений кабинетів

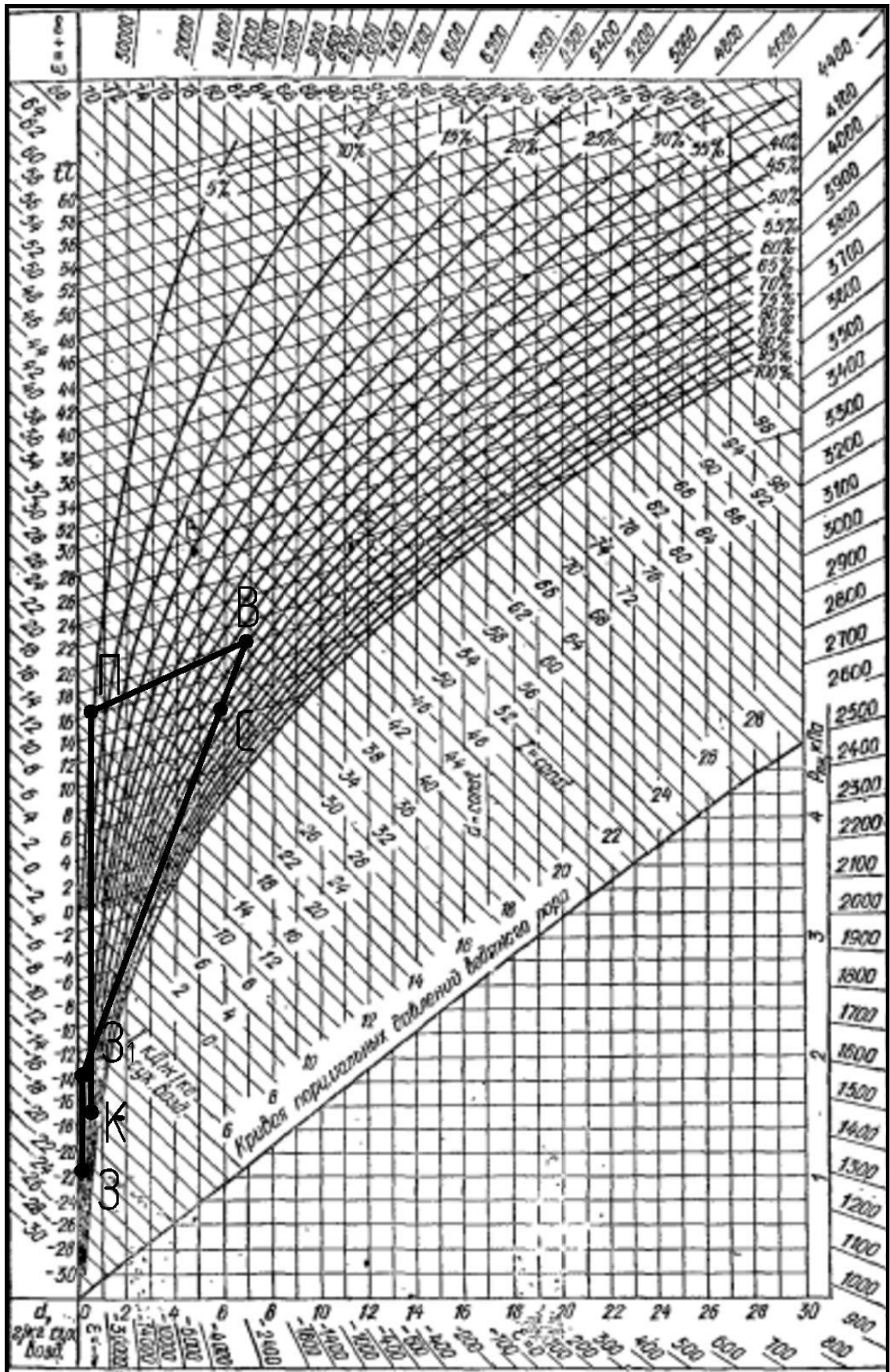


Рис. Е.6 - Схема обработки воздуха в холодный период года для помещений кабинетів

Додаток Ж

Таблиця Ж.1 - Аеродинамічний розрахунок витяжної системи вентиляції В1

№ ділянки	Витрага повітря L, м ³ /год	Довжина ділянки, l, м	Розміри повітропроводів				Швидкість повітря, V, м/с		Втрати на 1 м довжини ділянки R, Па/м, $(\lambda/d) \cdot (\rho v^2/2)$	Втрати на тертя, P _{тр} = R · l, Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, $\sum \zeta$	Динамічний тиск, P _д = $\rho v^2/2$, Па	Втрати тиску на місцевих опорах, Z = $\sum \zeta \cdot P_d$, Па	Втрати тиску на ділянках, Па, P _{гр} + Z
			a	b	d _{екв} , мм	F, м ²	Прийнята	Розрахункова						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Головна магістраль 1-2-3-4-5-6														
1	618	1,9	150	250	188	0,04	5	4,6	1,6	2,9	0,1	12,6	1,0	3,9
2	1235	0,9	250	250	250	0,06	5	5,5	1,5	1,4	1,0	18,1	18,1	19,5
3	2471	2,4	400	400	400	0,16	5	4,3	0,5	1,3	0,4	11,0	4,4	5,7
4	3088	0,7	400	500	444	0,20	5	4,3	0,5	0,3	0,0	11,0	0,0	0,3
5	3706	10,5	400	500	444	0,20	5	5,1	0,7	6,9	1,5	15,9	24,0	30,9
6	3706	1,0		500	500	0,20	5	5,2	0,6	0,6	1,0	16,5	17,2	17,8
Сумарні втрати тиску від початку мережі $\sum P = 78,1$ Па														
Відгалуження 7-8														
7	618	1,7	150	250	188	0,04	5	4,6	1,6	2,6	0,1	12,6	1,0	3,6
8	1235	1,0	250	250	250	0,06	5	5,5	1,5	1,5	1,0	18,1	18,1	19,6
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 23,2$ Па														
Нев'язка $((23,4 - 23,2)/23,2) \cdot 100 = 0,84\% < 10\%$														
Відгалуження 9														
9	618	2,7	150	250	188	0,04	5	4,6	1,56	4,13	0,6	12,6	7,5	11,7
Нев'язка $((29,06 - 11,7)/29,06) \cdot 100 = 60,26\% > 10\%$ $p_d = 29,06 - 11,7 = 17,39$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (17,39/4,6^2) = 1,4$														
Приймаємо дросельну діафрагму ДД 72x122														

Таблиця Ж.2 - Аеродинамічний розрахунок припливної системи вентиляції П1

№ ділянки	Витрата повітря $L, \text{ м}^3/\text{год}$	Довжина ділянки, $l, \text{ м}$	Розміри повітропроводів				Швидкість повітря, $V, \text{ м/с}$		Втрати на 1 м довжини ділянки $R, \text{ Па/м}, (\lambda/d) \cdot (\rho v^2/2)$	Втрати на тертя, $P_{\text{тр}} = R \cdot l, \text{ Па}$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, $\sum \zeta$	Динамічний тиск, $R_d = \rho v^2/2, \text{ Па}$	Втрати тиску на місцевих опорах, $Z = \sum \zeta \cdot R_d, \text{ Па}$	Втрати тиску на ділянках, $\text{Па}, P_{\text{гр}} + Z$
			a	b	$d_{\text{екв}}, \text{ мм}$	$F, \text{ м}^2$	Прийнята	Розрахункова						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Головна магістраль 1-2-...-7-8														
1	463	0,8	150	250	188	0,04	4	3,4	0,9	0,7	1,4	7,1	9,9	10,6
2	926	0,8	250	250	250	0,06	4	4,1	0,9	0,7	0,1	10,2	1,0	1,7
3	1390	0,8	250	300	273	0,08	4	5,1	1,2	0,9	0,1	15,9	1,6	2,5
4	1853	0,8	250	400	308	0,10	4	5,1	1,0	0,8	0,1	15,9	1,6	2,4
5	2316	0,8	400	400	400	0,16	4	4,0	0,5	0,4	0,1	9,7	1,0	1,3
6	2779	0,8	400	400	400	0,16	4	4,8	0,7	0,5	0,0	14,0	0,0	0,5
7	3243	0,8	400	400	400	0,16	4	5,6	0,9	0,7	0,0	19,0	0,0	0,7
8	3706	7,4	0	500	500	0,20	4	5,2	0,6	4,4	1,1	16,5	18,6	22,9
Сумарні втрати тиску від початку мережі $\sum P = 42,6 \text{ Па}$														

Таблиця Ж.3 – Аеродинамічний розрахунок припливної системи вентиляції П2

№ ділянки	Витрата повітря $L, \text{ м}^3/\text{год}$	Довжина ділянки, $l, \text{ м}$	Розміри повітропроводів			Швидкість повітря, $V, \text{ м/с}$		Втрати на 1 м довжини ділянки $R, \text{ Па/м}, (\lambda/d) \cdot (\rho v^2/2)$	Втрати на тертя, $P_{\text{тр}} = R \cdot l, \text{ Па}$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, $\sum \zeta$	Динамічний тиск, $R_d = \rho v^2/2, \text{ Па}$	Втрати тиску на місцевих опорах, $Z = \sum \zeta \cdot R_d, \text{ Па}$	Втрати тиску на ділянках, $\text{Па}, P_{\text{гр}} + Z$
			d, мм	$d_{\text{екв}}, \text{ мм}$	$F, \text{ м}^2$	Прийнята	Розрахункова						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	991	3,1	250	250	0,05	5	5,6	1,6	4,9	1,7	18,9	31,4	36,3
2	1983	2,8	355	355	0,10	5	5,6	1,0	2,8	0,1	18,6	0,9	3,7
3	2974	2,8	450	450	0,16	5	5,2	0,7	1,8	0,0	16,2	0,6	2,5
4	3966	16,9	500	500	0,20	5	5,6	0,7	11,3	1,3	18,9	25,0	36,3
Сумарні втрати тиску від початку мережі $\sum P = 78,77 \text{ Па}$													
Відгалудження 5													
5	991	0,3	250	250	0,05	5	5,6	1,6	0,5	3,0	18,9	56,7	57,2
Нев'язка $((36,3 - 57,2)/36,3) \cdot 100 = 57,7 \% > 10\%$ $p_d = 36,3 - 57,2 = 20,92 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (20,92/5,6^2) = 1,11$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 17^\circ$													

Продовження таблиці Ж.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Відгалудження 6													
6	991	0,3	250	250	0,05	5	5,6	1,6	0,5	2,3	18,9	42,7	43,2
Нев'язка $((40,01 - 43,2)/40,01) \cdot 100 = 7,9 \% < 10\%$													
Відгалудження 7													
7	991	0,5	250	250	0,05	5	5,6	1,6	0,8	3,0	18,9	56,7	57,5
Нев'язка $((43,07 - 57,5)/43,07) \cdot 100 = 33,54 \% > 10\%$ $p_d = 43,07 - 57,5 = 14,44 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (14,44/5,6^2) = 0,77$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 13^\circ$													

Таблиця Ж.4 – Аеродинамічний розрахунок витяжної системи В2

№ ділянки	Витрата повітря L, м ³ /год	Довжина ділянки, І, м	Розміри повітропроводів			Швидкість повітря, V, м/с		Втрати на 1 м довжини ділянки R, Па/м, $(\lambda/d) \cdot (\rho v^2/2)$	Втрати на тертя, $R_{тр} = R \cdot l$, Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, $\sum \zeta$	Динамічний тиск, $R_d = \rho v^2/2$, Па	Втрати тиску на місцевих опорах, $Z = \sum \zeta \cdot R_d$, Па	Втрати тиску на ділянках, Па, $R_{тр} + Z$
			d, мм	d _{екв} , мм	F, м ²	Прийнята	Розрахункова						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Головна магістраль 1-2-3-4-5													
1	991	3,1	250	250	0,05	5	5,6	1,6	4,9	1,3	18,9	23,8	52,8
2	1983	2,8	355	355	0,10	5	5,6	1,0	2,8	0,6	18,6	11,2	14,0
3	2974	2,8	450	450	0,16	5	5,2	0,7	1,8	0,7	16,2	11,3	13,2
4	3966	10,7	450	450	0,16	5	6,9	1,1	12,1	1,8	28,8	50,7	62,8
5	3966	1,0	450	450	0,16	5	6,9	1,1	1,1	1,7	28,8	50,1	51,3
Сумарні втрати тиску від початку мережі $\sum P = 194,02 \text{ Па}$													
Відгалудження 6													
6	991	0,3	250	250	0,05	5	5,6	1,6	0,5	1,0	18,9	18,9	43,5
Нев'язка $((52,82 - 43,5)/52,8) \cdot 100 = 17,66 \% > 10\%$ $p_d = 52,82 - 43,5 = 9,33 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (9,33/5,6^2) = 0,49$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 6^\circ$													
Відгалудження 7													
7	991	0,3	250	250	0,05	5	5,6	1,6	0,5	0,4	18,9	7,6	32,1
Нев'язка $((66,8 - 32,1)/66,8) \cdot 100 = 51,86 \% > 10\%$ $p_d = 66,8 - 32,1 = 34,6 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (34,6/5,6^2) = 1,84$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 22^\circ$													
Відгалудження 8													
8	991	0,3	250	250	0,05	5	5,6	1,6	0,5	0,9	18,9	16,1	40,7
Нев'язка $((79,97 - 40,7)/79,97) \cdot 100 = 49,16 \% > 10\%$ $p_d = 79,97 - 40,7 = 39,31 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (39,31/5,6^2) = 2,08$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 23^\circ$													

Таблиця Ж.5 – Аеродинамічний розрахунок витяжної системи вентиляції ВЗ

№ ділянки	Витрата повітря L, м ³ /год	Довжина ділянки, l, м	Розміри повітропроводів			Швидкість повітря, V, м/с		Втрати на 1 м довжини ділянки R, Па/м, (λ/d) · ($\rho v^2/2$)	Втрати на тертя, R _{тр} = R · l, Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, $\sum \zeta$	Динамічний тиск, R _д = $\rho v^2/2$, Па	Втрати тиску на місцевих опорах, Z = $\sum \zeta \cdot R_d$, Па	Втрати тиску на ділянках, Па, R _{гр} + Z
			d, мм	d _{екв} , мм	F, м ²	Прийнята	Розрахункова						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Головна магістраль 1-2-...-12-13													
1	856	8,1	250	250	0,05	5	4,8	1,2	9,8	0,8	14,1	11,5	38,4
2	2567	2,5	400	400	0,13	5	5,7	0,9	2,3	0,6	19,3	11,6	13,9
3	3423	2,5	450	450	0,16	5	6,0	0,9	2,1	0,1	21,5	2,1	4,3
4	5134	2,5	560	560	0,25	5	5,8	0,6	1,5	0,2	20,1	4,0	5,6
5	5990	2,5	630	630	0,31	5	5,3	0,5	1,1	0,2	17,1	3,4	4,6
6	7701	2,5	710	710	0,40	5	5,4	0,4	1,0	0,2	17,5	3,5	4,5
7	8557	2,5	710	710	0,40	5	6,0	0,5	1,2	0,4	21,6	8,7	9,9
8	10268	2,5	800	800	0,50	5	5,7	0,4	0,9	0,2	19,3	3,9	4,8
9	11124	2,5	800	800	0,50	5	6,2	0,4	1,1	1,3	22,7	29,5	30,6
10	12835	2,5	900	900	0,64	5	5,6	0,3	0,8	0,2	18,9	3,8	4,6
11	13691	2,5	900	900	0,64	5	6,0	0,4	0,9	2,2	21,5	47,2	48,1
12	15402	8,0	1000	1000	0,79	5	5,5	0,3	2,1	1,4	17,8	25,0	27,1
13	15402	2,0	1000	1000	0,79	5	5,5	0,3	0,5	1,8	17,8	32,1	32,6
Сумарні втрати тиску від початку мережі $\sum P=228,84$ Па													
Відгалудження 14													
14	856	8,1	250	250	0,05	5	4,8	1,2	9,8	0,8	14,1	11,5	38,4
Нев'язка $((38,37- 38,37)/38,37) \cdot 100 = 0\% < 10\%$													
Відгалудження 15													
15	856	3,5	250	250	0,05	5	4,8	1,2	4,2	0,6	14,1	7,9	29,1
Нев'язка $((38,37- 29,12)/ 38,37) \cdot 100 = 24,12\% > 10\%$ $p_d = 38,37- 29,12 = 9,25$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (9,25/4,8^2) = 0,66$ Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha=12^\circ$													
Відгалудження 16													
16	856	8,1	250	250	0,05	5	4,8	1,2	9,8	0,6	14,1	8,7	35,6
Нев'язка $((56,52- 35,55)/ 56,52) \cdot 100 = 37,1\% > 10\%$ $p_d = 56,52- 35,55 = 20,97$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (20,97/4,8^2) = 1,49$ Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha=20^\circ$													
Відгалудження 17													
17	856	1,0	250	250	0,05	5	4,8	1,2	1,2	0,1	14,1	1,4	19,6
Нев'язка $((52,23- 19,62)/ 52,23) \cdot 100 = 62,44\% > 10\%$ $p_d = 52,23- 19,62 = 32,61$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (32,61/4,8^2) = 2,32$ Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha=24^\circ$													
Відгалудження 18													
18	856	8,1	250	250	0,05	5	4,8	1,2	9,8	0,6	14,1	8,7	35,6
Нев'язка $((56,52- 35,55)/ 56,52) \cdot 100 = 37,1\% > 10\%$ $p_d = 56,52- 35,55 = 20,97$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (20,97/4,8^2) = 1,49$													

Продовження таблиці Ж.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha=20^0$													
Відгалудження 19													
19	856	8,1	250	250	0,05	5	4,8	1,2	9,8	0,7	14,1	10,1	37,0
Нев'язка $((66,65 - 37)/66,65) \cdot 100 = 42,82 \% > 10\%$ $p_d = 66,65 - 37 = 29,69$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (29,56/4,8^2) = 2,11$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha=23^0$													
Відгалудження 20													
20	856	1,0	250	250	0,05	5	4,8	1,2	1,2	0,6	14,1	8,4	26,7
Нев'язка $((62,08 - 26,66)/62,08) \cdot 100 = 57,06 \% > 10\%$ $p_d = 62,08 - 26,66 = 35,43$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (35,43/4,8^2) = 2,52$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha=25^0$													
Відгалудження 21													
21	856	8,1	250	250	0,05	5	4,8	1,2	9,8	0,7	14,1	10,1	37,0
Нев'язка $((66,65 - 37)/66,65) \cdot 100 = 42,82 \% > 10\%$ $p_d = 66,65 - 37 = 29,69$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (29,56/4,8^2) = 2,11$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha=23^0$													
Відгалудження 22													
22	856	8,1	250	250	0,05	5	4,8	1,2	9,8	0,9	14,1	13,0	39,8
Нев'язка $((81,04 - 39,8)/81,04) \cdot 100 = 50,92 \% > 10\%$ $p_d = 81,04 - 39,8 = 41,26$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (41,26/4,8^2) = 2,94$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha=27^0$													
Відгалудження 23													
23	856	1,0	250	250	0,05	5	4,8	1,2	1,2	0,3	14,1	4,2	22,4
Нев'язка $((74,16 - 22,4)/74,16) \cdot 100 = 68,47 \% > 10\%$ $p_d = 74,16 - 22,4 = 48,73$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (48,73/4,8^2) = 3,47$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha=27^0$													
Відгалудження 24													
24	856	8,1	250	250	0,05	5	4,8	1,2	9,8	0,9	14,1	13,0	39,8
Нев'язка $((81,04 - 39,8)/81,04) \cdot 100 = 50,92 \% > 10\%$ $p_d = 81,04 - 39,8 = 41,26$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (41,26/4,8^2) = 2,94$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha=27^0$													
Відгалудження 25													
25	856	8,1	250	250	0,05	5	4,8	1,2	9,8	1,8	14,1	25,6	52,5
Нев'язка $((116,47 - 52,45)/116,47) \cdot 100 = 54,96 \% > 10\%$ $p_d = 116,47 - 52,45 = 64,01$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (64,01/4,8^2) = 4,55$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha=31^0$													
Відгалудження 26													
26	856	1,0	250	250	0,05	5	4,8	1,2	1,2	0,3	14,1	4,2	22,4
Нев'язка $((85,86 - 22,43)/85,86) \cdot 100 = 73,87 \% > 10\%$ $p_d = 85,86 - 22,43 = 63,42$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (63,42/4,8^2) = 4,51$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha=31^0$													
Відгалудження 27													
27	856	8,1	250	250	0,05	5	4,8	1,2	9,8	1,8	14,1	25,6	52,5
Нев'язка $((116,47 - 52,45)/116,47) \cdot 100 = 54,96 \% > 10\%$ $p_d = 116,47 - 52,45 = 64,01$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (64,01/4,8^2) = 4,55$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha=31^0$													
Відгалудження 28													
28	856	8,1	250	250	0,05	5	4,8	1,2	9,8	2,7	14,1	38,3	65,1
Нев'язка $((169,16 - 65,13)/169,16) \cdot 100 = 61,5 \% > 10\%$ $p_d = 169,16 - 65,13 = 104,03$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (104,03/4,8^2) = 7,4$													

Продовження таблиці Ж.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Приймаємо дросель-кран з кутом створки $\alpha=35^0$													
Відгалудження 29													
29	856	1,0	250	250	0,05	5	4,8	1,2	1,2	0,3	14,1	4,2	22,4
Нев'язка $((121,04- 22,43)/ 121,04) \cdot 100 = 81,47 \% > 10\%$ $p_d = 121,04- 22,43 = 98,6 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (98,6 / 4,8^2) = 7,02$													
Приймаємо дросель-кран з кутом створки $\alpha=35^0$													
Відгалудження 30													
30	856	8,1	250	250	0,05	5	4,8	1,2	9,8	2,7	14,1	38,3	65,1
Нев'язка $((169,16- 65,13)/ 96,67) \cdot 100 = 61,5 \% > 10\%$ $p_d = 169,16- 65,13 = 104,03 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (104,03 / 4,8^2) = 7,4$													
Приймаємо дросель-кран з кутом створки $\alpha=35^0$													

Таблиця Ж.6 – Аеродинамічний розрахунок припливної системи ПЗ

№ ділянки	Витрата повітря $L, \text{ м}^3 / \text{год}$	Довжина ділянки, $L, \text{ м}$	Розміри повітропроводів				Швидкість повітря, $V, \text{ м/с}$		Втрати на 1 м довжини ділянки $R, \text{ Па/м}, (\lambda/d) \cdot (\rho v^2/2)$	Втрати на тертя, $R_{тр} = R \cdot L, \text{ Па}$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, $\sum \zeta$	Динамічний тиск, $R_d = \rho v^2/2, \text{ Па}$	Втрати тиску на місцевих опорах, $Z = \sum \zeta \cdot R_d, \text{ Па}$	Втрати тиску на ділянках, $\text{Па}, R_{тр} + Z$
			a	b	$d_{\text{екв}}, \text{ мм}$	$F, \text{ м}^2$	Прийнята	Розрахункова						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Головна магістраль 1-2-3-4-5-6-7-8														
1	1733	3,8	250	400	308	0,10	5	4,8	0,9	3,5	0,1	13,9	1,4	4,8
2	3466	3,8	400	400	400	0,16	5	6,0	1,0	3,8	0,1	21,7	2,2	5,9
3	5198	3,8	500	500	500	0,25	5	5,8	0,7	2,6	0,1	20,0	2,0	4,6
4	6931	3,8	600	600	600	0,36	5	5,3	0,5	1,8	0,2	17,2	3,1	5,0
5	8664	3,8	600	800	686	0,48	5	5,0	0,4	1,4	0,0	15,1	0,0	1,4
6	10397	3,8	600	800	686	0,48	5	6,0	0,5	1,9	0,2	21,7	3,8	5,7
7	12129	3,8	800	800	800	0,64	5	5,3	0,3	1,2	0,0	16,6	0,0	1,2
8	13862	12,8	800	800	800	0,64	5	6,0	0,4	5,4	4,2	21,7	91,2	96,6
9	13862	7,3		900	900	0,64	5	6,1	0,4	2,7	0,7	22,0	15,8	18,5
Сумарні втрати тиску від початку мережі $\sum P = 143,88 \text{ Па}$														

Таблиця Ж.7 – Аеродинамічний розрахунок витяжної системи В4

№ ділянки	Витрата повітря L, м ³ /год	Довжина ділянки, l, м	Розміри повітропроводів			Швидкість повітря, V, м/с		Втрати на 1 м довжини ділянки R, Па/м, (λ/d) · ($\rho v^2/2$)	Втрати на тертя, $R_{тр} = R \cdot l$, Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, $\sum \zeta$	Динамічний тиск, $R_d = \rho v^2/2$, Па	Втрати тиску на місцевих опорах, $Z = \sum \zeta \cdot R_d$, Па	Втрати тиску на ділянках, Па, $R_{гр} + Z$
			d, мм	d _{екв} , мм	F, м ²	Прийнята	Розрахункова						
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Головна магістраль 1-2-3-4-5-6-7													
1	869	5,5	250	250	0,05	5	4,9	1,2	6,8	1,5	14,5	22,1	47,9
2	1739	3,7	355	355	0,10	5	4,9	0,8	3,0	0,6	14,3	8,6	11,5
3	2608	1,9	450	450	0,16	5	4,6	0,5	1,0	0,8	12,5	10,0	10,9
4	4347	3,5	560	560	0,25	5	4,9	0,5	1,6	0,4	14,4	5,8	7,4
5	8694	1,7	800	800	0,50	5	4,8	0,3	0,5	0,6	13,9	8,3	8,8
6	13042	10,7	800	800	0,50	5	7,2	0,6	6,4	0,7	31,2	21,8	28,2
7	13042	1,0	900	900	0,64	5	5,7	0,3	0,3	1,9	19,5	36,0	36,4
Сумарні втрати тиску від початку мережі $\sum P = 151,14$ Па													
Відгалуження 8-9													
8	869	5,5	250	250	0,05	5	4,9	1,2	6,8	1,5	14,5	22,1	47,9
9	1739	1,9	355	355	0,10	5	4,9	0,8	1,5	0,9	14,3	12,9	14,4
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 62,29$ Па													
Нев'язка $((70,42 - 62,29)/70,42) \cdot 100 = 11,55 \% > 10\%$ $r_d = 70,42 - 62,29 = 8,13$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (8,13/4,9^2) = 0,57$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 11^\circ$													
Відгалуження 10-11-12													
10	869	5,5	250	250	0,05	5	4,9	1,2	6,8	1,5	14,5	22,1	47,9
11	1739	3,7	355	355	0,10	5	4,9	0,8	3,0	0,6	14,3	8,6	11,5
12	2608	1,9	450	450	0,16	5	4,6	0,5	1,0	0,4	12,5	5,0	6,0
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 65,43$ Па													
Нев'язка $((77,77 - 65,43)/77,77) \cdot 100 = 15,86 \% > 10\%$ $r_d = 77,77 - 65,43 = 12,34$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (12,34/4,9^2) = 0,99$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 16^\circ$													
Відгалуження 13-14													
13	869	5,5	250	250	0,05	5	4,9	1,2	6,8	1,5	14,5	22,1	47,9
14	1739	1,9	355	355	0,10	5	4,9	0,8	1,5	0,4	14,3	5,7	7,2
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 55,14$ Па													
Нев'язка $((77,77 - 55,14)/77,77) \cdot 100 = 29,1 \% > 10\%$ $r_d = 77,77 - 55,14 = 22,63$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (22,63/4,9^2) = 1,59$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 20^\circ$													
Відгалуження 15-16-17-18													
15	869	5,5	250	250	0,05	5	4,9	1,2	6,8	1,5	14,5	22,1	47,9
16	1739	3,7	355	355	0,10	5	4,9	0,8	3,0	0,6	14,3	8,6	11,5
17	2608	1,9	450	450	0,16	5	4,6	0,5	1,0	0,8	12,5	10,0	10,9
18	4347	1,7	560	560	0,25	5	4,9	0,5	0,8	1,4	14,4	20,2	21,0
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 91,42$ Па													

Продовження таблиці Ж.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Нев'язка $((86,58 - 91,42)/86,58) \cdot 100 = 5,59\% < 10\%$													
Відгалудження 19-20													
19	869	5,5	250	250	0,05	5	4,9	1,2	6,8	1,5	14,5	22,1	47,9
20	1739	1,9	355	355	0,10	5	4,9	0,8	1,5	0,9	14,3	12,9	14,4
Сумарні втрати тиску відгалудження $\sum P = 62,29$ Па													
Нев'язка $((70,42 - 62,29)/70,42) \cdot 100 = 11,55\% > 10\%$ $p_d = 70,42 - 62,29 = 8,13$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (8,13/4,9^2) = 0,57$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 11^\circ$													
Відгалудження 21													
21	869	1,7	250	250	0,05	5	4,9	1,2	2,2	1,3	14,5	18,3	39,5
Нев'язка $((47,93 - 39,49)/47,93) \cdot 100 = 17,61\% > 10\%$ $p_d = 47,93 - 39,49 = 8,44$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (8,44/4,9^2) = 0,58$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 11^\circ$													
Відгалудження 22													
22	869	1,7	250	250	0,05	5	4,9	1,2	2,2	0,7	14,5	9,6	30,8
Нев'язка $((59,48 - 30,77)/59,48) \cdot 100 = 48,27\% > 10\%$ $p_d = 59,48 - 30,77 = 28,71$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (28,71/4,9^2) = 1,98$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 22^\circ$													
Відгалудження 23													
23	869	1,7	250	250	0,05	5	4,9	1,2	2,2	1,3	14,5	18,3	39,5
Нев'язка $((47,93 - 39,49)/47,93) \cdot 100 = 17,61\% > 10\%$ $p_d = 47,93 - 39,49 = 8,44$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (8,44/4,9^2) = 0,58$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 11^\circ$													
Відгалудження 24													
24	869	1,7	250	250	0,05	5	4,9	1,2	2,2	1,3	14,5	18,3	39,5
Нев'язка $((47,93 - 39,49)/47,93) \cdot 100 = 17,61\% > 10\%$ $p_d = 47,93 - 39,49 = 8,44$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (8,44/4,9^2) = 0,58$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 11^\circ$													
Відгалудження 25													
25	869	1,7	250	250	0,05	5	4,9	1,2	2,2	0,7	14,5	9,6	30,8
Нев'язка $((59,48 - 30,77)/59,48) \cdot 100 = 48,27\% > 10\%$ $p_d = 59,48 - 30,77 = 28,71$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (28,71/4,9^2) = 1,98$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 22^\circ$													
Відгалудження 26													
26	869	1,7	250	250	0,05	5	4,9	1,2	2,2	1,3	14,5	18,3	39,5
Нев'язка $((47,93 - 39,49)/47,93) \cdot 100 = 17,61\% > 10\%$ $p_d = 47,93 - 39,49 = 8,44$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (8,44/4,9^2) = 0,58$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 11^\circ$													
Відгалудження 27													
27	869	1,7	250	250	0,05	5	4,9	1,2	2,2	1,3	14,5	18,3	39,5
Нев'язка $((47,93 - 39,49)/47,93) \cdot 100 = 17,61\% > 10\%$ $p_d = 47,93 - 39,49 = 8,44$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (8,44/4,9^2) = 0,58$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 11^\circ$													
Відгалудження 28													
28	869	1,7	250	250	0,05	5	4,9	1,2	2,2	0,7	14,5	9,6	30,8
Нев'язка $((59,48 - 30,8)/59,48) \cdot 100 = 48,27\% > 10\%$ $p_d = 59,48 - 30,8 = 28,71$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (28,71/4,9^2) = 1,98$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 22^\circ$													
Відгалудження 29													
29	869	1,7	250	250	0,05	5	4,9	1,2	2,2	1,3	14,5	18,3	39,5

Продовження таблиці Е.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Нев'язка $((47,93- 39,5)/47,93) \cdot 100 = 17,61 \% > 10\%$													
$p_d = 47,93- 39,5 = 8,44 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (8,44/4,9^2) = 0,58$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha=11^\circ$													

Таблиця Ж.8 – Аеродинамічний розрахунок припливної системи вентиляції П4

№ ділянки	Витрата повітря $L, \text{ м}^3/\text{год}$	Довжина ділянки, $l, \text{ м}$	Розміри повітропроводів				Швид-кість повітря, $V, \text{ м/с}$		Втрати на 1 м довжини ділянки $R, \text{ Па/м}, (\lambda/d) \cdot (\rho v^2/2)$	Втрати на тертя, $P_{\text{тр}} = R \cdot l, \text{ Па}$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, $\sum \zeta$	Динамічний тиск, $R_d = \rho v^2/2, \text{ Па}$	Втрати тиску на місцевих опорах, $Z = \sum \zeta \cdot R_d, \text{ Па}$	Втрати тиску на ділянках, $\text{Па}, P_{\text{тр}} + Z$
			a	b	$d_{\text{екв}}, \text{ мм}$	$F, \text{ м}^2$	Прийнята	Розрахункова						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Головна магістраль 1-2-3-4-5														
1	1956	2,9	250	400	308	0,10	5	5,4	1,2	3,4	0,1	17,7	1,8	5,2
2	3913	2,9	400	500	444	0,20	5	5,4	0,7	2,1	0,1	17,7	1,8	3,9
3	5869	2,9	500	600	545	0,30	5	5,4	0,6	1,7	0,2	17,7	4,0	5,7
4	7825	2,9	600	600	600	0,36	5	6,0	0,6	1,8	0,2	21,9	3,3	5,1
5	9781	2,9	600	800	686	0,48	5	5,7	0,5	1,3	0,2	19,2	3,1	4,4
6	11738	11,5	800	800	800	0,64	5	5,1	0,3	3,6	1,4	15,6	21,8	25,4
7	11738	8,9		900	900	0,64	5	5,1	0,3	2,4	1,0	15,8	16,2	18,7
Сумарні втрати тиску від початку мережі $\sum P = 68,3 \text{ Па}$														

Таблиця Ж.9 - Аеродинамічний розрахунок витяжної системи вентиляції В5

№ ділянки	Витрата повітря $L, \text{ м}^3/\text{год}$	Довжина ділянки, $l, \text{ м}$	Розміри повітропроводів			Швид-кість повітря, $V, \text{ м/с}$		Втрати на 1 м довжини ділянки $R, \text{ Па/м}, (\lambda/d) \cdot (\rho v^2/2)$	Втрати на тертя, $P_{\text{тр}} = R \cdot l, \text{ Па}$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, $\sum \zeta$	Динамічний тиск, $R_d = \rho v^2/2, \text{ Па}$	Втрати тиску на місцевих опорах, $Z = \sum \zeta \cdot R_d, \text{ Па}$	Втрати тиску на ділянках, $\text{Па}, P_{\text{тр}} + Z$
			d, мм	$d_{\text{екв}}, \text{ мм}$	$F, \text{ м}^2$	Прийнята	Розрахункова						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Головна магістраль 1-2-...-8-9													
1	105	1,1	100	100	0,01	4	3,7	2,3	2,6	1,2	8,3	10,3	59,3
2	210	1,1	125	125	0,01	4	4,8	2,8	3,0	1,0	13,6	13,6	16,6
3	421	0,9	200	200	0,03	4	3,7	1,0	0,9	0,4	8,3	3,3	4,2
4	536	1,8	200	200	0,03	4	4,7	1,5	2,8	1,0	13,5	13,5	16,2

Продовження таблиці Ж.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	1047	2,3	250	250	0,05	4	5,9	1,8	4,0	1,1	21,1	23,4	27,5
6	1898	3,3	400	400	0,13	4	4,2	0,5	1,7	0,2	10,6	2,1	3,8
7	2183	5,7	400	400	0,13	4	4,8	0,7	3,8	1,7	14,0	23,4	27,3
8	4850	10,6	560	560	0,25	4	5,5	0,6	5,9	0,0	18,0	0,0	5,9
9	4850	0,8	560	560	0,25	4	5,5	0,6	0,4	1,5	18,0	27,7	28,1
Сумарні втрати тиску від початку мережі $\sum P = 188,92$ Па													
Відгалуження 10-11-12-13													
10	100	1,1	100	100	0,01	4	3,5	2,1	2,4	1,2	7,6	9,4	55,2
11	201	1,1	125	125	0,01	4	4,5	2,6	2,8	1,0	12,4	12,4	15,1
12	401	0,9	200	200	0,03	4	3,5	0,9	0,8	0,4	7,6	3,0	4,8
13	512	5,9	200	200	0,03	4	4,5	1,4	8,3	1,2	12,3	15,2	23,5
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 97,64$ Па													
Нев'язка $((96,4 - 97,64)/96,4) \cdot 100 = 1,29 \% < 10\%$													
Відгалуження 14-15													
14	61	5,4	100	100	0,01	4	2,1	0,9	4,6	1,6	2,8	4,3	42,4
15	111	1,4	100	100	0,01	4	3,9	2,6	3,7	0,3	9,2	2,8	6,4
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 48,8$ Па													
Нев'язка $((74,14 - 48,8)/74,14) \cdot 100 = 34,19 \% > 10\%$ $p_d = 74,14 - 48,8 = 25,35$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (25,35/3,9^2) = 2,76$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 26^\circ$													
Відгалуження 16													
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Нев'язка $((42,38 - 27,11)/42,38) \cdot 100 = 36,02 \% > 10\%$ $p_d = 42,38 - 27,11 = 15,27$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (15,27/1,8^2) = 8,14$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 33^\circ$													
Відгалуження 17-18													
17	65	5,6	100	100	0,01	4	2,3	1,0	5,5	1,5	3,2	4,8	50,3
18	115	1,4	100	100	0,01	4	4,1	2,8	3,9	0,3	10,0	3,0	6,9
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 57,27$ Па													
Нев'язка $(80,16 - 57,27)/80,16 \cdot 100 = 28,55 \% > 10\%$ $p_d = 80,16 - 57,27 = 22,89$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (22,89/4,1^2) = 2,3$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 24^\circ$													
Відгалуження 19													
19	50	2,7	100	100	0,01	4	1,8	0,6	1,7	0,9	1,9	1,7	26,7
Нев'язка $(50,34 - 26,74)/50,34 \cdot 100 = 46,89 \% > 10\%$ $p_d = 50,34 - 26,74 = 23,6$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (23,6/1,8^2) = 12,59$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 41^\circ$													
Відгалуження 20-21-...-27-28													
20	89	2,1	100	100	0,01	4	3,1	1,7	3,5	1,5	5,9	8,8	45,9
21	178	0,9	125	125	0,01	4	4,0	2,0	1,8	0,6	9,7	5,6	7,8
22	266	0,7	160	160	0,02	4	3,7	1,3	0,9	0,6	8,1	4,9	5,8
23	365	1,3	200	200	0,03	4	3,2	0,8	1,0	0,4	6,3	2,5	3,8
24	465	1,0	200	200	0,03	4	4,1	1,2	1,2	0,4	10,2	4,1	5,2
25	585	0,7	200	200	0,03	4	5,2	1,8	1,2	0,2	16,0	3,6	4,8
26	673	0,9	200	200	0,03	4	6,0	2,3	2,1	0,2	21,3	4,7	6,8
27	762	0,9	250	250	0,05	4	4,3	1,0	0,9	0,2	11,2	2,2	3,1
28	851	1,9	250	250	0,05	4	4,8	1,2	2,2	0,7	13,9	9,1	11,3
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 93,9$ Па													

Продовження таблиці Ж.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Нев'язка $(123,86 - 93,92)/123,86 \cdot 100 = 24,17 \% > 10\%$ $p_d = 123,86 - 93,92 = 29,94 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (29,94/4,8^2) = 1,41$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 19^\circ$													
Відгалудження 29-30													
29	60	3,1	100	100	0,01	4	2,1	0,8	2,6	1,5	2,7	4,0	39,6
30	120	3,0	100	100	0,01	4	4,2	3,0	9,0	0,3	10,7	3,2	12,2
Сумарні втрати тиску відгалудження $\sum P = 51,84 \text{ Па}$													
Нев'язка $(67,9 - 51,84)/67,9 \cdot 100 = 23,64 \% > 10\%$ $p_d = 67,9 - 51,84 = 16,05 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (16,05/4,2^2) = 1,5$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 20^\circ$													
Відгалудження 31													
31	60	1,1	100	100	0,01	4	2,1	0,8	0,9	1,2	2,7	3,3	37,3
Нев'язка $(39,64 - 37,33)/39,64 \cdot 100 = 5,83 \% < 10\%$													
Відгалудження 32													
32	99	5,7	100	100	0,01	4	3,5	2,1	11,9	1,2	7,3	8,6	62,3
Нев'язка $(59,15 - 62,27)/39,64 \cdot 100 = 5,27 \% < 10\%$													
Відгалудження 33-34													
33	50	1,6	100	100	0,01	4	1,8	0,6	0,9	1,2	1,9	2,3	26,6
34	100	1,4	100	100	0,01	4	3,5	2,1	2,9	0,3	7,5	2,3	5,1
Сумарні втрати тиску відгалудження $\sum P = 31,7 \text{ Па}$													
Нев'язка $(62,66 - 31,75)/62,66 \cdot 100 = 49,32 \% > 10\%$ $p_d = 62,66 - 31,75 = 30,9 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (30,9/3,5^2) = 4,12$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 30^\circ$													
Відгалудження 35													
35	50	1,3	100	100	0,01	4	1,8	0,6	0,8	1,2	1,9	2,3	26,4
Нев'язка $(26,61 - 26,42)/26,61 \cdot 100 = 0,73 \% < 10\%$													
Відгалудження 36													
36	89	1,2	100	100	0,01	4	3,1	1,7	2,0	1,2	5,9	7,3	43,0
Нев'язка $(45,94 - 42,98)/45,94 \cdot 100 = 6,45 \% < 10\%$													
Відгалудження 37													
37	89	1,2	100	100	0,01	4	3,1	1,7	2,0	0,3	5,9	2,0	37,6
Нев'язка $(53,4 - 37,65)/53,4 \cdot 100 = 29,51 \% > 10\%$ $p_d = 53,4 - 37,65 = 15,76 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (15,76/3,1^2) = 2,67$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 26^\circ$													
Відгалудження 38													
38	89	1,2	100	100	0,01	4	3,1	1,7	2,0	3,9	5,9	22,9	58,5
Нев'язка $(72,74 - 58,53)/72,74 \cdot 100 = 19,54 \% > 10\%$ $p_d = 72,74 - 58,53 = 14,21 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (14,21/3,1^2) = 2,4$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 26^\circ$													
Відгалудження 39													
39	89	1,2	100	100	0,01	4	3,1	1,7	2,0	3,9	5,9	22,9	58,5
Нев'язка $(79,53 - 58,53)/79,53 \cdot 100 = 26,41 \% > 10\%$ $p_d = 79,53 - 58,53 = 21,01 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (21,01/3,1^2) = 3,55$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 29^\circ$													
Відгалудження 40													
40	89	1,2	100	100	0,01	4	3,1	1,7	2,0	1,9	5,9	11,5	47,1
Нев'язка $(82,65 - 47,12)/82,65 \cdot 100 = 42,98 \% > 10\%$ $p_d = 82,65 - 47,12 = 35,52 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (35,52/3,1^2) = 6,01$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 33^\circ$													

Продовження таблиці Ж.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Відгалудження 41-42													
41	105	1,1	100	100	0,01	4	3,7	2,3	2,6	1,2	8,3	10,3	59,3
42	210	1,1	125	125	0,01	4	4,8	2,8	3,0	1,0	13,6	13,6	16,6
Сумарні втрати тиску відгалудження $\sum P = 75,93$ Па													
Нев'язка $(75,93 - 75,93)/75,93 \cdot 100 = 0 \% < 10\%$													
Відгалудження 43													
43	105	0,8	100	100	0,01	4	3,7	2,3	1,9	1,2	8,3	10,3	58,6
Нев'язка $(59,32 - 58,61)/59,32 \cdot 100 = 1,18 \% < 10\%$													
Відгалудження 44													
44	105	0,8	100	100	0,01	4	3,7	2,3	1,9	1,2	8,3	10,3	58,6
Нев'язка $(59,32 - 58,61)/59,32 \cdot 100 = 1,18 \% < 10\%$													
Відгалудження 45-46													
45	100	1,1	100	100	0,01	4	3,5	2,1	2,4	1,2	7,6	9,4	55,2
46	201	1,1	125	125	0,01	4	4,5	2,6	2,8	1,0	12,4	12,4	15,1
Сумарні втрати тиску відгалудження $\sum P = 70,3$ Па													
Нев'язка $(70,3 - 70,3)/70,3 \cdot 100 = 0 \% < 10\%$													
Відгалудження 47													
47	100	0,8	100	100	0,01	4	3,5	2,1	1,7	1,2	7,6	9,4	54,5
Нев'язка $(55,16 - 54,52)/55,16 \cdot 100 = 1,16 \% < 10\%$													
Відгалудження 48													
48	100	0,8	100	100	0,01	4	3,5	2,1	1,7	1,2	7,6	9,4	54,5
Нев'язка $(55,16 - 54,52)/55,16 \cdot 100 = 1,16 \% < 10\%$													
Відгалудження 49													
49	285	13,6	160	160	0,02	4	3,9	1,4	19,6	1,2	9,3	11,4	88,9
Нев'язка $((127,69 - 88,93)/127,69) \cdot 100 = 30,35 \% > 10\%$ $p_d = 127,69 - 88,93 = 38,76$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (38,76/3,9^2) = 4,17$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 30^\circ$													
Відгалудження 50-51-52													
50	889	3,7	250	250	0,05	4	5,0	1,3	4,8	1,5	15,2	23,1	48,9
51	1778	0,4	355	355	0,10	4	5,0	0,8	0,3	0,6	15,0	9,0	10,3
52	2667	5,8	400	400	0,13	4	5,9	1,0	5,7	2,3	20,9	47,5	53,1
Сумарні втрати тиску відгалудження $\sum P = 111,31$ Па													
Нев'язка $((154,94 - 111,31)/154,94) \cdot 100 = 28,16 \% > 10\%$ $p_d = 154,94 - 111,31 = 43,63$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (43,63/5,9^2) = 2$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 22^\circ$													
Відгалудження 53													
53	889	3,2	250	250	0,05	4	5,0	1,3	4,2	0,9	15,2	14,0	39,2
Нев'язка $((58,18 - 39,2)/58,18) \cdot 100 = 32,63 \% > 10\%$ $p_d = 58,18 - 39,2 = 18,99$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (18,99/5^2) = 1,25$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 18^\circ$													
Відгалудження 54													
54	889	1,6	250	250	0,05	4	5,0	1,3	2,1	1,3	15,2	19,1	42,3
Нев'язка $((48,86 - 42,3)/48,86) \cdot 100 = 13,53 \% > 10\%$ $p_d = 48,86 - 42,3 = 6,61$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (6,61/5^2) = 0,44$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 9^\circ$													

Таблиця Ж.10 - Аеродинамічний розрахунок припливної системи вентиляції П5

№ ділянки	Витрата повітря L, м ³ /год	Довжина ділянки, l, м	Розміри повітропроводів			Швидкість повітря, V, м/с		Втрати на 1 м довжини ділянки R, Па/м, (λ/d) · ($\rho v^2/2$)	Втрати на тертя, R _{тр} = R · l, Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, $\sum \zeta$	Динамічний тиск, R _д = $\rho v^2/2$, Па	Втрати тиску на місцевих опорах, Z = $\sum \zeta \cdot R_d$, Па	Втрати тиску на ділянках, Па, R _{гр} + Z
			d, мм	d _{екв} , мм	F, м ²	Прийнята	Розрахункова						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Головна магістраль 1-2-...-5-6													
1	275	1,9	125	125	0,01	4	6,2	4,6	8,7	1,9	23,3	44,6	53,3
2	486	2,3	200	200	0,03	4	4,3	1,3	3,0	0,3	11,1	3,2	6,2
3	851	3,4	250	250	0,05	4	4,8	1,2	4,0	0,1	13,9	1,4	5,4
4	1079	1,7	250	250	0,05	4	6,1	1,9	3,2	0,4	22,4	8,1	11,2
5	3745	4,8	450	450	0,16	4	6,5	1,0	4,9	0,0	25,7	0,0	4,9
6	4593	4,4	500	500	0,20	4	6,5	0,9	3,8	0,4	25,4	11,2	15,0
Сумарні втрати тиску від початку мережі $\sum P = 96,01$ Па													
Відгалудження 7													
7	210	4,4	125	125	0,01	4	4,8	2,8	12,3	2,7	13,6	37,2	49,5
Нев'язка $((53,25 - 49,49)/53,25) \cdot 100 = 7,06\% < 10\%$													
Відгалудження 8-9													
8	232	5,3	125	125	0,01	4	5,3	3,3	17,8	1,9	16,5	32,1	49,9
9	365	1,0	160	160	0,02	4	5,0	2,3	2,3	1,9	15,3	28,4	30,8
Сумарні втрати тиску відгалудження $\sum P = 80,69$ Па													
Нев'язка $((59,46 - 80,69)/59,46) \cdot 100 = 35,7 \% > 10\%$ $p_d = 59,46 - 80,69 = 21,23 $ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (21,23/5^2) = 1,39$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 19^0$													
Відгалудження 10													
10	133	1,3	100	100	0,01	4	4,7	3,6	4,6	2,8	13,3	37,1	41,7
Нев'язка $((49,93 - 41,72)/49,93) \cdot 100 = 16,43\% > 10\%$ $p_d = 49,93 - 41,72 = 8,21$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (8,21/4,7^2) = 0,62$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 11^0$													
Відгалудження 11													
11	266	8,7	125	125	0,01	4	6,0	4,3	37,5	4,3	21,9	93,5	131
Нев'язка $((64,88 - 131)/64,88) \cdot 100 = 101,93 \% > 10\%$ $p_d = 64,88 - 131 = 66,13 $ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (66,13/5,2^2) = 3,03$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 27^0$													
Відгалудження 12-13-14													
12	889	3,2	250	250	0,05	4	5,0	1,3	4,1	1,4	15,2	21,3	25,4
13	1778	2,0	355	355	0,10	4	5,0	0,8	1,7	0,1	15,0	1,1	2,8
14	2667	13,2	400	400	0,13	4	5,9	1,0	12,8	3,1	20,9	64,2	77,0
Сумарні втрати тиску відгалудження $\sum P = 105,16$ Па													
Нев'язка $((76,12 - 105,2)/76,12) \cdot 100 = 38,15 \% > 10\%$ $p_d = 76,12 - 105,16 = 29,04 $ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (29,04/5,9^2) = 1,39$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 19^0$													
Відгалудження 15													

Продовження таблиці Ж.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
15	889	1,1	250	250	0,05	4	5,0	1,3	1,5	2,6	15,2	40,2	41,6
Нев'язка $((25,39 - 41,6)/25,39) \cdot 100 = 63,99 \% > 10\%$ $p_d = 25,39 - 41,6 = 16,25 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (16,25/5^2) = 1,07$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha=16^0$													
Відгалуження 16													
16	889	1,1	250	250	0,05	4	5,0	1,3	1,5	3,7	15,2	56,8	58,3
Нев'язка $((28,2 - 58,3)/28,2) \cdot 100 = 106,73 \% > 10\%$ $p_d = 28,2 - 58,3 = 30,1 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (30,1/5^2) = 1,07$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha=22^0$													
Відгалуження 17-18-19													
17	261	4,4	125	125	0,01	4	5,9	4,2	18,2	2,2	21,0	45,5	63,7
18	462	2,8	200	200	0,03	4	4,1	1,2	3,2	0,3	10,0	3,2	6,4
19	848	4,4	250	250	0,05	4	4,8	1,2	5,2	3,2	13,8	43,7	48,9
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 119,01 \text{ Па}$													
Нев'язка $((81,11 - 119,01)/81,11) \cdot 100 = 46,73 \% > 10\%$ $p_d = 81,11 - 119,01 = 37,9 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (37,9/4,8^2) = 2,75$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha=26^0$													
Відгалуження 20													
20	201	1,9	125	125	0,01	4	4,5	2,6	4,8	2,5	12,4	30,6	35,4
Нев'язка $((63,75 - 35,35)/63,75) \cdot 100 = 44,54 \% > 10\%$ $p_d = 63,75 - 35,35 = 28,4 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (28,4/4,5^2) = 2,3$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha=24^0$													
Відгалуження 21-22-23													
21	133	3,9	100	100	0,01	4	4,7	3,6	14,0	2,0	13,3	26,4	40,4
22	260	2,0	125	125	0,01	4	5,9	4,1	8,2	0,1	20,7	1,0	9,3
23	386	1,5	160	160	0,02	4	5,3	2,5	3,7	1,7	17,1	29,2	32,9
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 82,6 \text{ Па}$													
Нев'язка $((70,12 - 82,58)/70,12) \cdot 100 = 17,77 \% > 10\%$ $p_d = 70,12 - 82,58 = 12,46 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (12,46/5,3^2) = 0,73$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha=13^0$													
Відгалуження 24													
24	126	1,5	100	100	0,01	4	4,5	3,3	5,1	3,8	12,0	45,6	50,6
Нев'язка $((40,44 - 50,64)/40,44) \cdot 100 = 25,24 \% > 10\%$ $p_d = 40,44 - 50,64 = 10,2 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (10,2/4,5^2) = 0,85$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha=14^0$													
Відгалуження 25													
25	126	1,5	100	100	0,01	4	4,5	3,3	5,1	3,1	12,0	36,7	41,8
Нев'язка $((49,71 - 41,8)/49,71) \cdot 100 = 15,9 \% > 10\%$ $p_d = 49,71 - 41,8 = 7,91 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (7,91/4,5^2) = 0,66$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha=12^0$													

Таблиця Ж.11 - Аеродинамічний розрахунок витяжної системи вентиляції В6

№ ділянки	Витрата повітря L, м ³ /год	Довжина ділянки, l, м	Розміри повітропроводів			Швидкість повітря, V, м/с		Втрати на 1 м довжини ділянки R, Па/м, $(\lambda/d) \cdot (\rho v^2/2)$	Втрати на тертя, R _{тр} = R · l, Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, $\sum \zeta$	Динамічний тиск, R _д = $\rho v^2/2$, Па	Втрати тиску на місцевих опорах, Z = $\sum \zeta \cdot R_d$, Па	Втрати тиску на ділянках, Па, R _{тр} + Z
			d, мм	d _{екв} , мм	F, м ²	Прийнята	Розрахункова						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Головна магістраль 1-2-...-8-9													
1	1351	6,5	315	315	0,08	5	4,8	0,9	5,8	1,2	13,9	17,0	35,3
2	1882	16,2	315	315	0,08	5	6,7	1,7	27,0	2,2	27,0	60,6	87,6
3	3783	5,2	450	450	0,16	5	6,6	1,0	5,4	0,7	26,2	18,4	23,7
4	5872	4,5	560	560	0,25	5	6,6	0,8	3,6	0,7	26,3	18,4	22,0
5	7791	2,1	630	630	0,31	5	6,9	0,7	1,6	0,0	29,0	0,0	1,6
6	7791	0,8	630	630	0,31	5	6,9	0,7	0,6	1,0	29,0	30,1	30,7
Сумарні втрати тиску від початку мережі $\sum P = 200,92$ Па													
Відгалуження 7-8-...-10-11													
7	318	5,0	150	120	0,02	5	5,9	4,3	21,9	0,9	20,8	19,1	55,0
8	395	3,4	160	160	0,02	5	5,5	2,6	9,0	0,6	17,8	10,7	19,7
9	570	3,4	200	200	0,03	5	5,0	1,7	5,9	1,0	15,3	15,9	21,8
10	979	4,9	250	250	0,05	5	5,5	1,6	7,7	1,6	18,4	29,5	37,2
11	2089	1,0	400	400	0,13	5	4,6	0,6	0,6	0,7	12,8	9,0	9,6
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 143,25$ Па													
Нев'язка $(146,97 - 143,25)/146,97 \cdot 100 = 2,97\% < 10\%$													
Відгалуження 12-13													
12	39	4,1	150	120	0,02	5	0,7	0,1	0,4	1,4	0,3	0,4	0,8
13	77	6,3	100	100	0,01	5	2,7	1,3	8,2	2,1	4,4	9,2	17,4
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 18,23$ Па													
Нев'язка $((55 - 18,23)/55) \cdot 100 = 66,85\% > 10\%$ $r_d = 55 - 18,23 = 36,77$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (36,77/2,7^2) = 8,35$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 37^\circ$													
Відгалуження 14-15													
14	665	3,8	200	200	0,03	5	5,9	2,3	8,7	1,0	20,7	21,6	57,3
15	1110	1,1	250	250	0,05	5	6,3	2,0	2,2	1,0	23,7	23,7	25,8
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 83,1$ Па													
Нев'язка $((133,69 - 83,1)/133,69) \cdot 100 = 37,84\% > 10\%$ $r_d = 133,69 - 83,1 = 50,59$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (50,59/6,3^2) = 2,14$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 23^\circ$													
Відгалуження 16-17													
16	1080	2,8	250	250	0,05	5	6,1	1,9	5,2	1,0	22,5	22,9	36,1
17	1920	11,3	355	355	0,10	5	5,4	1,0	10,8	1,9	17,4	33,8	44,6
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 80,7$ Па													
Нев'язка $((168,96 - 80,7)/168,96) \cdot 100 = 52,24\% > 10\%$ $r_d = 168,96 - 80,7 = 88,26$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (81,78/5,6^2) = 3,94$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 30^\circ$													

Продовження таблиці Ж.11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Відгалудження 18													
18	409	0,5	160	160	0,02	5	5,7	2,8	1,4	0,9	19,2	17,3	46,2
Нев'язка $((96,51 - 46,2)/96,51) \cdot 100 = 52,15 \% > 10\%$ $p_d = 96,51 - 46,2 = 50,33 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (50,33/5,7^2) = 2,63$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 26^\circ$													
Відгалудження 19													
19	445	0,5	160	160	0,02	5	6,2	3,3	1,6	0,9	22,7	20,4	53,6
Нев'язка $(57,26 - 53,6)/57,26 \cdot 100 = 6,43 \% < 10\%$													
Відгалудження 20													
20	839	0,5	250	250	0,05	5	4,8	1,2	0,6	0,3	13,5	4,1	21,6
Нев'язка $((39,58 - 21,6)/39,58) \cdot 100 = 45,3 \% > 10\%$ $p_d = 39,58 - 21,6 = 17,93 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (17,93/4,8^2) = 1,33$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 18^\circ$													
Відгалудження 21-22													
21	266	1,3	150	120	0,02	5	4,9	3,1	4,0	0,1	14,5	1,5	16,9
22	531	1,3	200	200	0,03	5	4,7	1,5	1,9	1,0	13,3	13,8	15,7
Сумарні втрати тиску відгалудження $\sum P = 32,7 \text{ Па}$													
Нев'язка $(35,69 - 32,7)/35,69 \cdot 100 = 8,48 \% < 10\%$													
Відгалудження 23													
23	139	4,3	100	100	0,01	5	4,9	3,9	16,6	1,5	14,5	21,5	53,1
Нев'язка $((71,87 - 53,1)/71,87) \cdot 100 = 26,12 \% > 10\%$ $p_d = 71,87 - 53,1 = 18,78 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (18,78/4,9^2) = 1,3$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 18^\circ$													
Відгалудження 24													
24	176	4,3	100	100	0,01	5	6,2	6,0	25,7	1,2	23,2	27,4	79,1
Нев'язка $((96,51 - 79,1)/96,51) \cdot 100 = 18,07 \% > 10\%$ $p_d = 96,51 - 79,1 = 17,44 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (17,44/6,2^2) = 0,75$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 13^\circ$													
Відгалудження 25													
25	38	2,4	150	120	0,02	5	0,7	0,1	0,2	1,0	0,3	0,3	19,1
Нев'язка $((19,1 - 0,84)/19,1) \cdot 100 = 95,63 \% > 10\%$ $p_d = 19,1 - 0,84 = 18,26 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (18,26/0,7^2) = 62,84$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 54^\circ$													
Відгалудження 26													
26	1900	1,2	315	315	0,08	5	6,8	1,7	2,0	1,6	27,6	44,6	71,7
Нев'язка $((122,71 - 71,7)/122,71) \cdot 100 = 41,58 \% > 10\%$ $p_d = 122,71 - 71,7 = 51,02 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (51,02/6,8^2) = 1,86$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 22^\circ$													

Таблиця Ж.12 - Аеродинамічний розрахунок припливної системи вентиляції Пб

№ ділянки	Витрата повітря L, м ³ /год	Довжина ділянки, L, м	Розміри повітропроводів			Швидкість повітря, V, м/с		Втрати на 1 м довжини ділянки R, Па/м, $(\lambda/d) \cdot (\rho v^2/2)$	Втрати на тертя, $R_{тр} = R \cdot L$, Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, $\sum \zeta$	Динамічний тиск, $R_d = \rho v^2/2$, Па	Втрати тиску на місцевих опорах, $Z = \sum \zeta \cdot R_d$, Па	Втрати тиску на ділянках, Па, $R_{тр} + Z$
			d, мм	d _{екв} , мм	F, м ²	Прийнята	Розрахункова						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Головна магістраль 1-2-...-8-9													
1	1351	6,7	315	315	0,08	4	4,8	0,9	6,0	1,8	13,9	25,2	31,2
2	1617	1,0	300	273	0,08	4	6,0	1,6	1,6	0,1	21,5	2,2	3,8
3	1882	16,7	400	400	0,13	4	4,2	0,5	8,5	1,7	10,4	17,2	25,6
4	3783	4,8	450	450	0,16	4	6,6	1,0	4,9	0,0	26,2	0,0	4,9
5	5943	9,0	560	560	0,25	4	6,7	0,8	7,3	1,3	27,0	36,2	43,4
6	7862	2,8	630	630	0,31	4	7,0	0,8	2,1	0,4	29,5	13,0	15,1
Сумарні втрати тиску від початку мережі $\sum P = 136,5$ Па													
Відгалудження 7-8-9-10													
7	318	7,1	160	160	0,02	4	4,4	1,8	12,4	2,4	11,6	27,5	39,9
8	433	3,4	160	160	0,02	4	6,0	3,1	10,7	0,4	21,5	8,8	19,5
9	641	0,8	200	200	0,03	4	5,7	2,1	1,8	0,1	19,3	1,9	3,7
10	1216	0,7	250	250	0,05	4	6,9	2,3	1,7	0,9	28,4	27,0	28,7
Сумарні втрати тиску відгалудження $\sum P = 91,81$ Па													
Нев'язка $((65,57 - 91,81)/65,57) \cdot 100 = 40,03 \% > 10\%$ $p_d = 65,57 - 91,81 = 26,25 $ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (26,25/6,9^2) = 0,93$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 15^\circ$													
Відгалудження 11													
11	208	7,0	125	125	0,01	4	4,7	2,7	19,3	4,2	13,4	56,4	75,7
Нев'язка $((59,42 - 75,7)/59,42) \cdot 100 = 27,37 \% > 10\%$ $p_d = 59,42 - 75,7 = 16,27 $ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (16,27/4,7^2) = 1,22$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 18^\circ$													
Відгалудження 12-13-14													
12	665	3,8	200	200	0,03	4	5,9	2,3	8,7	1,7	20,7	35,0	43,7
13	1110	1,6	250	250	0,05	4	6,3	2,0	3,1	0,1	23,7	2,4	5,5
14	1519	0,7	315	315	0,08	4	5,4	1,1	0,8	2,3	17,6	40,5	41,3
Сумарні втрати тиску відгалудження $\sum P = 90,52$ Па													
Нев'язка $((63,65 - 90,52)/63,65) \cdot 100 = 42,21 \% > 10\%$ $p_d = 63,65 - 90,52 = 26,87 $ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (26,87/5,4^2) = 1,53$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 20^\circ$													
Відгалудження 15													
15	409	1,9	160	160	0,02	4	5,7	2,8	5,2	2,6	19,2	50,4	55,6
Нев'язка $((49,21 - 55,6)/49,21) \cdot 100 = 13,06 \% > 10\%$ $p_d = 49,21 - 55,6 = 6,43 $ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (6,43/5,7^2) = 0,34$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 7^\circ$													
Відгалудження 16													
16	1900	4,8	355	355	0,10	4	5,3	0,9	4,4	4,9	17,1	84,4	88,8

Продовження таблиці Ж.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Нев'язка $((60,64 - 88,8)/60,64) \cdot 100 = 46,46 \% > 10\%$ $p_d = 60,64 - 88,8 = 28,18 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (28,81/5,3^2) = 1,65$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 21^\circ$													
Відгалуження 17-18													
17	1080	4,5	250	250	0,05	4	6,1	1,9	8,4	2,0	22,5	44,9	53,3
18	1920	11,0	355	355	0,10	4	5,4	1,0	10,4	3,5	17,4	61,7	72,1
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 125,44 \text{ Па}$													
Нев'язка $((109 - 125,44)/109) \cdot 100 = 15,12 \% > 10\%$ $p_d = 109 - 125,44 = 16,47 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (16,47/5,4^2) = 0,95$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 15^\circ$													
Відгалуження 19													
19	839	1,4	250	250	0,05	4	4,8	1,2	1,6	2,9	13,5	39,9	41,5
Нев'язка $((53,31 - 41,5)/53,31) \cdot 100 = 22,08 \% > 10\%$ $p_d = 53,31 - 41,5 = 11,77 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (11,77/4,8^2) = 0,87$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 15^\circ$													
Відгалуження 20													
20	445	0,5	160	160	0,02	4	6,2	3,3	1,6	3,0	22,7	68,1	69,8
Нев'язка $((43,74 - 69,8)/43,74) \cdot 100 = 59,47 \% > 10\%$ $p_d = 43,74 - 69,8 = 26,01 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (26,01/6,2^2) = 1,15$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 17^\circ$													
Відгалуження 21-22													
21	56	5,6	150	120	0,02	4	1,0	0,2	1,1	2,0	0,7	1,3	2,4
22	115	1,2	150	120	0,02	4	2,1	0,7	0,8	8,4	2,7	22,8	23,6
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 26 \text{ Па}$													
Нев'язка $((40,31 - 26)/40,31) \cdot 100 = 35,56 \% > 10\%$ $p_d = 40,31 - 26 = 14,34 \text{ Па}; \zeta_d = 1,67 \cdot (14,34/2,1^2) = 5,28$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 32^\circ$													

Таблиця Ж.13 - Аеродинамічний розрахунок витяжної системи вентиляції В7

№ ділянки	Витрата повітря L, м ³ /год	Довжина ділянки, l, м	Розміри повітропроводів			Швидкість повітря, V, м/с		Втрати на 1 м довжини ділянки R, Па/м, $(\lambda/d) \cdot (\rho v^2/2)$	Втрати на тертя, P _{тр} = R · l, Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, $\sum \zeta$	Динамічний тиск, P _д = $\rho v^2/2$, Па	Втрати тиску на місцевих опорах, Z = $\sum \zeta \cdot P_d$, Па	Втрати тиску на ділянках, Па, P _{тр} + Z
			d, мм	d _{екв} , мм	F, м ²	Прийнята	Розрахункова						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Головна магістраль 1-2-3-4-5													
1	658	2,8	200	200	0,03	5	5,8	2,2	6,3	1,2	20,3	25,2	52,5
2	1316	5,8	315	315	0,08	5	4,7	0,9	5,0	1,3	13,2	17,3	22,3
5	2633	5,8	400	400	0,13	5	5,8	0,9	0,3	1,6	20,3	33,0	33,3
4	3867	4,7	450	450	0,16	5	6,8	1,1	5,1	0,4	27,4	12,1	17,2

Продовження таблиці Ж.13

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
5	3867	1,0	450	450	0,16	5	6,8	1,1	1,1	1,6	27,4	43,6	44,6
Сумарні втрати тиску від початку мережі $\sum P = 169,57$ Па													
Відгалуження 6-7													
6	658	2,5	200	200	0,03	5	5,8	2,2	5,6	1,2	20,3	25,2	51,8
7	1316	0,8	315	315	0,08	5	4,7	0,9	0,7	2,0	13,2	26,6	27,3
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 79,12$ Па													
Нев'язка $((74,78 - 79,12)/74,78) \cdot 100 = 5,81 \% < 10\%$													
Відгалуження 8													
8	658	0,5	200	200	0,03	5	5,8	2,2	1,1	1,0	20,3	20,3	42,47
Нев'язка $((52,5 - 42,47)/52,95) \cdot 100 = 19,1 \% > 10\%$ $r_d = 52,5 - 42,47 = 10,03$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (10,03/5,8^2) = 0,49$													
Приймаємо дросель-кран з кутом створки $\alpha = 10^\circ$													
Відгалуження 9													
9	658	0,5	200	200	0,03	5	5,8	2,2	1,1	1,0	20,3	20,3	42,5
Нев'язка $((51,82 - 42,47)/51,82) \cdot 100 = 19,8 \% > 10\%$ $r_d = 51,82 - 42,47 = 9,36$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (9,36/5,8^2) = 0,46$													
Приймаємо дросель-кран з кутом створки $\alpha = 10^\circ$													
Відгалуження 10-11													
10	617	3,8	200	200	0,03	5	5,5	2,0	7,6	1,2	17,9	22,2	47,9
11	1235	3,5	315	315	0,08	5	4,4	0,8	2,6	0,4	11,6	4,8	7,4
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 55,27$ Па													
Нев'язка $((107,76 - 55,27)/108,21) \cdot 100 = 48,7 \% > 10\%$ $r_d = 107,76 - 55,27 = 52,48$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (52,48/4,4^2) = 4,52$													
Приймаємо дросель-кран з кутом створки $\alpha = 31^\circ$													
Відгалуження 12													
12	617	1,3	200	200	0,03	5	5,5	2,0	2,6	1,2	17,9	22,2	42,9
Нев'язка $((47,86 - 42,9)/47,86) \cdot 100 = 10,42 \% > 10\%$ $r_d = 47,86 - 42,9 = 4,99$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (4,99/5,5^2) = 0,28$													
Приймаємо дросель-кран з кутом створки $\alpha = 6^\circ$													

Таблиця Ж.14 - Аеродинамічний розрахунок припливної системи вентиляції П7

№ ділянки	Витрата повітря L, м ³ /год	Довжина ділянки, l, м	Розміри повітропроводів			Швидкість повітря, V, м/с		Втрати на 1 м довжини ділянки R, Па/м, $(\lambda/d) \cdot (\rho v^2/2)$	Втрати на тертя, P _{тр} = R · l, Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, $\sum \zeta$	Динамічний тиск, P _д = $\rho v^2/2$, Па	Втрати тиску на місцевих опорах, Z = $\sum \zeta \cdot P_d$, Па	Втрати тиску на ділянках, Па, P _{гр} + Z
			d, мм	d _{екв} , мм	F, м ²	Прийнята	Розрахункова						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Головна магістраль 1-2-3-4													
1	658	2,8	200	200	0,03	5	5,8	2,2	6,3	1,8	20,3	35,8	42,1
2	1316	5,8	315	315	0,08	5	4,7	0,9	4,9	0,4	13,2	5,4	10,3

Продовження таблиці Ж.14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	2633	0,9	400	400	0,13	5	5,8	0,9	0,8	0,1	20,3	1,0	1,8
4	3867	6,3	450	450	0,16	5	6,8	1,1	6,8	0,9	27,4	24,1	30,9
Сумарні втрати тиску від початку мережі $\sum P = 85,14$ Па													
Відгалуження 5-6													
5	658	2,8	200	200	0,03	5	5,8	2,2	6,3	1,8	20,3	35,8	42,1
6	1316	0,8	315	315	0,08	5	4,7	0,9	0,7	2,3	13,2	30,4	31,1
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 73,17$ Па													
Нев'язка $((52,41 - 73,17)/52,41) \cdot 100 = 39,6 \% < 10\%$ $p_d = 52,41 - 73,17 = 20,75 $ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (20,75/4,7^2) = 1,57$													
Приймаємо дросель-кран з кутом створки $\alpha = 20^\circ$													
Відгалуження 7													
7	658	0,3	200	200	0,03	5	5,8	2,2	0,7	2,1	20,3	41,7	42,4
Нев'язка $((42,07 - 42,4)/42,07) \cdot 100 = 0,71 \% < 10\%$													
Відгалуження 8													
8	658	0,3	200	200	0,03	5	5,8	2,2	0,7	2,1	20,3	41,7	42,4
Нев'язка $((42,07 - 42,4)/42,07) \cdot 100 = 0,71 \% < 10\%$													
Відгалуження 9-10													
9	617	3,9	200	200	0,03	5	5,5	2,0	7,8	2,0	17,9	35,8	43,5
10	1235	4,8	315	315	0,08	5	4,4	0,8	3,6	4,0	11,6	46,8	50,4
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 93,96$ Па													
Нев'язка $((54,25 - 94,96)/54,25) \cdot 100 = 73,2 \% > 10\%$ $p_d = 54,25 - 94,96 = 39,71 $ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (39,71/4,4^2) = 3,42$													
Приймаємо дросель-кран з кутом створки $\alpha = 28^\circ$													
Відгалуження 11													
11	617	1,4	200	200	0,03	5	5,5	2,0	2,8	2,3	17,9	41,0	43,7
Нев'язка $((43,54 - 43,7)/43,54) \cdot 100 = 0,46 \% < 10\%$													

Таблиця Ж.15 - Аеродинамічний розрахунок витяжної системи вентиляції В8

№ ділянки	Витрата повітря L, м ³ /год	Довжина ділянки, l, м	Розміри повітропроводів			Швидкість повітря, V, м/с		Втрати на 1 м довжини ділянки R, Па/м, $(\lambda/d) \cdot (\rho v^2/2)$	Втрати на тертя, P _{тр} = R · l, Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, $\sum \zeta$	Динамічний тиск, P _д = $\rho v^2/2$, Па	Втрати тиску на місцевих опорах, Z = $\sum \zeta \cdot P_d$, Па	Втрати тиску на ділянках, Па, P _{тр} + Z
			d, мм	d _{екв} , мм	F, м ²	Прийнята	Розрахункова						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Головна магістраль 1-2-3-4													
1	1333	4,4	315	315	0,08	4	4,8	0,9	3,8	1,3	13,6	18,0	33,6
2	4242	14,1	500	500	0,20	4	6,0	0,8	10,7	1,6	21,6	35,0	45,7
3	6908	1,1	630	630	0,31	4	6,2	0,6	0,6	0,0	22,8	0,0	0,6
4	6908	1,0	630	630	0,31	4	6,2	0,6	0,6	1,5	22,8	35,1	35,6
Сумарні втрати тиску від початку мережі $\sum P = 115,59$ Па													

Продовження таблиці Ж.15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Відгалуження 5-6													
5	1454	3,2	315	315	0,08	4	5,2	1,0	3,3	1,6	16,1	26,1	43,4
6	2908	0,8	450	450	0,16	4	5,1	0,6	0,5	0,6	15,5	9,3	9,8
Сумарні втрати тиску відгалуження мережі $\sum P = 53,23$ Па													
Нев'язка $((33,62 - 53,23)/33,62) \cdot 100 = 58,33 \% > 10\%$ $p_d = 53,23 - 33,62 = 19,61$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (19,61/5,1^2) = 1,27$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 19^\circ$													
Відгалуження 7													
7	1454	3,0	315	315	0,08	4	5,2	1,0	3,1	1,6	16,1	26,1	43,2
Нев'язка $((43,42 - 43,25)/43,42) \cdot 100 = 0,4 \% < 10\%$													
Відгалуження 8-9													
8	1333	3,5	315	315	0,08	4	4,8	0,9	3,0	1,6	13,6	22,0	36,7
9	2667	9,0	400	400	0,13	4	5,9	1,0	8,7	1,3	20,9	27,1	35,8
Сумарні втрати тиску відгалуження мережі $\sum P = 72,57$ Па													
Нев'язка $((92,31 - 72,57)/92,31) \cdot 100 = 21,39 \% > 10\%$ $p_d = 92,31 - 72,57 = 19,75$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (19,75/5,9^2) = 0,95$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 16^\circ$													
Відгалуження 10													
10	1333	1,1	315	315	0,08	4	4,8	0,9	1,0	1,3	13,6	17,8	30,5
Нев'язка $((36,73 - 30,5)/36,73) \cdot 100 = 17 \% > 10\%$ $p_d = 36,73 - 30,5 = 6,24$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (6,24/5,9^2) = 0,46$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 9^\circ$													

Таблиця Ж.16 - Аеродинамічний розрахунок припливної системи вентиляції П8

№ ділянки	Витрата повітря $L, \text{ м}^3/\text{год}$	Довжина ділянки, $L, \text{ м}$	Розміри повітропроводів			Швидкість повітря, $V, \text{ м/с}$		Втрати на 1 м довжини ділянки $R, \text{ Па/м}, (\lambda/d) \cdot (\rho v^2/2)$	Втрати на тертя, $R_{\text{тр}} = R \cdot L, \text{ Па}$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, $\sum \zeta$	Динамічний тиск, $R_d = \rho v^2/2, \text{ Па}$	Втрати тиску на місцевих опорах, $Z = \sum \zeta \cdot R_d, \text{ Па}$	Втрати тиску на ділянках, Па , $R_{\text{тр}} + Z$
			d, мм	d _{скв} , мм	F, м ²	Прийнята	Розрахункова						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Головна магістраль 1-2-3-4-5													
1	1000	2,6	250	250	0,05	4	5,7	1,6	4,2	1,7	19,2	32,0	36,3
2	2000	2,4	355	355	0,10	4	5,6	1,0	2,5	0,0	18,9	0,7	3,2
3	3000	3,2	450	450	0,16	4	5,2	0,7	2,1	0,1	16,5	1,3	3,4
4	4000	6,3	560	560	0,25	4	4,5	0,4	2,4	3,8	12,2	46,2	48,6
5	6908	7,0	630	630	0,31	4	6,2	0,6	4,2	1,3	22,8	30,0	34,2
Сумарні втрати тиску від початку мережі $\sum P = 125,74$ Па													
Відгалуження 6-7													
6	1454	3,7	315	315	0,08	4	5,2	1,0	3,8	1,8	16,1	29,2	33,0
7	2908	3,6	400	400	0,13	4	6,4	1,1	4,1	2,1	24,8	51,0	55,1

Продовження таблиці Ж.16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Сумарні втрати тиску відгалуження мережі $\sum P = 88,13$ Па													
Нев'язка $((91,5 - 88,13)/91,5) \cdot 100 = 3,68 \% < 10\%$													
Відгалуження 8													
8	1454	0,3	315	315	0,08	4	5,2	1,0	0,3	3,7	16,1	59,7	60,0
Нев'язка $((33,03 - 60,0)/33,03) \cdot 100 = 81,76 \% > 10\%$ $r_d = 33,03 - 60,0 = 27$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (27/5,2^2) = 1,68$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 21^\circ$													
Відгалуження 9													
9	1000	0,3	250	250	0,05	4	5,7	1,6	0,5	2,4	19,2	45,8	46,3
Нев'язка $((36,27 - 46,33)/36,27) \cdot 100 = 27,74 \% > 10\%$ $r_d = 36,27 - 46,33 = 10,06 $ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (10,06/5,7^2) = 0,52$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 10^\circ$													
Відгалуження 10													
10	1000	0,3	250	250	0,05	4	5,7	1,6	0,5	2,3	19,2	43,4	43,9
Нев'язка $((39,42 - 43,9)/39,42) \cdot 100 = 11,27 \% > 10\%$ $r_d = 39,42 - 43,9 = 4,48 $ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (4,48/5,7^2) = 0,23$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 5^\circ$													
11	1000	0,3	250	250	0,05	4	5,7	1,6	0,5	2,0	19,2	39,1	39,6
Нев'язка $((43,87 - 39,6)/43,87) \cdot 100 = 7,55 \% < 10\%$													

Таблиця Ж.17 - Аеродинамічний розрахунок витяжної системи вентиляції В9

№ ділянки	Витрата повітря $L, \text{ м}^3/\text{год}$	Довжина ділянки, $L, \text{ м}$	Розміри повітропроводів				Швидкість повітря, $V, \text{ м/с}$		Втрати на 1 м довжини ділянки $R, \text{ Па/м}, (\lambda/d) \cdot (\rho v^2/2)$	Втрати на тертя, $P_{тр} = R \cdot L, \text{ Па}$	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, $\sum \zeta$	Динамічний тиск, $R_d = \rho v^2/2, \text{ Па}$	Втрати тиску на місцевих опорах, $Z = \sum \zeta \cdot R_d, \text{ Па}$	Втрати тиску на ділянках, Па , $P_{тр} + Z$
			a	b	$d_{\text{екв}}, \text{ мм}$	$F, \text{ м}^2$	Прийнята	Розрахункова						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Головна магістраль 1-2-3-4-5														
1	684	1,1	150	250	188	0,04	5	5,1	1,9	2,1	0,3	15,4	4,0	6,1
2	1368	1,1	250	300	273	0,08	5	5,1	1,2	1,3	0,2	15,4	2,7	4,0
3	2052	1,1	250	500	333	0,13	5	4,6	0,8	0,8	0,0	12,5	0,0	0,8
4	2737	8,7	250	500	333	0,13	5	6,1	1,3	11,3	1,2	22,2	26,4	37,6
5	2737	0,8	0	400	400	0,13	5	6,1	1,0	0,8	1,5	22,0	33,5	34,3
Сумарні втрати тиску від початку мережі $\sum P = 82,95$ Па														

Таблиця Ж.18 - Аеродинамічний розрахунок припливної системи вентиляції П9

№ ділянки	Витрата повітря L, м ³ /год	Довжина ділянки, l, м	Розміри повітропроводів				Швидкість повітря, V, м/с		Втрати на 1 м довжини ділянки R, Па/м, (λ/d) · ($\rho v^2/2$)	Втрати на тертя, P _{тр} = R · l, Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, $\sum \zeta$	Динамічний тиск, R _д = $\rho v^2/2$, Па	Втрати тиску на місцевих опорах, Z = $\sum \zeta \cdot R_d$, Па	Втрати тиску на ділянках, Па, P _{гр} + Z
			a	b	d _{екв} , мм	F, м ²	Прийнята	Розрахункова						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Головна магістраль 1-2-3														
1	684	1,3	150	250	188	0,04	5	5,1	1,9	2,4	0,1	15,4	1,5	4,0
2	1368	0,7	250	300	273	0,08	5	5,1	1,2	0,8	0,2	15,4	3,1	3,8
3	2737	3,1	250	500	333	0,13	5	6,1	1,3	4,0	0,7	22,2	16,1	20,1
Сумарні втрати тиску від початку мережі $\sum P = 27,95$ Па														
Відгалуження 4-5														
4	684	1,3	150	250	188	0,04	5	5,1	1,9	2,4	0,1	15,4	1,5	
5	1368	0,7	250	300	273	0,08	5	5,1	1,2	0,8	0,2	15,4	3,1	37,0
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 41,7$ Па														
Нев'язка $((7,84 - 41,7)/7,84) \cdot 100 = 81,22 \% > 10\%$ $r_d = 7,84 - 41,7 = 33,9 $ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (33,9/5,1^2) = 2,2$														
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 12^\circ$														

Таблиця Ж.19 - Аеродинамічний розрахунок витяжної системи вентиляції В10

№ ділянки	Витрата повітря L, м ³ /год	Довжина ділянки, l, м	Розміри повітропроводів				Швидкість повітря, V, м/с		Втрати на 1 м довжини ділянки R, Па/м, (λ/d) · ($\rho v^2/2$)	Втрати на тертя, P _{тр} = R · l, Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, $\sum \zeta$	Динамічний тиск, R _д = $\rho v^2/2$, Па	Втрати тиску на місцевих опорах, Z = $\sum \zeta \cdot R_d$, Па	Втрати тиску на ділянках, Па, P _{гр} + Z
			a	b	d _{екв} , мм	F, м ²	Прийнята	Розрахункова						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Головна магістраль 1-2-3-4-5														
1	735	1,3	150	250	188	0,04	4	5,4	2,1	2,8	0,1	17,8	1,4	4,2
2	1470	1,3	250	250	250	0,06	4	6,5	2,1	2,7	0,1	25,6	3,6	6,3
3	2204	1,3	250	400	308	0,10	4	6,1	1,4	1,9	0,1	22,5	3,1	5,0
4	2939	9,2	400	400	400	0,16	4	5,1	0,7	6,8	1,2	15,6	19,1	25,9
5	2939	1		400	400	0,13	4	6,5	1,2	1,2	1,5	25,3	38,7	39,8
Сумарні втрати тиску від початку мережі $\sum P = 80,12$ Па														

Таблиця Ж.20 - Аеродинамічний розрахунок припливної системи вентиляції П10

№ ділянки	Витрата повітря L, м ³ /год	Довжина ділянки, L, м	Розміри повітропроводів				Швидкість повітря, V, м/с		Втрати на 1 м довжини ділянки R, Па/м, $(\lambda/d) \cdot (\rho v^2/2)$	Втрати на тертя, $R_{тр} = R \cdot L$, Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, $\sum \zeta$	Динамічний тиск, $R_d = \rho v^2/2$, Па	Втрати тиску на місцевих опорах, $Z = \sum \zeta \cdot R_d$, Па	Втрати тиску на ділянках, Па, $R_{гр} + Z$
			a	b	d _{екв} , мм	F, м ²	Прийнята	Розрахункова						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Головна магістраль 1-2-3-4-5														
1	367	0,1	150	150	150	0,02	5	4,5	2,0	0,2	1,4	12,3	17,3	17,5
2	735	0,1	150	250	188	0,04	5	5,4	2,1	0,3	0,1	17,8	1,8	2,0
3	1102	0,1	250	300	273	0,08	5	4,1	0,8	0,1	0,1	10,0	1,0	1,1
4	1470	0,1	250	300	273	0,08	5	5,4	1,3	0,2	0,1	17,8	0,9	1,1
5	2939	3,0	400	400	400	0,16	5	5,1	0,7	2,2	0,5	15,6	8,2	10,4
Сумарні втрати тиску від початку мережі $\sum P = 32,04$ Па														
Відгалуження 6-7-8-9														
6	367	0,1	150	150	150	0,02	5	4,5	2,0	0,2	1,4	12,3	17,3	17,5
7	735	0,1	150	250	188	0,04	5	5,4	2,1	0,3	0,1	17,8	1,8	2,0
8	1102	0,1	250	300	273	0,08	5	4,1	0,8	0,1	0,1	10,0	1,0	1,1
9	1470	0,1	250	300	273	0,08	5	5,4	1,3	0,2	0,9	17,8	15,6	15,8
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 36,45$ Па														
Нев'язка $((21,62 - 36,45)/21,62) \cdot 100 = 68,58 \% > 10\%$ $r_d = 21,62 - 36,45 = 14,83 $ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (14,83/5,4^2) = 0,84$														
Приймаємо дросель-клаван з кутом створки $\alpha = 14^\circ$														

Таблиця Ж.21 - Аеродинамічний розрахунок витяжної системи вентиляції В11

№ ділянки	Витрата повітря L, м ³ /год	Довжина ділянки, L, м	Розміри повітропроводів			Швидкість повітря, V, м/с		Втрати на 1 м довжини ділянки R, Па/м, $(\lambda/d) \cdot (\rho v^2/2)$	Втрати на тертя, $R_{тр} = R \cdot L$, Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, $\sum \zeta$	Динамічний тиск, $R_d = \rho v^2/2$, Па	Втрати тиску на місцевих опорах, $Z = \sum \zeta \cdot R_d$, Па	Втрати тиску на ділянках, Па, $R_{гр} + Z$
			d, мм	d _{екв} , мм	F, м ²	Прийнята	Розрахункова						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Головна магістраль 1-2-...-8-9													
1	50	1,8	100	100	0,01	4	1,8	0,6	1,1	1,2	1,9	2,3	53,4
2	100	7,1	100	100	0,01	4	3,5	2,1	15,2	7,0	7,5	52,7	67,9

Продовження таблиці Ж.21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	128	3,0	100	100	0,01	4	4,5	3,4	10,1	0,7	12,4	8,7	18,8
4	228	3,7	125	125	0,01	4	5,2	3,2	11,9	0,5	16,1	8,4	20,3
5	228	0,8	125	125	0,01	4	5,2	3,2	2,6	1,4	16,1	22,6	25,2
Сумарні втрати тиску від початку мережі $\sum P = 185,67$ Па													
Відгалуження 5-6													
6	50	1,8	100	100	0,01	4	1,8	0,6	1,1	1,2	1,9	2,3	53,4
7	100	7,1	100	100	0,01	4	3,5	2,1	15,2	1,4	7,5	10,4	25,6
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 79,01$ Па													
Нев'язка $((140,15 - 79,01)/140,15) \cdot 100 = 43,63 \% > 10\%$ $p_d = 140,15 - 79,01 = 61,14$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (61,14/3,5^2) = 8,15$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 34^\circ$													
Відгалуження 8													
8	50	0,5	100	100	0,01	4	1,8	0,6	0,3	1,0	1,9	1,9	52,2
Нев'язка $(53,43 - 52,2)/53,43 \cdot 100 = 2,34 \% < 10\%$													
Відгалуження 9													
9	50	0,5	100	100	0,01	4	1,8	0,6	0,3	1,0	1,9	1,9	52,2
Нев'язка $(53,43 - 52,2)/53,43 \cdot 100 = 2,34 \% < 10\%$													
Відгалуження 10-11													
10	12	3,6	100	100	0,01	4	0,4	0,1	0,2	1,4	0,1	0,2	16,4
11	28	1,6	100	100	0,01	4	1,0	0,2	0,3	9,0	0,6	5,5	6,3
Сумарні втрати тиску відгалуження $\sum P = 22,19$ Па													
Нев'язка $((121,35 - 22,19)/121,35) \cdot 100 = 81,72 \% > 10\%$ $p_d = 121,35 - 22,19 = 99,16$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (34,92/3,5^2) = 5,65$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 62^\circ$													
Відгалуження 12													
12	16	1,7	100	100	0,01	4	0,6	0,1	0,1	1,5	0,2	0,3	20,4
Нев'язка $((16,35 - 20,43)/16,35) \cdot 100 = 24,94 \% > 10\%$ $p_d = 16,35 - 20,43 = 4,08 $ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (4,08/0,6^2) = 21,35$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 45^\circ$													

Таблиця Ж.22 - Аеродинамічний розрахунок витяжної системи вентиляції В12

№ ділянки	Витрата повітря L, м ³ /год	Довжина ділянки, l, м	Розміри повітропроводів			Швидкість повітря, V, м/с		Втрати на 1 м довжини ділянки R, Па/м, $(\lambda/d) \cdot (\rho v^2/2)$	Втрати на тертя, P _{тр} = R · l, Па	Сума коефіцієнтів місцевих опорів, $\sum \zeta$	Динамічний тиск, P _д = $\rho v^2/2$, Па	Втрати тиску на місцевих опорах, Z = $\sum \zeta \cdot P_d$, Па	Втрати тиску на ділянках, Па, P _{тр} + Z
			d, мм	d _{екв} , мм	F, м ²	Прийнята	Розрахункова						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Головна магістраль 1-2-3-4-5													
1	50	1,9	100	100	0,01	4	1,8	0,6	1,2	1,2	1,9	2,3	53,5
2	100	4,6	100	100	0,01	4	3,5	2,1	9,8	0,7	7,5	5,6	15,4

Продовження таблиці Ж.22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
3	150	1,5	100	100	0,01	4	5,3	4,5	6,8	0,2	16,9	4,1	10,9
4	150	0,5	100	100	0,01	4	5,3	4,5	2,3	1,4	16,9	23,5	25,7
Сумарні втрати тиску від початку мережі $\Sigma P = 79,5$ Па													
Відгалуження 5													
5	50	0,5	100	100	0,01	4	1,8	0,6	0,3	1,0	1,9	1,9	52,2
Нев'язка $((53,5 - 52,2)/53,5) \cdot 100 = 2,46\% < 10\%$													
Відгалуження 6													
6	50	3,1	100	100	0,01	4	1,8	0,6	1,9	1,9	1,9	3,6	55,5
Нев'язка $((68,85 - 55,5)/68,85) \cdot 100 = 19,39\% > 10\%$ $p_d = 68,85 - 55,5 = 13,35$ Па; $\zeta_d = 1,67 \cdot (13,35/1,8^2) = 7,12$													
Приймаємо дросель-клапан з кутом створки $\alpha = 35^\circ$													

Додаток И

Додаток К

Додаток Л

Додаток М

Таблиця М.1 Специфікація матеріалів та обладнання.

Позиція	Назва і технічна характеристика	Тип, марка, позначення MFF документа, опитувального листа	Завод-виробник	Один. виміру	Кількість	Маса кг	Примітки
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Повітропроводи сталеві круглого перерізу: -//- Ø100 мм	- // - // -	Vent	м	121,44	150,59	
	-//- Ø125 мм	- // - // -		м	47,20	73,15	
	-//- Ø160 мм	- // - // -		м	20,43	40,46	
	-//- Ø200 мм	- // - // -		м	54,66	135,55	
	-//- Ø250 мм	- // - // -		м	200,12	742,45	
	-//- Ø315 мм	- // - // -		м	71,29	389,27	
	-//- Ø355 мм	- // - // -		м	54,34	334,22	
	-//- Ø400 мм	- // - // -		м	68,61	475,49	
	-//- Ø450 мм	- // - // -		м	44,46	346,80	
	-//- Ø500 мм	- // - // -		м	51,68	639,76	
	-//- Ø560 мм	- // - // -		м	38,91	539,25	
	-//- Ø630 мм	- // - // -		м	19,83	309,32	
	-//- Ø710 мм	- // - // -		м	5,00	87,90	
	-//- Ø800 мм	- // - // -		м	6,75	133,58	
	-//- Ø900 мм	- // - // -		м	32,89	732,89	
	-//- Ø1000 мм	- // - // -	м	9,97	246,86		
2	Повітропроводи сталеві прямокутного перерізу 100x150 мм		Vent	м	23,51	63,48	
	150x150 мм	- // - // -		м	2,09	6,65	
	150x250 мм	- // - // -		м	12,17	50,36	
	250x250 мм	- // - // -		м	3,98	20,31	
	250x300 мм	- // - // -		м	10,76	78,78	
	250x400 мм	- // - // -		м	8,75	75,21	
	250x500 мм	- // - // -		м	12,99	128,34	
	400x400 мм	- // - // -		м	27,94	293,88	
	400x500 мм	- // - // -		м	14,07	165,97	
	500x500 мм	- // - // -		м	3,75	41,36	
	500x600 мм	- // - // -	м	2,95	35,75		

08-12.МКР.041.03.000ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Грідін А.Ю.		
Перевір.		Рагушняк Г.С.		
Реценз.				
Н. Контр.		Панкевич О.Д.		
Затверд.		Коц І.В.		

Специфікація обладнання та матеріалів

Стадія	Арк.	Аркуші
ВНТУ, ТГ-18М		

Продовження таблиці М.1

1	2	3	4	5	6	7	8
	600x600 мм	- // - // -	Vent	м	6,70	88,64	
	600x800 мм	- // - // -		м	10,45	161,27	
	800x800 мм	- // - // -		м	28,08	495,61	
3	Дросель клапани: -круглого перерізу ДК100	ДК	Климат- техника	шт.		20	21,6
	ДК125				1	1,37	
	ДК160				3	5,16	
	ДК200				4	9,72	
	ДК250				39	170,04	
	ДК315				6	33,3	
	ДК355				6	48,6	
	ДК400				4	36,76	
	ДК450				4	41,6	
	ДК560				1	13,22	
4	-прямокутного перерізу ДКП72x122	ДКП	Климат- техника	шт.		2	
	ДКП250x300				1		
5	Дифузори: Balance-E-100	Balance- E	System- Air	шт.		20	2
	Balance-E-125				14	4,2	
	Balance-E-160				1	1,8	
	Balance-E-200				1	1,5	
	Konika-A-200	Konika- A		шт.		7	4,55
	Konika-A-250				2	1,7	
	Konika-A-315				38	53,2	
	Konika-A-400				8	0	
	ПРМ1-250	ПРМ	НПЦ Вектор- Кондвент			18	23,4
	ПРМ2-315				2	3,8	
	ПРМ3-400				2	5,4	
	ПРМ4-500				19	77,9	
6	Гратки припливні РВ-1 150x150	РВ	Vents	шт.		2	2,2
	РВ-2 250x250				2	4,2	
	РВ-3 250x400				15	43,5	
	ВР-НР 2500x350	ВР-НР	System- Air			6	2,96
	ВР-НР 2500x400				2	2,2	
7	Гратки витяжні ВР-КТ 100x100	ВР-КТ		шт.		2	0,3
	150x100				2	0,38	
	400x250				6	4,32	
	500x150				4	2,4	
	700x200				4	4,12	
					2	0,3	
8	Вентиляційні установки: Припливна КЦКП-5-У3	КЦКП	Veza	шт.		1	404
	Витяжна КЦКП-5-У3				1	282	
	Припливна КЦКП-5-У3				1	400	
	Витяжна КЦКП-5-У3				1	278	
	В/П КЦКП-6,3-У3/КЦКП-6,3-У3				1	914	

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	08-12.МКР.041.03.000ПЗ				

Продовження таблиці М.1

1	2	3	4	5	6	7	8
	В/П КЦКП-5-У3/КЦКП-5-У3	КЦКП	Veza	шт.	1	760	
	В/П КЦКП-3,15-У3/КЦКП-3,15-У3				1	280	
	В/П КЦКП-6,3-У3/КЦКП-6,3-У3				1	797	
	В/П КЦКП-5-У3/КЦКП-5-У3				1	334	
	Припливна КЦКП-5-У3				1	320	
	Витяжна КЦКП-5-У3				1	194	
	В/П КЦКП-10-У3/КЦКП-10-У3				1	539	
	В/П КЦКП-10-У3/КЦКП-10-У3				1	539	
	Airmate-1200-У3				Airmate		2
9	Кондиціонери: P24SP . NSK	P24SP . NSK	LG	шт.	2	108,6	
	FGR 20/ВNa-M	FGR 20/ ВNa-M	Cooper& Hunter		1	213	
	GWHD(18) NK3KO	GWHD(18) NK3KO	GREE		1	55	
10	Сонячні колектори SolarVentiSV30	SolarVentiSV	Solar Venti	шт.	14	407,4	

					08-12.МКР.041.03.000ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				