

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 1

ЗАТВЕРДЖЕНО

Науково-методичною радою
Державного університету
«Житомирська політехніка»
12 вересня 2024 р., протокол № 05

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ для проведення практичних занять з навчальної дисципліни

**«Інженерні мережі (водопостачання та водовідведення,
теплогазопостачання та вентиляція)»**

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр»
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво»
факультет гірничої справи природокористування та будівництва
кафедра гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

Рекомендовано на засіданні
кафедри гірничих технологій та
будівництва ім. проф. Бакка М.Т
27 серпня 2024 р., протокол № 08

Розробники:

к.т.н. доцент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка
М.Т. ПРИПОТЕНЬ Юлія
ст. викладач кафедри робототехніки, електроенергетики та автоматизації ім.
проф. Б.Б. Самотокаїна ПОКЛЯЧЕНКО Олександр
асистент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.
НАУМОВ Ярослав

Житомир
2024

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 2

УДК 697.

Методичні рекомендації для проведення практичних занять з навчальної дисципліни «Інженерні мережі (водопостачання та водовідведення, теплогазопостачання та вентиляція)» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітньо-професійна програма «Промислове та цивільне будівництво».

Укладачі – к.т.н. доцент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т. ПРИПОТЕНЬ Юлія, ст. викладач кафедри робототехніки, електроенергетики та автоматизації ім. проф. Б.Б. Самотокаїна ПОКЛЯЧЕНКО Олександр, асистент кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т. НАУМОВ Ярослав – Житомир: Державний університет «Житомирська політехніка», 2024. – 70 с.

Рецензенти:

ОСТАФІЙЧУК Неля - ст. викладач кафедри гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т.

ШЛАПАК Володимир - к.т.н., доцент кафедри маркшейдерії.

Відповідальний за випуск: завідувач кафедрою гірничих технологій та будівництва ім. проф. Бакка М.Т. – к.т.н. БАШИНСЬКИЙ Сергій

Методичні рекомендації розроблені для здобувачів вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» освітнього ступеня «бакалавр» денної та заочної форм навчання і містять детальні вказівки для проведення практичних занять з навчальної дисципліни «Інженерні мережі (водопостачання та водовідведення, теплогазопостачання та вентиляція)».

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 3

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Тема 1. Розрахунок трансмісійних тепловтрат будівлі.....	5
Тема 2: Аналіз річних тепловтрат будівлі.....	10
Тема 3: Обрахунок енерговитрат та вибір енергоносія	15
Тема 4: Проектування системи теплої підлоги.....	19
Тема 5. Оцінка ефективності радіаторів.....	24
Тема 6. Порівняння вартості опалення.....	29
Тема 7. Розрахунок компонентів системи опалення	40
Тема 8. Розрахунок і підбір насосного обладнання для забезпечення водопостачання приватного будинку зі свердловини	43
Тема 9. Проектування санвузла з розміщенням сантехнічного обладнання та каналізаційних труб	49
ДОДАТКИ.....	55

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	<i>Випуск 1</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр № 1</i>	<i>Арк 70 / 4</i>

ВСТУП

Методичні рекомендації, викладені в цьому посібнику, призначені для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» за освітньо-професійною програмою «Промислове та цивільне будівництво».

Методом даних рекомендацій є надання студентам багатьох знань та навичок для проведення практичних занять з навчальної дисципліни «Інженерні мережі», що включає такі важливі аспекти, як водопостачання та водовідведення, теплогазопостачання та вентиляція.

У методиці представлено структуру практичних робіт, що забезпечують здобувачам освіти:

- засвоїти основні принципи розрахунку інженерних систем;
- навчатися оцінювати тепловтрати будівель та проектувати відповідні інженерні мережі;
- опанувати методи розрахунку та підбору обладнання для забезпечення комфортних умов у будівлях.

Дані рекомендації сприяють закріпленню теоретичних знань, отриманих під час лекційних занять, та розвитку практичних навичок, значною мірою для ефективної діяльності майбутніх інженерів у сфері будівництва та експлуатації інженерних мереж.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 5

Тема 1. Розрахунок трансмісійних тепловтрат будівлі

Теоретичні дані:

Річні тепловтрати будівлі є результатом втрат тепла через огорожувальні конструкції, такі як стіни, дах, підлога та вікна, а також через вентиляцію та інфільтрацію. Ці втрати залежать від різниці температур між внутрішнім і зовнішнім середовищем протягом усього опалювального сезону. Кількість тепловтрат визначається кліматичними умовами регіону, якістю теплоізоляції та конструктивними особливостями будівлі. Утеплення конструкцій і встановлення енергоефективних вікон допомагає значно знизити втрати тепла.

Ключовим елементом у визначенні тепловтрат є середньомісячні температури та кількість опалювальних днів у році. Для мінімізації тепловтрат варто звернути увагу на усунення теплових містків, які часто виникають у місцях стику матеріалів, кутів будівлі та навколо віконних і дверних рам. Вентиляція є ще одним важливим чинником, що впливає на тепловтрати, тому використання систем із рекуперацією тепла дозволяє зберегти частину енергії.

Аналіз річних тепловтрат дозволяє оцінити, які зони будівлі найбільш вразливі до втрат тепла, та обґрунтувати необхідність модернізації конструкцій. Енергоефективні заходи, такі як утеплення стін і даху, можуть не лише знизити витрати на опалення, а й створити комфортні умови для проживання. Крім того, цей аналіз дає змогу розрахувати економічну ефективність заходів із теплоізоляції, що сприяє оптимальному використанню енергоресурсів.

На основі потрібних даних необхідно розрахувати тепловтрати через огорожуючі конструкції тих приміщень, які ви використовуєте у власній курсовій роботі.

Розраховані тепловтрати необхідно нанести на план приміщень, щоб було видно, яка кімната скільки потребує теплової енергії на обігрів

Кінцева ціль розрахувати пікові тепловтрати для кожної кімнати у віртуальних будиночках

Трансмісійні тепловтрати приміщення через огорожуючі конструкції складаються з тепловтрат через окремі конструкції:

$$Q_T = Q_{T,ст} + Q_{T,вік.} + Q_{T,дах} + Q_{T,підл.}$$

де $Q_{T,ст}$, $Q_{T,вік.}$, $Q_{T,дах}$, $Q_{T,підл.}$ – відповідно трансмісійні витрати через стіни, вікна, дах та підлогу.

Для кожного елементу огорожуючих конструкцій трансмісійні витрати знаходимо за формулою:

$$Q_{T,i} = U_i \cdot A_i \cdot (t_{вн} - t_3) \cdot \epsilon_k$$

де U_i – коефіцієнт теплопередачі через конструкцію, Вт/м²·°C

A_i – площа огорожуючої конструкції, м²

$t_{вн}$ – температура внутрішнього повітря, °C

t_3 – температура зовнішнього повітря, °C

ϵ_k – коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати.

Коефіцієнт теплопередачі через конструкцію дорівнює

$$U_i = 1/R_i$$

де R_i – опір теплопередачі огорожуючої конструкції м²·K/Вт. Він знаходиться окремо для кожної огорожуючої конструкції за формулою

$$R_i = \alpha_B + \sum \delta/\lambda + \alpha_3$$

де α_B – опір теплопередачі від внутрішнього повітря до огороження, для більшості приміщень $\alpha_B = 1/8,7$ м²·K/Вт;

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 6

α_3 – опір теплопередачі від огороження до зовнішнього повітря, для більшості випадків $\alpha_3 = 1/23 \text{ м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$ – при омиванні огороження вільним повітрям, $\alpha_3 = 1/12 \text{ м}^2 \cdot \text{°С}/\text{Вт}$ – якщо огороження виходить в неопалюване приміщення, наприклад на горище;

δ – товщина однорідного шару неоднорідної теплової конструкції, м

λ – коефіцієнт теплопровідності шару, $\text{Вт}/\text{м} \cdot \text{К}$.

Коефіцієнти теплопровідності більшості матеріалів, що використовуються в будівництві, можна знайти в ДСТУ Б В.2.6-189:2013, деякі з них винесено в додаток 1 даного посібника.

При використанні при будівництві готових виробів завод-виробник має надавати сертифікат виробу з вказанням його теплового опору. Це відноситься до вікон та дверей, а також сендвіч-панелей.

Також необхідно врахувати, що реальна стіна має теплові вклучення, що погіршують її захисні властивості. Розрахунок стіни з урахуванням теплових вклучень приведений в ДСТУ Б В.2.6-189:2013. При спрощених розрахунках можна використовувати коефіцієнт, що враховує наявність теплових вклучень. Тоді:

$$U_i = 1/R_i + \Delta U_{tb}$$

Таблиця. 1.1

Значення додаткової складової до коефіцієнта теплопередачі, які враховують вплив теплопровідних вклучень.

Середнє значення коефіцієнта теплопередачі непрозорої частин конструкцій, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$	ΔU_{tb}
$1/R_i \geq 0,8$	0,0
$0,4 \leq 1/R_i < 0,8$	0,075
$1/R_i < 0,4$	0,015

Тепловий опір огорожувальних конструкцій нормується. Він має бути не менший вказаних в ДБН В.2.6-31:2021 (табл. 1.2).

Таблиця. 1.2

Мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будівель R_{qmin}

№ п/п	Вид огорожувальної конструкції	Значення R_{qmin} , $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стінові огорожувальні конструкції	4,00	1
2	Суміщені покриття, що межують із зовнішнім повітрям	7,00	2
3	Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів), мансард, горищні перекриття неопалюваних горищ	6,00	3
4	Перекриття, що межують із зовнішнім повітрям, та над неопалюваними підвалами	5,00	4
5	Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,90	5
6	Зенітні ліхтарі	0,80	6
7	Зовнішні двері	0,70	7

При реконструкції, капітальному ремонті визначених проектною документацією частин будівлі, у тому числі з метою термомодернізації, для непрозорих огорожувальних конструкцій, світлопрозорих огорожувальних конструкцій та зовнішніх дверей в місцях

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 7

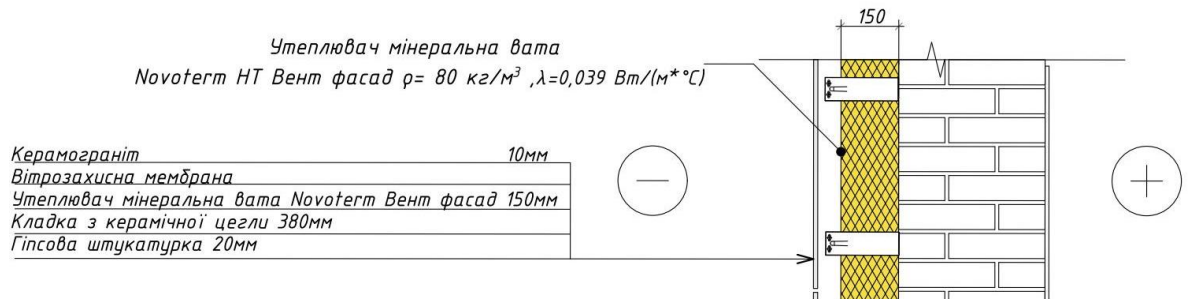
загального користування багатоквартирних житлових і громадських будівель допускається зниження значень приведенного опору теплопередачі до рівня 75 % від R_{qmin} при обов'язковому виконанні температурних обмежень для цих елементів теплоізоляційної оболонки.

Отже, тепловий опір, знайдений за формулами 4-6, має бути порівняний з табличним й, при необхідності, конструкція стіни має бути змінена.

Конструкцію стіни після теплового розрахунку необхідно перевірити на тепловологісний режим, на повітропроникність, на теплостійкість.

При проектуванні нових будинків та реконструкції існуючих шари з теплоізоляційних матеріалів слід розташовувати із зовнішньої сторони стіни. В цьому випадку збільшується температура внутрішньої поверхні стіни, точка роси виноситься за межі стіни, товща стіни зберігає теплоту.

Приклад. Визначимо тепловий опір зовнішньої стіни такої конструкції:



Характеристику кожного шару зводимо в таблицю:

Таблиця 1.3

Характеристики шарів будівельної конструкції

№п/п	Назва і-го шару конструкцій	Товщина, м	Теплопровідність, Вт/(м К)	Номер матеріалу згідно додатку А ДСТУ Б В.2.6-189:2013
1	Цементно-піщана штукатурка, $\rho=1600$ кг/м ³	0,02	0,81	66
2	Цегла керамічна $\rho=1800$ кг/м ³	0,38	0,81	74
3	Утеплювач мінераловатна плита, $\rho=80$ кг/м ³	0,15	0,039	1

Використовуючи формулу знайдемо тепловий опір будівельної конструкції. Прийmemo до уваги, що стінка має вентильований фасад, тобто останнім шаром, що омивається зовнішнім повітрям буде поверхня утеплювача, гранітна плитка фасаду не входить до теплозахисних шарів стінки. Також оскільки вентильований фасад зменшує швидкість зовнішнього повітря, то опір теплопередачі $\alpha_3 = 1/12$ м²·К/Вт. Оскільки виробник теплової ізоляції надає її сертифікат з характеристиками, коефіцієнт теплопровідності утеплювача приймається по даним сертифікату, а не додатку 1.

$$R_{ст} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,02}{0,81} + \frac{0,38}{0,81} + \frac{0,15}{0,039} + \frac{1}{12} = 4,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Коефіцієнт теплопередачі стіни по основному полю дорівнює:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 8

$$U_{ст} = 1/R_{ст} = 1/4,5 = 0,222 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Коефіцієнт теплопередачі стіни в урахуванням теплопровідних включень дорівнює

$$U_{ст} = 1/R_{ст} + \Delta U_{тб} = 0,222 + 0,015 = 0,237 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Опір теплопередачі з урахуванням теплопровідних включень:

$$R_{ст} = 1/0,237 = 4,2 (\text{м}^2 \cdot \text{К}) / \text{Вт}.$$

Порівняємо з табличним $4,2 > 4 (\text{м}^2 \cdot \text{К}) / \text{Вт}$, отже конструкція стіни відповідає нормативним.

Площа огорожуючих конструкцій визначається за зовнішніми розмірами будинку. Температури внутрішнього та зовнішнього повітря приймаються за даними попередніх розділів. Якщо зовнішнє огороження не має прямого сполучення з зовнішнім повітрям, перепад температур зменшується на коефіцієнт n .

Таблиця 1.4

Коефіцієнт зменшення розрахункової різниці температур n

Види огороження	Величина коефіцієнта
Зовнішні стіни, безгорищні покриття та перекриття над проїздами	1,0
Горищні перекриття та безгорищні покриття з вентильованими продухами	0,9
Перекриття над холодними підвалами, розташованими вище рівня землі	0,75
Перекриття над неопалюваними підвалами при наявності вікон у їхніх зовнішніх стінах	0,6
Те ж, за відсутності вікон	0,4

Коефіцієнт, що враховує додаткові тепловтрати, застосовується для тих огорожень, які потрапляють в зону несприятливих чинників.

$$e_k = 1 + \Sigma \beta$$

де β додаткові втрати теплоти по кожному фактору.

Таблиця 1.5

Додаткові втрати теплоти β

Чинник, яким обумовлені додаткові втрати теплоти	Огороження, при розрахунку яких враховуються додаткові втрати	β
Швидкість вітру		
Вітер з швидкістю* до 5 м/с	Орієнтовані на напрями, звідки дує вітер в січні з повторюваністю* не менше 15%	0,05
Вітер з швидкістю* більше 5 м/с		0,1
Висотність будівель		
Будівлі заввишки 10 -15 поверхів	Огороження 1-го та 2-го поверхів	0,1
	Огороження 3-го поверху	0,05
Будівлі заввишки 16 поверхів і вище	Огороження 1-го та 2-го поверхів	0,2
	Огороження 3-го поверху	0,15
	Огороження 4-го поверху	0,1

* – швидкість та повторюваність вітру приймається як середня за січень по ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1

Для суміжних приміщень, задана температура яких відрізняється більше ніж на 4 °С, треба враховувати теплопередачу через внутрішню стіну.

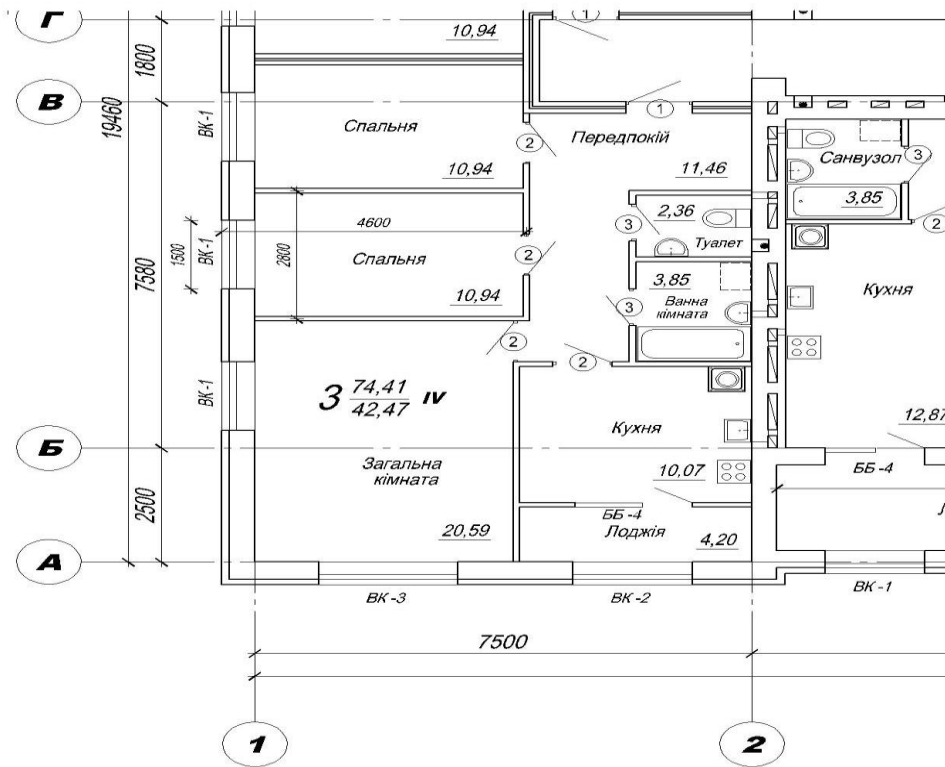


Рис.1 Схема будинку

Тепловий опір вікна дорівнює 0,8 м² К/Вт, на нього представлений сертифікат. Тепловий опір даху дорівнює 6,2 м² К/Вт й виходить на неопалюване горище.

Всі розрахунки представимо в вигляді таблиці.

Таблиця. 1.7

Назва приміщення	Назва огородж.	Розмір огородж.	$t_{вн}, ^\circ\text{C}$	$T_3, ^\circ\text{C}$	$R, \text{м}^2\text{К/Вт}$	Коефіцієнт n	Коефіцієнт β	$Q_t, \text{Вт}$
Спальня	ЗС	2,8x2,7-1,5x1,8	20 ⁰ С	-22 ⁰ С	4,2	1	0,05	113
	Вікно	1,5x1,8			0,8	1	0,05	156
	Стеля	4,55x2,8			6,2	0,9	0	81
							Сума	350

З нормативної літератури ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 температура найхолоднішої п'ятиденки -22⁰С, характеристика вітру в січні для напрямку південний захід 15,4% вірогідності зі швидкістю 4,4 м/с.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 70 / 10

Тема 2: Аналіз річних тепловтрат будівлі

Теоретичні відомості:

Річні тепловтрати будівлі — це сукупні втрати теплової енергії через огорожувальні конструкції (стіни, дах, підлогу, вікна) та вентиляцію протягом опалювального сезону. Аналіз цих втрат дозволяє зрозуміти, наскільки енергоефективна будівля та які заходи можуть зменшити споживання енергії.

Основні чинники, що впливають на тепловтрати:

1. Кліматична зона та зовнішня температура.

- У регіонах із суворим кліматом та низькими середньомісячними температурами опалювальний сезон триває довше, що призводить до збільшення тепловтрат.
- Тривалість опалювального періоду варіюється від 4 до 8 місяців залежно від місця розташування будівлі.

2. Якість теплоізоляції.

- Будівлі з якісними теплоізоляційними матеріалами мають значно нижчі річні тепловтрати.
- Утеплення стін, даху, підлоги та встановлення енергоефективних вікон мінімізують втрати тепла.

3. Тип і конструкція будівлі.

- Приватні будинки мають більшу площу зовнішніх стін, що збільшує тепловтрати, порівняно з багатоповерхівками.
- Наявність мансард чи підвальних приміщень також впливає на загальні витрати тепла.

4. Вентиляція та інфільтрація.

- Значна частка тепловтрат відбувається через неконтрольовану вентиляцію (протяги, щілини у вікнах і дверях).
- Використання вентиляційних систем із рекуперацією тепла дозволяє зберегти до 70% енергії.

Сумарні тепловтрати будинку складаються із суми тепловтрат стін, вікон, стелі, підлоги та інфільтрації. Обрахуємо кожну з них згідно плану будинку.

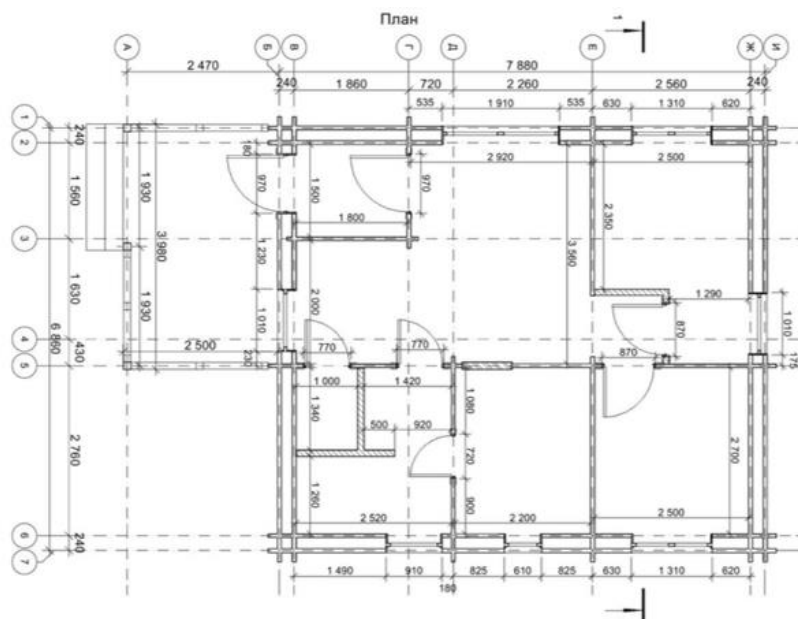


Рис. 2.1 План будинку

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 11

Маємо розміри стін, визначаємо площу та об'єм приміщення.

Таблиця 2.1

Розміри будівлі

	Спальня 1	Спальня 2	Парна	Сан вузол	Кухня-студія	Сума
Довжина (м)	2.700	3.560	2.200	2.600	4.720	15.780
Ширина (м)	2.500	2.500	2.700	2.520	3.560	13.780
Висота (м)	2.700					
Площа (м кв)	6.75	8.9	5.94	6.552	16.8032	45
Об'єм (м куб)	18.225	24.03	16.038	17.6904	45.36864	121.5

Матеріали та їх характеристики, які варто взяти до уваги під час розрахунку тепловитрат наведені в таблиці нижче.

Таблиця 2.2

Матеріали та їх характеристики будівлі

	Стіни:	
	Брус	Арболіт
Теплопровідність (λ) (Вт/м°C)	0.24	0.13
Товщина (d) (м)	0.06	0.18
	Підлога	
	Екструд полістирол	Важкий бетон
Теплопровідність (λ) (Вт/м°C)	0.029	0.9
Товщина (d) (м)	0.08	0.06
	Стеля	
	Мін вата	
Теплопровідність (λ) (Вт/м°C)	0.038	
Товщина (d) (м)	0.25	

Температури для розрахунків беремо за найхолодніший період в регіоні

Таблиця 2.3

Температури для розрахунків

Температура	
Стіни, стеля	
Зовні	-22
Всередині	20
Δt	42
Підлога	
Зовні	4
Всередині	20
Δt	16

Проведено окремі розрахунки зовнішніх стін

Таблиця 2.4

Зовнішні стіни

Зовнішні стіни	
Довжина (м)	7.88
Ширина (м)	6.86
Площа довжини (м кв)	21.276
Площа ширини (м кв)	18.522
Площа всіх стін (м кв)	79.596

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1

Формула для розрахунку тепловтрат стін буде такою:

$$Q = \frac{\Delta t * S}{\frac{d1}{\lambda1} + \frac{d2}{\lambda2} + \frac{1}{\alpha1} + \frac{1}{\alpha2}}$$

де Δt – різниця температур зовні та зсередини будинку;

S – площа всіх стін;

d – товщина матеріалу стіни;

λ – теплопровідність матеріалу;

α – коефіцієнти тепловіддачі (із внутрішнього боку та зовнішнього).

Розраховуємо тепловтрати стін, враховуючи, що брусу 2 шари в стіні, зовні та зсередини:

$$Q = \frac{42 * 71.081}{\frac{0.06}{0.24} * 2 + \frac{0.18}{0.13} + \frac{1}{8.7} + \frac{1}{23}} = 1462 \text{ Вт}$$

В результаті отримуємо 1462 Вт тепловтрат через стіни. Проводимо подальші розрахунки за тією ж формулою. Формула для обрахунку тепловитрат стелі така ж сама, але замість площі стін береться площа будинку і, зрозуміло, матеріал з якого зроблена стеля та його товщина. В результаті отримуємо 281 Вт тепловтрат через стелю.

Формула для обрахунку тепловитрат підлоги така ж сама, але різниця температур береться інша, різниця між температурою в середині будинку та ґрунту, також, змінюється матеріал та його товщина. В результаті отримуємо 232 Вт тепловтрат через підлогу.

Для обрахунку вентиляції використовується набагато простіша формула, в якій об'єм будівлі множиться на 9, таким чином отримуємо усереднене значення втрати теплоти через вентиляцію.

$$Q = V * 9$$

$$Q = 121.5 * 9 = 1094 \text{ Вт}$$

В результаті отримуємо 1094 Вт тепловтрат через інфільтрацію. Формула для обрахунку тепловитрат вікон та дверей така ж сама як і для підлоги, стелі та стін, де окремо вимірюється площа вікон та замість матеріалів скла, беруться значення теплопровідності вказані виробником та товщина віконної рамки.

Таблиця 2.5

Дані по вікнах будинку

Вікна та двері	
Площа (м кв)	8.515
Теплопровідність (λ)	0.32
Товщина (м)	0.024

В результаті отримуємо 1533 Вт тепловтрат через вікна. Тепер можемо підсумувати всі попередні тепловтрати і отримати число 4602 Вт загальних тепловтрат будинку

Таблиця 2.6

Фінальна таблиця з тепловитратами

Тепловтрати (Вт)	
Стіни	1462
Стеля	281
Підлога	232
Двері	-
Вентиляція	1094

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 13

Вікна	1533
Сума	4602

Приклад другого завдання (розрахунок тепловтрат будинку впродовж року):
Беремо дані з попередніх обрахунків, завданням на цю лабораторну роботу є обрахунок тепловтрат впродовж року із середніми показниками температури на кожен місяць, окрім літнього періоду, коли будинок вже треба охолоджувати. Маємо середні показники температури по регіону (рис.2.1)

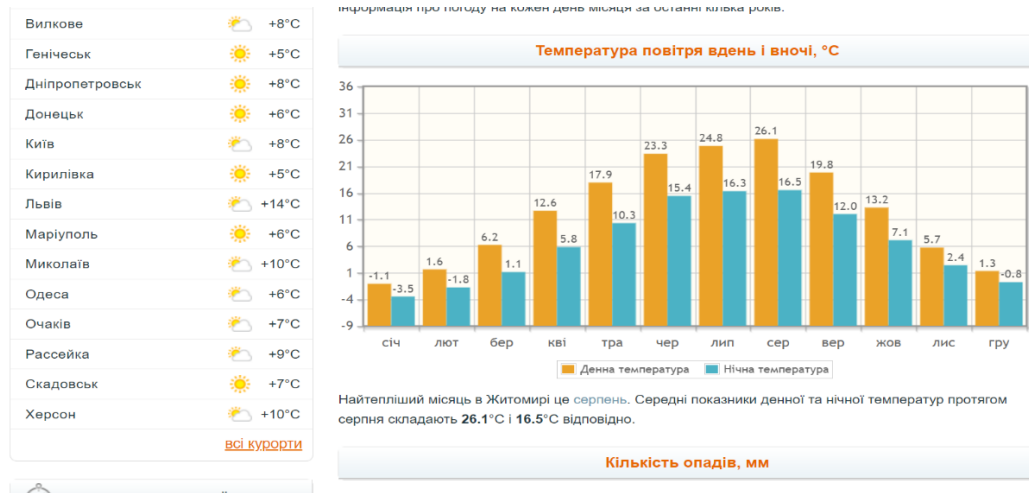


Рис. 2.2 Середні показники температури по регіону

Складаємо загальну табличку із даними середньої температури за день та ніч на кожен місяць, пропускаючи літні місяці, додаємо кількість днів в кожному місяці, також вираховуємо нову різницю температур Δt .

Таблиця 2.7

Дані по місяцях

Місяці		січ	лют	бер	кві	тра	чер	лип	серп	вер	жов	лис	гру
сер. Темп		-2.3	-0.1	3.65	9.2	14.1	NONE	NONE	NONE	15.9	10.15	4.05	0.25
Δt		22.3	20.1	16.35	10.8	5.9	NONE	NONE	NONE	4.1	9.85	15.95	19.75
Кількість днів		31	28	31	30	31	NONE	NONE	NONE	30	31	30	31

Тепер вираховуємо тепловтрати для кожної категорії згідно тих самих формул, що й в попередній лабораторній, враховуючи нову різницю температур, після чого сумуємо отримані результати.

Далі, враховуючи кількість днів в місяці та кількість годин в одному дні, вираховуємо тепловитрати в квт.год впродовж місяця за формулою.

$$Q = \frac{(N * 24) * Q_{\text{за один день}}}{1000}$$

Для прикладу розрахуємо витрати за січень:

$$Q = \frac{(31 * 24) * 3222}{1000} = 2398 \text{ квт. год}$$

За тим же принципом розрахуємо витрати за інші місяці.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024	
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 14	

Таблиця 2.8

Результати обрахунків

Тепловтрати (Вт)												
Стіни	846	769	639	446	275	NON E	NON E	NON E	213	413	625	757
Стеля	163	148	123	86	53	NON E	NON E	NON E	41	80	120	146
Підлога	232	232	232	232	232	NON E	NON E	NON E	232	232	232	232
Вентиляція	1094	1094	1094	1094	1094	NON E	NON E	NON E	1094	1094	1094	1094
Вікна	887	807	670	467	289	NON E	NON E	NON E	223	433	655	536
Сума (Вт)	3222	3050	2758	2325	1943	NON E	NON E	NON E	1803	2252	2726	2765
Витрати (квт.год)	2398	2050	2052	1674	1446	NON E	NON E	NON E	1299	1676	1963	2058

Підсумовуючи помісячні витрати отримаємо загальні витрати за рік у кількості 16616 квт.год

Формуємо графіки аналізу тепловитрат на кожен місяць, середньодобові та щомісячні.

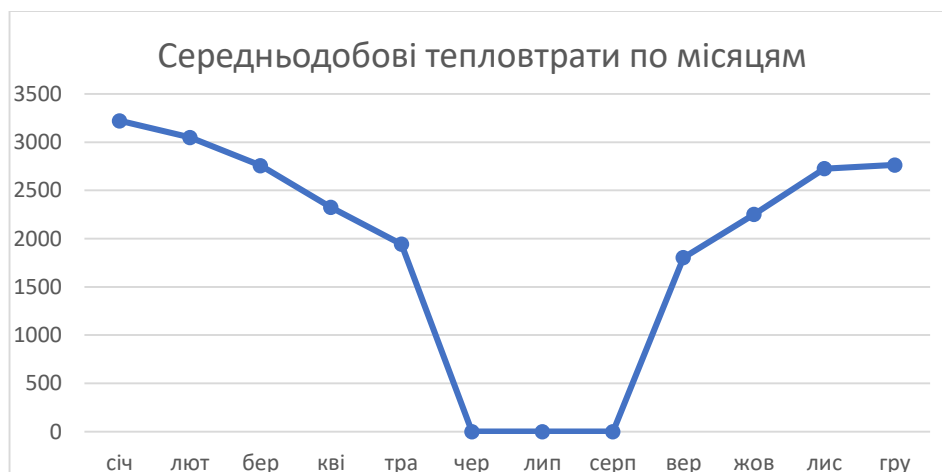


Рис. 2.1 Середньодобові тепловтрати по місяцям

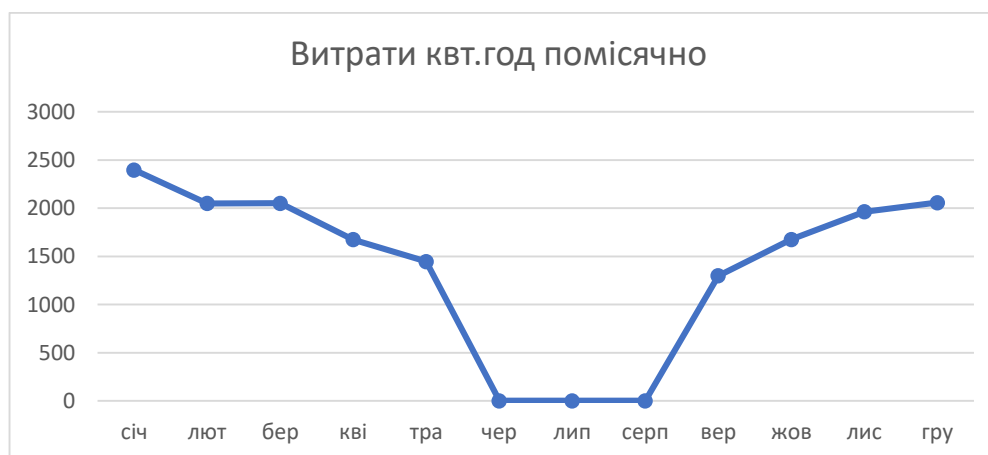


Рис. 2.2 Витрати квт.год помісячно

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 15

Тема 3: Обрахунок енерговитрат та вибір енергоносія

Теоретичні відомості:

Обрахунок енерговитрат та вибір енергоносія є важливими етапами для забезпечення енергоефективності будівлі та оптимізації витрат на опалення. Енерговитрати визначаються на основі річних тепловтрат будівлі, які залежать від її площі, рівня теплоізоляції, кліматичних умов регіону та тривалості опалювального сезону. Для розрахунку використовуються дані про пікові тепловтрати, середню різницю температур та тривалість опалення.

Вибір енергоносія базується на його доступності, вартості та ефективності перетворення енергії в тепло. Основними джерелами енергії для опалення є природний газ, електроенергія, дрова, пелети та централізоване опалення. Кожен вид має свої переваги та недоліки, які впливають на кінцеву вартість опалення. Газові системи є популярними через їхню стабільність і відносно низьку ціну енергоносія, тоді як електричне опалення може бути дорожчим, але має простішу систему обслуговування. Дрова та пелети є альтернативою для регіонів без доступу до газової мережі, але потребують більше фізичних ресурсів для їхньої підготовки та зберігання.

Для прийняття рішення щодо вибору енергоносія важливо враховувати не тільки вартість палива, але й інші фактори, такі як витрати на встановлення та обслуговування обладнання, екологічність і можливості автоматизації системи. Обрахунок річних витрат дозволяє оцінити загальні фінансові витрати та вибрати найбільш вигідний енергоносіє для конкретного об'єкта. Ефективний вибір забезпечує як економію коштів, так і зниження екологічного впливу.

Приклад завдання: Беремо дані з попередньої лабораторної роботи, завданням на цю лабораторну роботу є обрахунок енерговитрат та вартості енергоносіїв впродовж року за наявних річних тепловтрат для побутового та комерційного використання приміщення.

Маємо річні тепловтрати 16616 кВт/год та таблицю тарифів на енергоносії

Таблиця 3.1

Тарифи на енергоносії			
Ел.енергія	Звич. тар.	4.35	грн/квт.год
	Ніч. тар	2.15	грн/квт.год
Природний газ		8	грн/куб.м
Дрова		2	грн/кг
Пелети		7	грн/кг
Центр. опалення		1.63	грн/квт.год
Комерційні тарифи			
Ел енергія		4.47	грн/квт.год
Природний газ		16.2	грн/куб.м
Дрова		2	грн/кг
Пелети		7	грн/кг
Центр. опалення		1.63	грн/квт.год

Також маємо декілька різних типів теплогенераторів із різними енергоносіями та їхніми характеристиками теплотворної здатності. Визначаємо на цій таблиці вартість 1квт.год теплової енергії, кількість необхідних енергоносіїв та вартість опалення річних енерговитрат для побутового споживача. Для цього, за рахунок пропорції визначаємо вартість 1 кВт*год теплової енергії, яка потім множиться на річну кількість тепловтрат.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 16

Вартість 1 квт.год теплової енергії розраховується за формулою:

$$\text{Вартість тепл. ен.} = \frac{\text{теплотворна здат}}{\text{вартість 1 квт. год енергоносія}}$$

Кількість необхідних енергоносіїв обраховуємо за формулою:

$$\text{кільк. необх. енергон.} = \frac{\text{річні тепловтрати}}{\text{теплотворну здатність}}$$

Вартість опалення річних енерговитрат обраховуємо за формулою:

$$\text{Вар. опал. річ. енерговит.} = \text{Річні тепловтрати} * \text{Вартість 1 квт. год тепл. ен.}$$

Для Електричного котла зі звичайним тарифом це буде:

$$\text{Вартість тепл. ен.} = \frac{0.97}{2.68} = 2.76 \text{ грн}$$

$$\text{кільк. необх. енергон.} = \frac{16616}{0.97} = 17129.90$$

$$\text{вар. опал. річ. енерговит.} = 16616 * 2.76 = 45908.12 \text{ грн}$$

За таким же принципом обраховуємо вартість для інших теплогенераторів.

Таблиця 3.2

Розрахунок енерговитрат для побутового споживача

Розрахунок енерговитрат для побутового споживача					
Енергоносій	Теплогенератор	Теплотворна здатність за 1 вим., кВт.год	Вартість 1 квт.год теплової енергії, грн	Кількість необхідних енергоносіїв	Вартість опалення річних енерговитрат
Ел. енергія, звич. тариф	Електричний котел	0.97	2.76	17129.90	45908.12
Ел. Енергія	Електричний котел + нічний тариф	0.97	2.34	17129.90	38851.88
Ел. енергія, ніч. тариф	Електричний котел + ТА	0.9	1.49	18462.22	24739.38
Ел. енергія, звич. тариф	Тепловий насос	3	0.89	5538.67	14843.63
Ел. Енергія	Тепловий насос + нічний тар	3	0.74	5538.67	12369.69
Природний газ	Традиційний газ. котел	8.6	0.93	1932.09	15456.74
Природний газ	Конденсаційний газ. котел	10.2	0.78	1629.02	13032.16
Дрова	Традиційний котел на дровах	2	1	8308.00	16616.00
Деревні пелети	Пелетний котел	3.5	2	4747.43	33232.00
Невідомо що палять	Централізоване опалення	1167	1.63	14.24	27084.08

Створюємо гістограму вартості опалення річних енерговитрат для різних типів теплогенераторів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 17



Рис. 3.1 Вартість опалення річних енерговитрат для побутового споживача
Робимо те ж саме але для комерційного споживача, з комерційними тарифами.

Таблиця 3.3

Розрахунок енерговитрат для комерційного споживача

Розрахунок енерговитрат для комерційного споживача					
Енергоносії	Теплогенератор	Теплотворна здатність за 1 вим., кВт.год	Вартість 1 квт.год теплової енергії, грн	Кількість необхідних енергоносіїв	Вартість опалення річних енерговитрат
Ел. Енергія	Електричний котел	0.97	4.61	17129.90	76570.64
Ел. Енергія	Тепловий насос	3	1.49	5538.67	24757.84
Природний газ	Традиційний газ. котел	8.6	1.88	1932.09	31299.91
Природний газ	Конденсаційний газ. котел	10.2	1.59	1629.02	26390.12
Дрова	Традиційний котел на дровах	2	1	8308.00	16616.00
Деревні пелети	Пелетний котел	3.5	2	4747.43	33232.00
Невідомо що палять	Централізоване опалення	1167	1.63	14.24	27084.08

Створюємо гістограму вартості опалення річних енерговитрат для різних типів теплогенераторів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 18

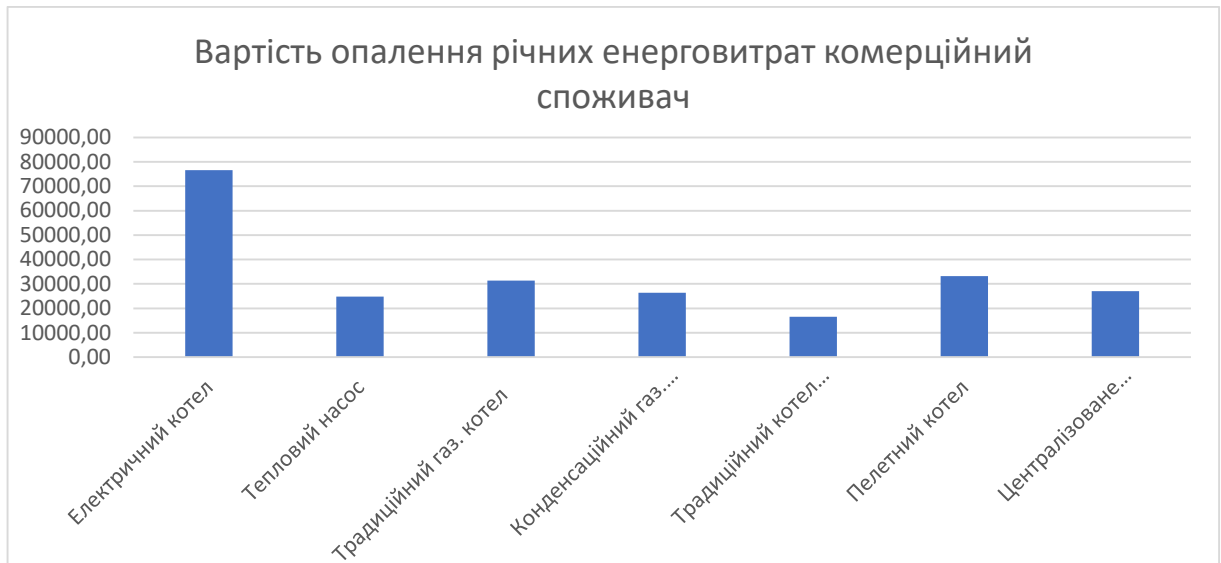


Рис. 3.2 Вартість опалення річних енерговитрат для комерційного споживача

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 19

Тема 4: Проектування системи теплої підлоги

Теоретичні відомості:

Тепла підлога

Тепла підлога - це система обігріву, яка вбудовується в підлогу будівлі. Вона працює на принципі радіантного обігріву, коли тепло передається безпосередньо від нагрівального елемента до поверхні підлоги, а потім випромінюється у приміщення, нагріваючи його. Основні складові теплої підлоги включають в себе. **Існує два основних вида теплої підлоги: водяна і електрична.**

У першому випадку теплоносієм в опалювальній трубопроводній системі буде циркулююча вода, нагріта до необхідної температури (іноді розчин етиленгліколю, антифриз). Водяна тепла підлога вигідна, якщо вже є індивідуальна система опалення. Котел, сонячний колектор або тепловий насос в комплексі допоможуть досягти максимальної економії.

Електрична підлога може бути: кабельною, плівковою (інфрачервоною) і матовою (нагрівальні електричні мати, термомати) кожна з них має свої особливості.

Особливості монтажу електричної і водяної підлоги

Водяна тепла підлога використовується частіше на великих площах, так як вона складніше монтується. До комплекту обладнання входять труби, колектор і циркуляційний насос. Установка вимагає від майстра наявності певного досвіду і кваліфікації. Монтаж водяної підлоги буде більш часозатратним, ніж монтаж електричної підлоги. З водяною підлогою висота стяжки збільшиться більше, ніж з електричною. Нагрівання відбувається по лінії прокладки труб і для рівномірності теплу підлогу накривають досить товстим шаром цементної стяжки. Водяну підлогу технічно складніше прокласти, робоча температура теплоносія в контурі не повинна перевищувати 30-32 °С, для цього монтується спеціальний термостатний вузол. Системі також потрібна буде примусова циркуляція води (для цього і використовується насос).

Кабельна тепла підлога аналогічна з укладанням, але в ній теплоносієм виступає кабель з високим питомим опором. Він може бути одножильним або двожильним. Монтаж простіший, але потрібно заздалегідь розраховувати довжину і опір кабелю на кожній нагрівальній ділянці, щоб забезпечити необхідну потужність нагріву. Товщина бетонної стяжки становитиме близько 3 - 5 см. У порівнянні з водяною підлогою, електрична прослужить набагато менше часу: 15-20 років проти 50.

Матова електрична підлога не вимагає товстої бетонної стяжки, для неї може бути досить шару плиткового клею. Конструкція складається з тонкого кабелю покладеного змійкою (з кроком 5 - 7 см) на капронову сітку. Таку вид теплої підлоги зручно використовувати в приміщеннях, де не можна робити стяжку підлоги великої товщини. Сам нагрівальний кабель товщиною близько 3 мм.

Плівкову теплу підлогу не замурують в стяжку, а укладають під покриття з мінімальним повітряним зазором і передача тепла здійснюється переважно інфрачервоним випромінюванням. У неї найпростіший монтаж, але обмежена питома потужність і низький термін експлуатації, неможливість укладання під паркет, керамічну плитку або керамограніт так як вони вимагають кріплення до основи. З недоліків: ламка конструкція плівки. При порушенні правил безпеки, неправильної експлуатації чи пошкодження, плівка може спалахнути. Ціна монтажу буде нижче у електричної теплої підлоги, ніж у водяної.

Переваги водяної теплої підлоги

Економічність: Енергоефективність будинку збільшується приблизно на чверть за рахунок того, що варіативність температури носія 30-50 градусів. Якщо приміщення просторе, а стелі високі, економія на опаленні становить 50-60% за рахунок того, що повітря

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 20

прогрівається на висоту приблизно до 2,5 м від підлоги.

Комфортність: Приміщення рівномірно прогрівається. Температура повітря на рівні ніг людини становить близько 24 градусів, а на рівні голови - 20 градуси. Це створює ідеальні умови для ігор з дітьми, ходіння босоніж. Крім того, повітря постійно залишається помірно зволеним. Обігрів приміщення відбувається не

за рахунок конвекції (переміщення повітряних мас), а від випромінювання. Крім того, через відсутність конвекції пил не переміщується по кімнаті.

Безпека: Система теплої підлоги має приховані теплові доступи. Ризик отримання опіків від безпосереднього контакту з теплоносієм - нульовий.

Зручність (підтримувати тепла підлога в чистоті набагато простіше, ніж радіатор).

Тривалий термін служби: Єдиний обмежуючий фактор в цьому відношенні - це термін служби труб.

Естетичність: Видимі частини опалювальної системи відсутні. Це сприяє спрощенню завдань по реалізації різних дизайнерських рішень. Водяна тепла підлога - цілком самодостатня опалювальна система. Немає необхідності в радіаторах, які найчастіше доводиться маскувати декоративними панелями або замінювати новими, відповідними інтер'єрному стилю.

Недоліки водяної теплої підлоги

Високі витрати на встановлення: Водяні системи теплої підлоги вимагають складної установки, що може включати в себе прокладання труб під підлогою або установку спеціальних плит з трубами. Це може призвести до значних витрат на працю та матеріали.

Необхідність системи опалювального котла або теплонасоса: Для обігріву водою потрібна система опалювального котла або теплонасоса, що може збільшити загальні витрати на установку та обслуговування.

Підвищення підлоги: У випадку прокладання труб під підлогою, це може призвести до підвищення рівня підлоги, що може бути недоцільним в деяких випадках.

Потенційні проблеми з утриманням і ремонтом: Якщо труби водяної системи підлоги пошкодяться або витікатимуть, ремонт може бути складним та вимагати розбирання підлоги.

Повільний реакційний час: Системи з водяною теплою підлогою можуть бути повільнішими у нагріванні приміщення порівняно з електричними системами, оскільки вода потребує часу на нагрівання.

Складності регулювання температури: В ряді випадків системи з водяною теплою підлогою можуть мати обмежені можливості регулювання температури в порівнянні з іншими системами опалення.

Переваги електричної теплої підлоги

Тепла підлога з електричним обігрівом має свої власні переваги, які роблять її привабливим варіантом для обігріву приміщень:

Простота установки: Електричні системи теплої підлоги зазвичай легше встановлювати, оскільки не потрібно прокладати труби для системи гарячого водяного обігріву. Вони складаються з нагрівальних кабелів або плівок, які просто розгортаються під підлогою.

Швидкий розігрів: Електричні системи теплої підлоги здатні нагріватися дуже швидко. Вони можуть достатньо швидко нагріти підлогу і, відповідно, приміщення.

Індивідуальний контроль: Електричні теплі підлоги зазвичай можуть бути керовані індивідуально в кожному приміщенні або навіть кожним окремим сегментом підлоги, що дозволяє ефективно регулювати температуру у кожному місці.

Ефективність: Електричні теплі підлоги можуть бути більш ефективними за традиційні системи опалення в деяких випадках, оскільки вони не потребують системи опалювального котла або трубопроводів, які можуть втратити тепло.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 21

Низькі витрати на обслуговування: Вони зазвичай мають менше деталей, які можуть вимагати обслуговування в порівнянні з традиційними гарячими водяними системами.

Ці переваги роблять електричні теплі підлоги популярним вибором для обігріву житлових і комерційних приміщень. Однак слід також враховувати електричні витрати та можливість обмежень у використанні великих площ.

Недоліки електричної теплої підлоги

Хоча тепла підлога з електричним обігрівом має свої переваги, є також кілька недоліків, які варто врахувати при розгляді цієї системи обігріву:

Високі витрати електроенергії: Електричні теплі підлоги можуть бути відносно енергоефективними, але витрати на електроенергію можуть бути високими, особливо в порівнянні з іншими джерелами тепла, такими як газ або дрова.

Залежність від цін на електроенергію: Вартість електроенергії може змінюватися відносно швидко, що може призвести до зростання витрат на опалення з електричною теплою підлогою.

Обмеженість площі обігріву: Для обігріву великих площ, таких як цілі поверхні будівель, електрична тепла підлога може бути менш ефективною та дороговартісною у порівнянні з іншими системами опалення.

Потрібна додаткова висота підлоги: У випадку встановлення нагрівальних кабелів або плівок під підлогою, це може збільшити висоту підлоги, що може бути проблемою при реконструкції або при встановленні в приміщеннях з низькими стелями.

Можливість пошкоджень: Якщо система теплої підлоги не встановлена або не використовується правильно, це може призвести до пошкоджень підлоги або нагрівальних елементів, що потребуватиме ремонту або заміни.

Загалом, електрична тепла підлога може бути ефективним варіантом обігріву для деяких приміщень, але вимагає ретельного розрахунку витрат та врахування можливих недоліків перед встановленням. Щоб розрахувати теплове навантаження $Q_{\text{треб}}$ для системи теплої підлоги, потрібно знати площу приміщення, теплові втрати будівлі, а також температурні вимоги до комфорту. Загалом, формула для визначення необхідної теплової потужності виглядає так:

$$Q_{\text{треб}} = q_{\text{уд}} \cdot S$$

де: $Q_{\text{треб}}$ — необхідна теплова потужність (Вт),

$q_{\text{уд}}$ — питоме теплове навантаження (Вт/м²), залежить від ступеня теплоізоляції та кліматичної зони,

S — площа приміщення (м²).

Вибір значення $q_{\text{уд}}$:

Для добре утеплених приміщень з вікнами з енергоощадного скла $q_{\text{уд}}$ складає приблизно 50–70 Вт/м².

- Для середньоутеплених приміщень — 80–100 Вт/м².
- Для приміщень з низьким рівнем теплоізоляції — 100–150 Вт/м².

Далі, знаючи $Q_{\text{треб}}$, можна розрахувати кількість контурів і довжину труб для кожного контуру, як описано у прикладі завдання в документі.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 70 / 22

Приклад завдання:

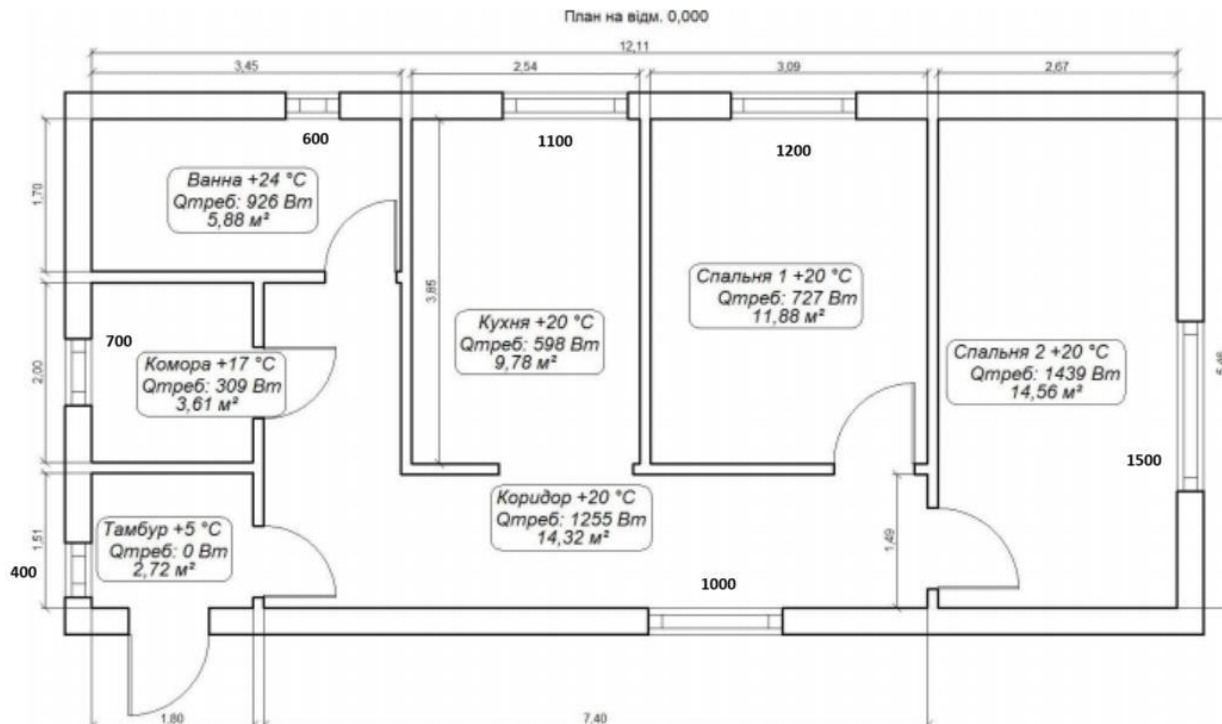


Рис.1 Масштаб приміщень та їх технічні характеристики

Кількість контурів розраховуємо за допомогою додавання загальної кількості труби для кімнати і додаванням довжини магістральних труб від комори до середини кімнати (магістральні труби – це дві труби, які ідуть від колектора до середини приміщення і рахуються у подвоєному значенні)

Якщо число більше за 80, то це 2 контури, якщо менше то 1 контур

Спальня 1

$$Q_{\text{треб}} = 727 \text{ Вт}$$

$$S^2 = 11,88 \text{ м}^2$$

$$L_{\text{тр}} = \frac{Q_{\text{треб}}}{12 \text{ Вт/м}} = \frac{727}{12} = 60,5\% + 5\% = 63,5 \text{ м} - \text{загальна довжина труби}$$

$$\frac{L_{\text{тр}}}{S} = \frac{63,5}{11,88} = 5; \frac{1}{5} = 0,2 \text{ м} = 20 \text{ см} - \text{крок укладки}$$

$$L_{\text{тр}} + L_{\text{м.т1}} + L_{\text{м.т2}} = 63,5 + 12 + 12 = 87,5 \text{ м} - 1 \text{ контур (відхилення } \pm 10)$$

Кухня

$$Q_{\text{треб}} = 598 \text{ Вт}$$

$$S^2 = 9,78 \text{ м}^2$$

$$L_{\text{тр}} = \frac{Q_{\text{треб}}}{12 \text{ Вт/м}} = \frac{598}{12} = 49,8 + 5\% = 52,3 \text{ м} - \text{загальна довжина труби}$$

$$\frac{L_{\text{тр}}}{S} = \frac{52,3}{9,78} = 5,34; \frac{1}{5,34} = 0,19 \text{ м} = 19 \text{ см} - \text{крок укладки}$$

$$L_{\text{тр}} + L_{\text{м.т1}} + L_{\text{м.т2}} = 52,3 + 7 + 7 = 66,3 \text{ м} - 1 \text{ контур}$$

Ванна

$$Q_{\text{треб}} = 926 \text{ Вт}$$

$$S^2 = 5,88 \text{ м}^2$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 23

$$L_{\text{тр}} = \frac{Q_{\text{треб}}}{12 \text{ Вт/м}} = \frac{926}{12} = 77,1 + 5\% = 81 \text{ м} - \text{загальна довжина труби}$$

$$\frac{L_{\text{тр}}}{S} = \frac{81}{5,88} = 13,7; \frac{1}{13,7} = 0,07 \text{ м} = 7 \text{ см} - \text{крок укладки}$$

$$L_{\text{тр}} + L_{\text{м.т1}} + L_{\text{м.т2}} = 81 + 4 + 4 = 89 \text{ м} - 1 \text{ контур}$$

Комора

$$Q_{\text{треб}} = 309 \text{ Вт}$$

$$S^2 = 3,61 \text{ м}^2$$

$$L_{\text{тр}} = \frac{Q_{\text{треб}}}{12 \text{ Вт/м}} = \frac{306}{12} = 25,5 + 5\% = 26,3 \text{ м} - \text{загальна довжина труби}$$

$$\frac{L_{\text{тр}}}{S} = \frac{26,3}{3,61} = 7,28; \frac{1}{7,28} = 0,13 \text{ м} = 13 \text{ см} - \text{крок укладки}$$

$$L_{\text{тр}} + L_{\text{м.т1}} + L_{\text{м.т2}} = 26,3 + 0 + 0 = 26,3 \text{ м} - 1 \text{ контур}$$

Спальня 2

$$Q_{\text{треб}} = 1439 \text{ Вт}$$

$$S^2 = 14,56 \text{ м}^2$$

$$L_{\text{тр}} = \frac{Q_{\text{треб}}}{12 \text{ Вт/м}} = \frac{1439}{12} = 120 + 5\% = 126 \text{ м} - \text{загальна довжина труби}$$

$$\frac{L_{\text{тр}}}{S} = \frac{126}{14,56} = 8,65; \frac{1}{8,65} = 0,11 \text{ м} = 11 \text{ см} - \text{крок укладки}$$

$$L_{\text{тр}} + L_{\text{м.т1}} + L_{\text{м.т2}} = 126 + 14 + 14 = 154 \text{ м} - 2 \text{ контура}$$

Коридор

$$Q_{\text{треб}} = 1255 \text{ Вт}$$

$$S^2 = 14,32 \text{ м}^2$$

$$L_{\text{тр}} = \frac{Q_{\text{треб}}}{12 \text{ Вт/м}} = \frac{1255}{12} = 104,5 + 5\% = 109,7 \text{ м} - \text{загальна довжина труби}$$

$$\frac{L_{\text{тр}}}{S} = \frac{109,7}{14,32} = 7,66; \frac{1}{7,66} = 0,13 \text{ м} = 13 \text{ см} - \text{крок укладки}$$

$$L_{\text{тр}} + L_{\text{м.т1}} + L_{\text{м.т2}} = 109,7 + 6 + 6 = 121,7 \text{ м} - 2 \text{ контура}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 70 / 24

Тема 5. Оцінка ефективності радіаторів

Теоретичні відомості:

Температурний напір в системі опалення виникає внаслідок різниці температур між теплоносієм у теплових мережах та середовищем, яке вони опалюють. Цей напір може впливати на розподіл тепла в системі, швидкість руху теплоносія та інші параметри опалення.

Основні чинники, які впливають на температурний напір в опаленні, включають:

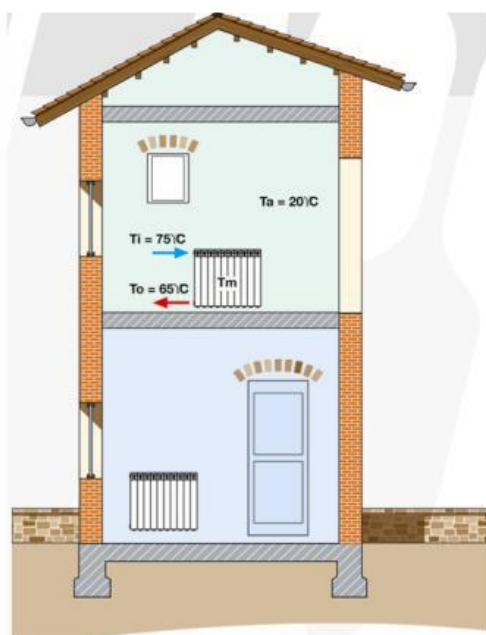
Різниця температур: Чим вища температура теплоносія і нижча температура оточуючого середовища (наприклад, приміщення), тим більший температурний напір.

Тепловтрати: Якщо будівля має погану ізоляцію або прогріває тепло через інші шляхи (наприклад, двері, вікна), це може збільшити різницю температур і, отже, температурний напір.

Довжина та діаметр трубопроводів: Шлях, яким прокладена тепла мережа, може впливати на температурний напір. Довші трубопроводи можуть мати більший температурний напір через більшу втрату тепла.

Конструкція системи опалення: Ефективність насосів, клапанів та інших компонентів системи опалення також може впливати на температурний напір.

Управління температурним напором в системі опалення важливе для забезпечення ефективного та комфортного опалення приміщення.



Метод розрахунку:

$$\Delta T = T_m - T_a$$

$$T_m = \frac{T_i + T_o}{2}$$

$$\text{Приклад: } \Delta T = \frac{75 + 65}{2} - 20 = 50^\circ\text{C}$$

Легенда:

T_m = Середня температура радіатора

T_a = Температура приміщення

T_i = Температура води на вході

T_o = Температура води на виході

Рис. 5.1 Методика розрахунку температурного напору

Панельні радіатори - це один із типів опалювальних приладів, які використовуються для нагріву приміщень у будівлях. Вони складаються з металевих панелей, зазвичай алюмінієвих або сталевих, які мають велику поверхню для передачі тепла. Усередині цих панелей знаходиться система трубок, через які циркулює гаряча вода з системи опалення будівлі.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1

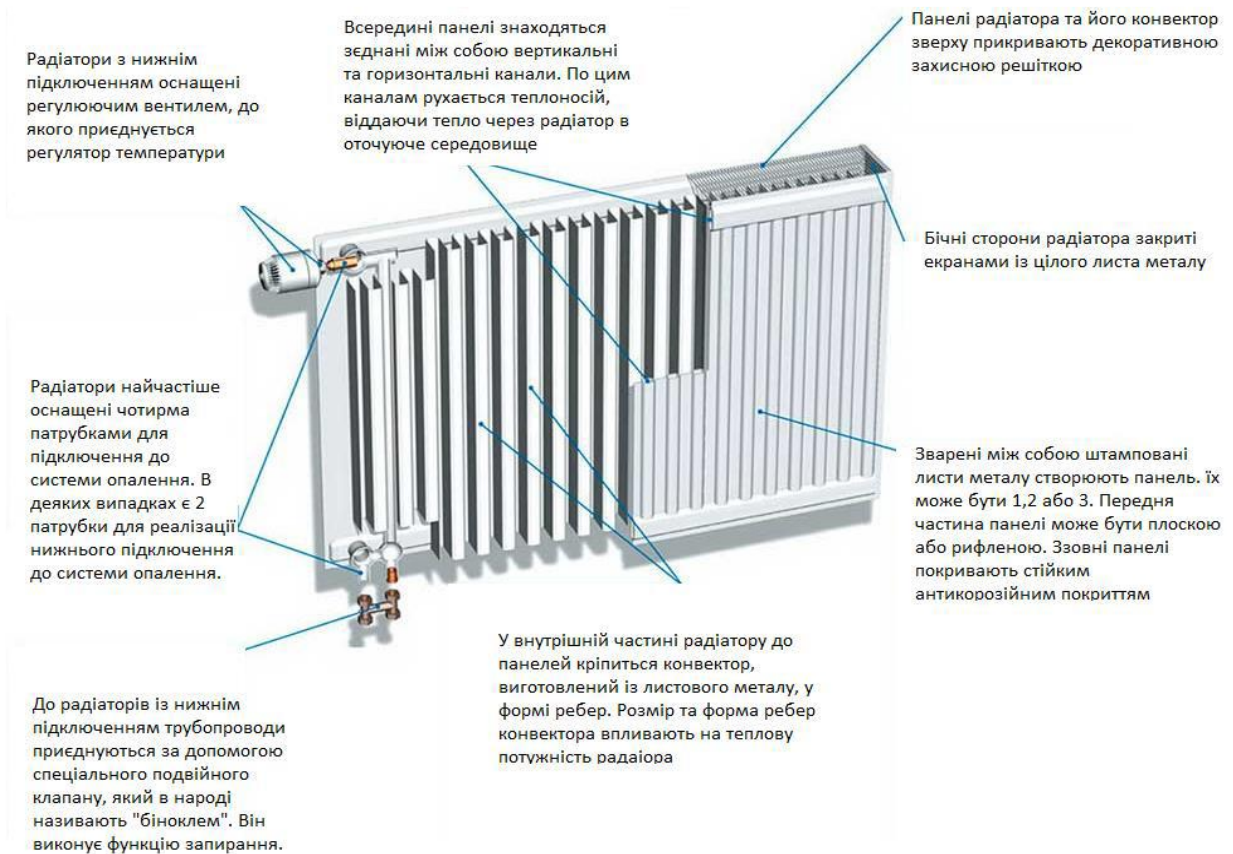


Рис. 5.2 Конструкція сталевих панельних радіаторів:

Вплив способу монтажу та підключення на теплову потужність радіатора.

При виборі радіаторів для обігріву кожного окремого приміщення потрібно в першу чергу врахувати теплові втрати того приміщення, у якому ви плануєте встановити радіатор.

Як вже було сказано раніше, тепловтрати приміщення залежать від багатьох факторів, тому їх бажано розраховувати у кожному окремому випадку, при чому для кожного приміщення чи кімнати окремо.

При виборі радіатора, в залежності від обраного типу та моделі радіатора, в технічній документації завжди можна знайти таблицю технічних характеристик у якій буде вказана вся важлива інформація про радіатор.

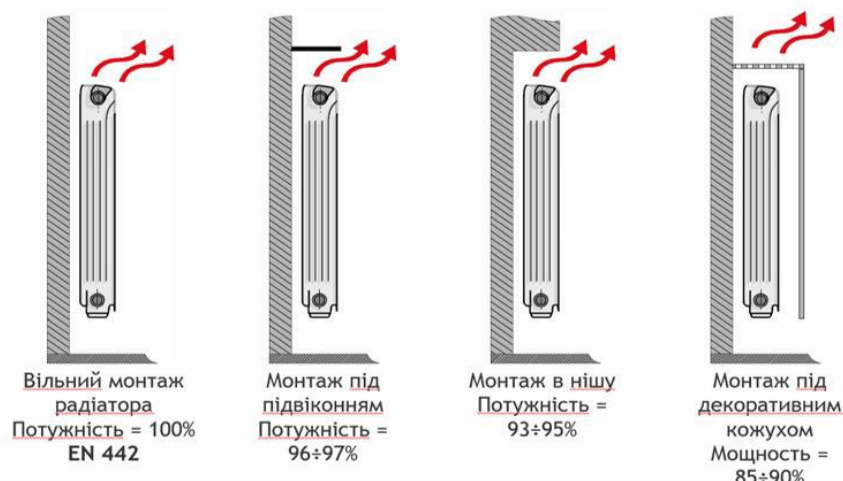


Рис. 5.3 Вплив перешкод навколо радіатора на його тепловіддачу

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1

Установка

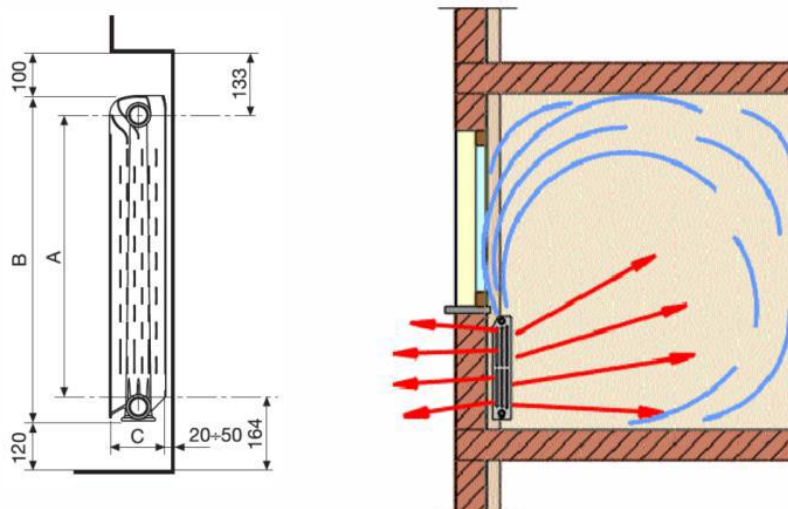


Рис. 5.4 Рекомендації з монтажу радіатора

Установка

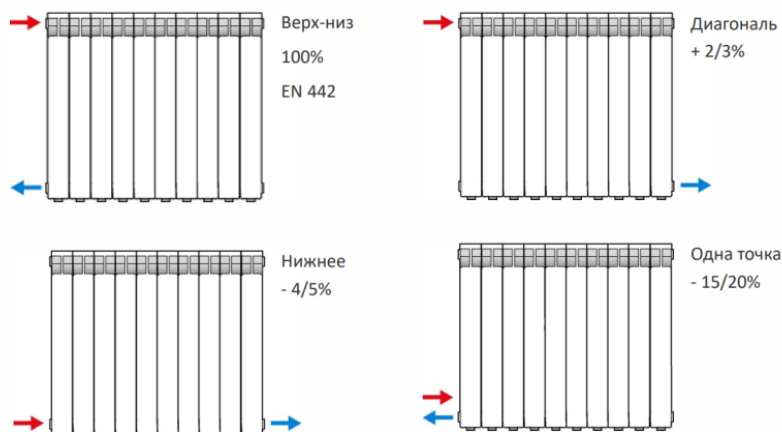


Рис. 5.5 Вплив способу підключення до системи опалення на тепловіддачу радіатора

Алюмінієвий радіатор

Процес виробництва

1. Доставка рідкого алюмінію із заводу RAFFMETAL.
2. Розливання по печам.
3. Відлиття тіла радіатора.
4. Встановлення заглушки.
5. Нарізка різьблення та обробка.
6. Складання батареї.
7. Випробування при 9 та 24 бар.
8. Забарвлення.
9. Упаковка.

Забарвлення методом анафорезу

1. Очищення поверхні.
2. Хімічна пасивація.
3. Забарвлення методом анафорезу.
4. Запікання в тунельній печі.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 27

5. Порошкове забарвлення.
6. Запікання в тунельній печі.

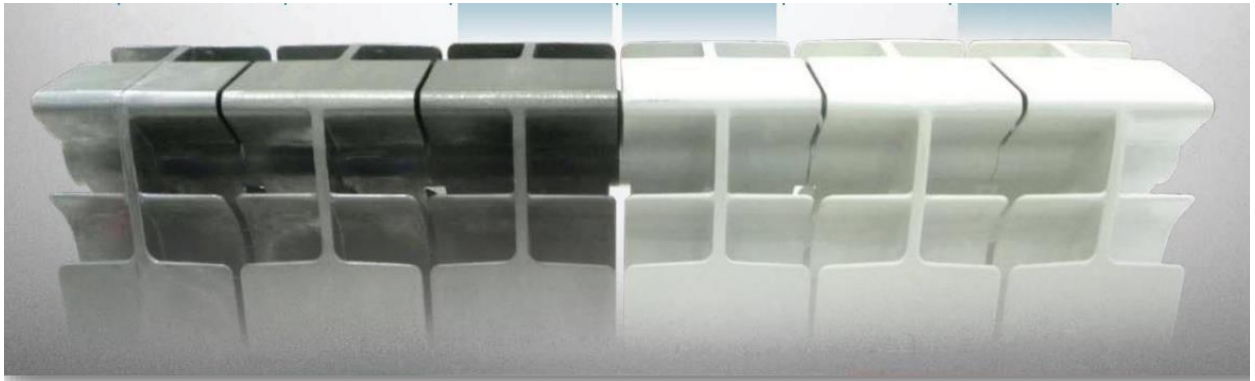


Рис. 5.6 Фази покриття.

Приклад завдання:

THERMO ALLIANCE ($\Delta T = 50^\circ\text{C}$) (75 / 65 / 20 $^\circ\text{C}$) (Watt)

Підвіконня 70 см

70 – 20 = 50 см

H = 500 мм

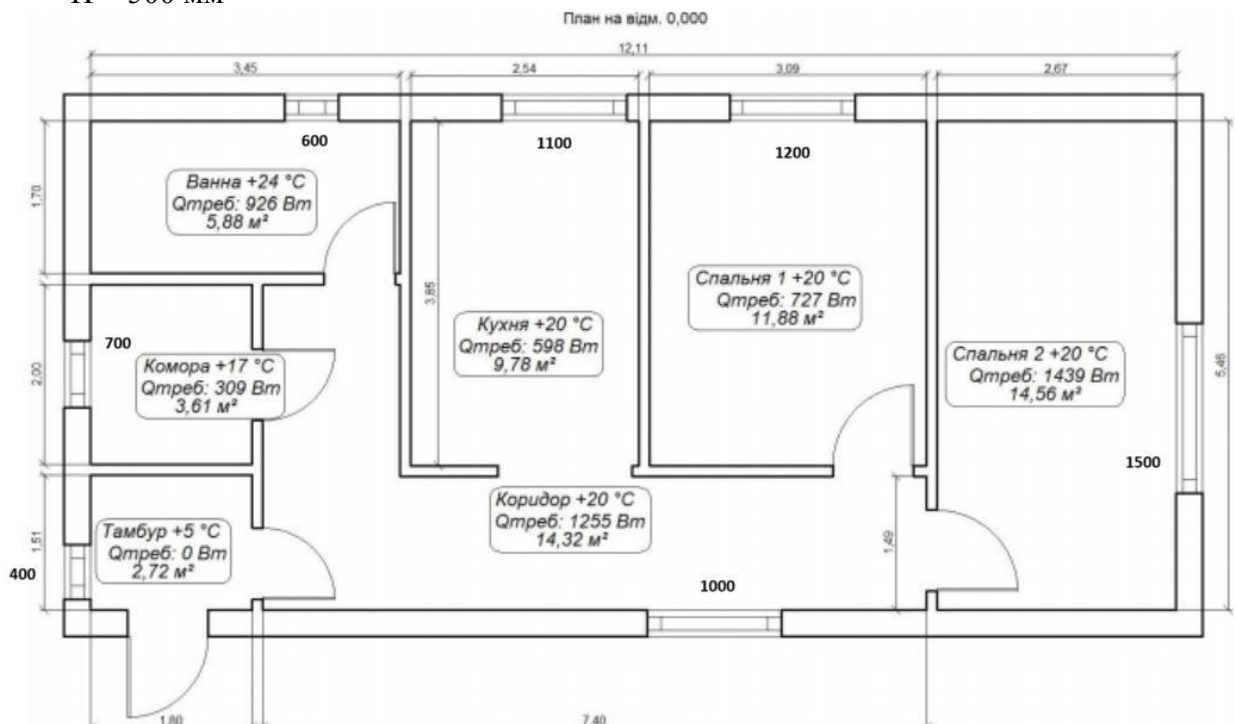


Рис. 5.7 План будівлі

Розрахунки

Спальня 2

H = 500 мм

L = 1500 мм – 100 мм = 1400 мм

P = 1439 Вт

P = 1537 Вт

Type 21 (PKP) 1x

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1

Тема 6. Порівняння вартості опалення

Теоретичні відомості:

Порівняння вартості опалення різними типами систем дозволяє оцінити економічну доцільність використання того чи іншого джерела теплової енергії для житлових або комерційних приміщень. Основними факторами, які впливають на загальні витрати, є тип палива, ефективність котлів, вартість енергоносіїв та тривалість опалювального сезону.

Різні види котлів, такі як газові, електричні, пелетні чи котли на дровах, мають свої переваги та недоліки з точки зору вартості встановлення, обслуговування і експлуатації. Наприклад, газові котли забезпечують стабільну роботу і мають відносно низькі експлуатаційні витрати, але потребують доступу до газової мережі. Електричні котли прості у встановленні та обслуговуванні, але їхня експлуатація може бути дорожчою через високі тарифи на електроенергію. Котли на пелетах або дровах є більш енергоефективними та екологічними, але потребують місця для зберігання палива та регулярного обслуговування.

Важливим чинником є ефективність системи, яка визначає, скільки енергії витрачається безпосередньо на опалення приміщення. Ефективні системи зменшують споживання енергії, що сприяє зниженню витрат. Крім того, варто враховувати місцеві тарифи на енергоносії та доступність ресурсів. Наприклад, в регіонах з доступним природним газом опалення газовими котлами буде економічно вигіднішим, тоді як у віддалених районах вигідніше використовувати дрова чи пелети.

Порівняння вартості включає врахування початкових інвестицій у встановлення системи, річних витрат на паливо, витрат на обслуговування і можливу амортизацію обладнання. Такий аналіз дозволяє визначити оптимальну систему опалення для конкретного приміщення, з урахуванням його площі, рівня теплоізоляції та бюджету власника.

Методика розрахунку вартості обігріву різними видами енергоносіїв та типами котлів

Тепловтрати будівель :



Загальний тепловий потік будівлі:

$$Q_{\text{заг}} = Q + Q_i$$

де: Q - втрати теплоти через огорожувальні конструкції; ,

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 30

Q_i - втрати теплоти на нагрів інфільтруючого повітря,

Втрати теплоти через огорожуючі конструкції:

$$Q = k \cdot F(t_{\text{вн}} - t_{\text{зовн}})$$

де: k - коефіцієнт теплопередачі конструкції

F - площа огорожувальної конструкції, м^2 ;

$t_{\text{вн}}$ - температура повітря всередині приміщення;

$t_{\text{зовн}}$ - температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

Втрати теплової енергії на нагрів повітря:

$$Q_i = 0,28 \cdot Ln \cdot \rho \cdot C \cdot (t_p - t_i) \cdot k$$

Ln - витрата повітря, що видаляється, $\text{м}^3 / \text{ч}$, - питома нормативна витрата $3 \text{ м}^3 / \text{ч}$ на 1 м^2 житлових приміщень

ρ - щільність повітря в приміщенні $\text{кг}/\text{м}^3$;

C - питома теплоємність повітря, що дорівнює $1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$;

t_p, t_i - температури повітря відповідно приміщення і зовнішнього середовища;

k - коефіцієнт обліку впливу зустрічного теплового потоку

$$Q_i = 9 \cdot V_{\text{заг}}$$

Приклади розрахунку теплових втрат квартири

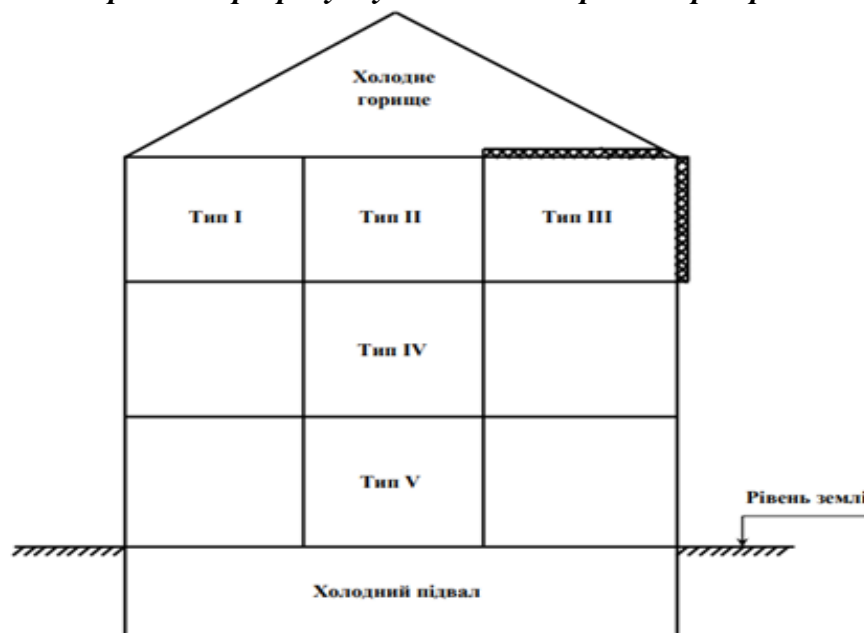


Рис. 6.1 Конструктиви будинку

Приклад 1: Розглянемо типову **3-кімнатну квартиру**: $S=61,1 \text{ м}^2$, $h=2,5 \text{ м}$, $t_{\text{вн}}=+20^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{зовн}}=-22^{\circ}\text{C}$. Зовнішня стіна 500 мм з червоної цегли, вікна металопластикові, лоджія утеплена і об'єднана з кімнатою.

Пікові тепловтрати квартири в залежності від розташування в будинку

Загальні результати розрахунків по **типовій квартирі** виглядають таким чином:

Найменування параметра	Тип I	Тип II	Тип III	Тип IV	Тип V
Загальний об'єм будівлі, м^3	153				
Загальна площа приміщень, м^2	61,1				
Середня температура обігріваних приміщень, $^{\circ}\text{C}$	19,9				
Загальні тепловтрати будівлі, Вт	10367	8603	5737	4463	6313
Тепловтрати на нагрів інфільтруючого зовн. повітря, Вт	1321				
Тепловтрати внаслідок проникання, Вт	9657	7893	5027	3700	5604
Тепловой показник будівлі – поверхневий, $\text{Вт}/\text{м}^2$	171	142	94,6	73,6	104
Відсоткова різниця відносно типу IV	+132%	+93%	+29%	-	+41%

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1

Приклад 2: Житловий будинок $S=62,7\text{ м}^2$, $h=2,8\text{ м}$, $t_{\text{вн}}=+20\text{ }^\circ\text{C}$, $t_{\text{зовн}}=-22\text{ }^\circ\text{C}$, вікна металопластикові.

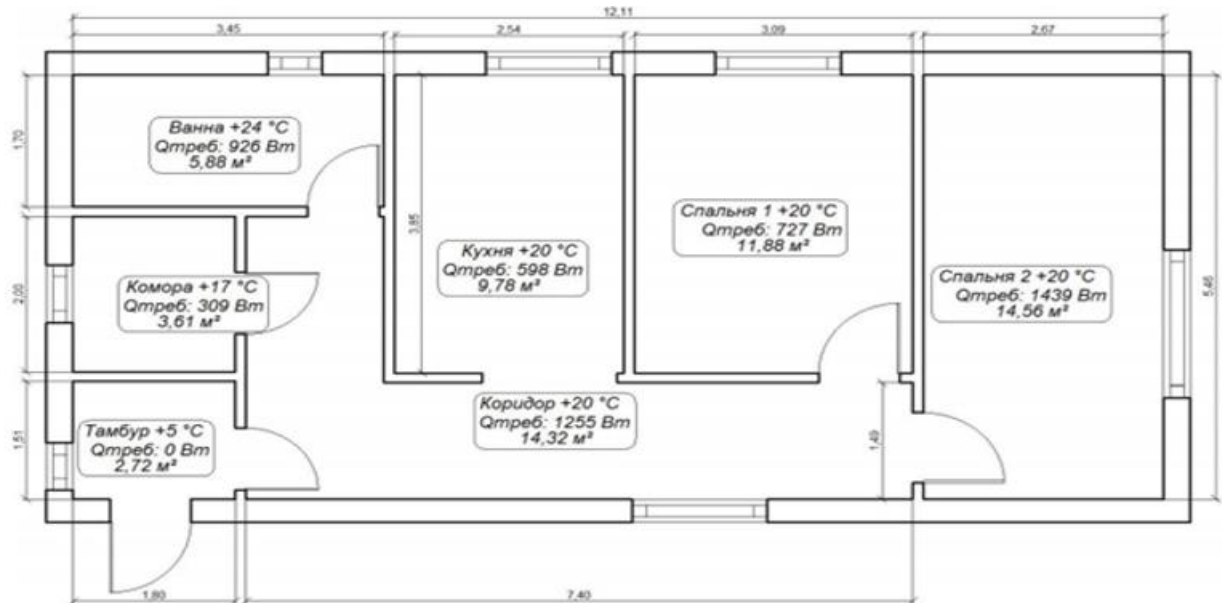


Рис. 6.2 План будинку

Тип I – зовнішня стіна з червоної цегли товщиною 500 мм, дах утеплений глиною і деревом;

Тип II – те ж, що і тип I, тільки дах додатково утеплений мінеральною ватою товщиною 100мм;

Тип III – те ж, що і тип I, тільки зовнішня стіна додатково утеплена пінополістиролом товщиною 50мм;

Тип IV – зовнішня стіна з силікатного газоблоку типу AEROC товщиною 200 мм щільністю 400 кг/м³, додатково утеплена пінополістиролом товщиною 50 мм, дах утеплений мінеральною ватою товщиною 150мм;

Питомі тепловтрати будинку в різних конструктивах:

Загальні результати розрахунків по житловому будинку виглядають таким чином:

Найменування параметра	Тип I	Тип II	Тип III	Тип IV
Загальний об'єм будівлі, м ³	176			
Загальна площа приміщень, м ²	62,7			
Середня температура обігріваних приміщень, °C	20,2			
Загальні тепловтрати будівлі, Вт	10195	8389	7574	5253
Тепловтрати на нагрів інфільтруючого зовн. повітря, Вт	1511			
Тепловтрати внаслідок проникання, Вт	9319	7512	6693	4368
Тепловий показник будівлі – поверхневий, Вт/м ²	170	140	126	87,5
Відсоткова різниця відносно типу IV	+94%	+60%	+44%	-

Скільки теплової енергії за рік потрібно витратити для обігріву будівлі?

Кількість теплової енергії, необхідної для обігріву будівлі залежить від конструкції будинку та $t_{\text{сер}}$ - середньодобової температури повітря на вулиці протягом року.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 32

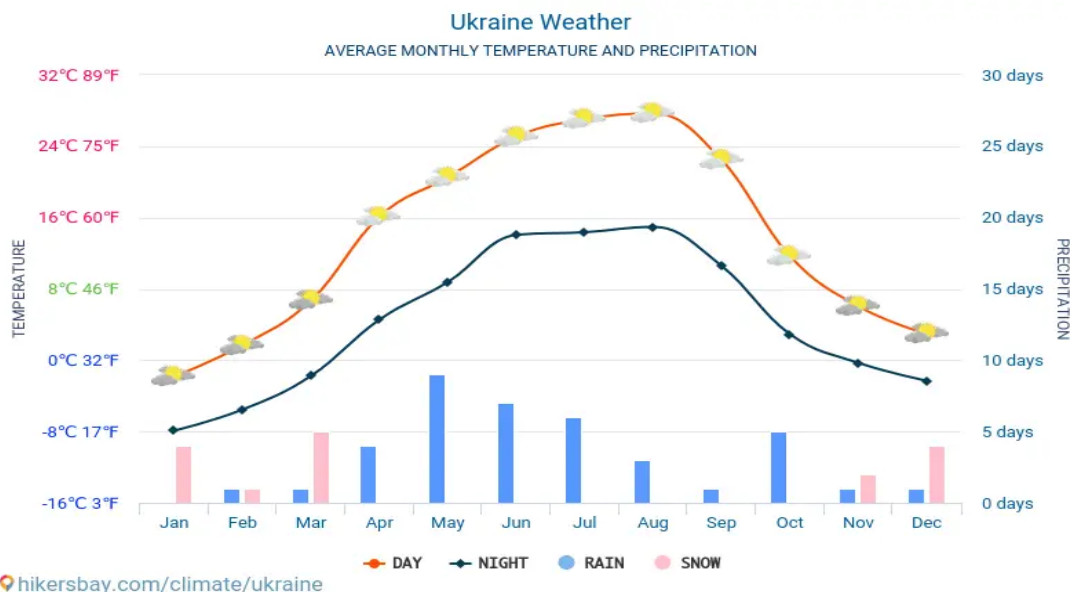


Рис.3 Температури повітря на вулиці протягом місяця

Розрахунок річних витрат теплової енергії:

Для точного розрахунку кількості теплової енергії, нам потрібно тепловтрати будинку для **різних температур** повітря на вулиці помножити на тривалість годин у році, коли ці температури діють на будівлю.

Наближено енергетичні витрати на опалення ми можемо розрахувати на основі пікових тепловтрат:

$$Q_{\text{річ}} = (P_{\text{пik}} / 2) \cdot 210 \text{ днів} \cdot 24 \text{ год}$$

Для прикладу візьмемо житловий будинок площею 120 кв.м. із піковими тепловтратами **8,4 кВт.** (70 Вт/м.кв.):

$$Q_{\text{річ}} = (8,4 \text{ кВт}/2) \cdot 210 \text{ днів} \cdot 24 \text{ год} = 21\,168 \text{ кВт.год}$$

Розрахунок витрати енергоносіїв за сезон $N_{\text{е.н.}}$:

$$N_{\text{е.н.}} = Q_{\text{річ}} / K_{\text{е.н}}$$

$Q_{\text{річ}}$ - річні потреби у тепловій енергії, кВт.год

$K_{\text{е.н.}}$ - фактична теплотворна здатність палива, кВт.год/од.виміру

Теплотворна здатність різних видів енергоносіїв.

Енергоносіїв	Теплотворна здатність
Електроенергія (ТЕНовий котел)	1 кВт.год = 0,95 кВт.год
Електроенергія (повітряний тепловий насос)	1 кВт.год = 3 кВт.год
Природний газ (традиційний настінний котел)	1 куб.метр = 8,6 кВт.год
Природний газ (конденсаційний котел)	1 куб.метр = 10,2 кВт.год
Дрова (традиційний котел)	1 кг. = 2 кВт.год
Дрова (піролізний котел)	1 кг. = 3 кВт.год
Пелета дерево (пелетний котел)	1 кг. = 3,5 кВт.год

Приклад розрахунку річної витрати палива:

Для нашого типового будинку, площею 120 кв.м. та піковими питомими тепловтратами 70 Вт/м.кв., Загальні витрати теплової енергії становлять 21168 кВт.год.

При використанні природного газу річна потреба у паливі становитиме для традиційного газового котла:

$$N_{\text{е.н.}} = Q_{\text{річ}} / K_{\text{е.н.}} = 21168 \text{ кВт.год} / 8,6 \text{ (кВт.год/1 м.куб)} = 2461,39 \text{ куб.м.}$$

А якщо буде використовуватися конденсаційний газовий котел ?

$$N_{\text{е.н.}} = Q_{\text{річ}} / K_{\text{е.н.}} = 21168 \text{ кВт.год} / 10,2 \text{ (кВт.год/1 м.куб)} = 2075,29 \text{ куб.м.}$$

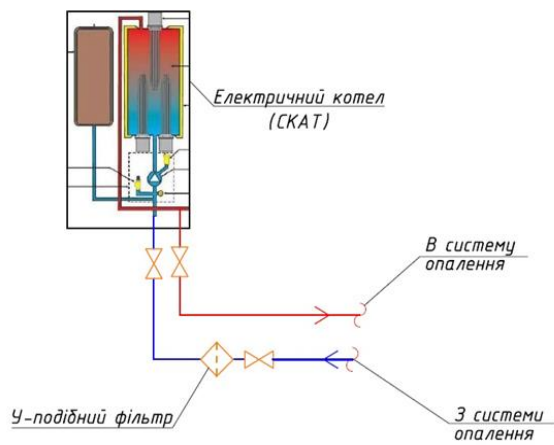
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1

Таблиця 6.1

Електрична енергія як паливо:

Переваги:	Недоліки:
легка доступність	коливання величини напруги
незначні втрати при транспортуванні	можливі періодичні знеструмлення
немає необхідності в закупівлі наперед	юридична незахищеність
безпечна при використанні	неможливість впливати на ціни

Використання електричного котла:

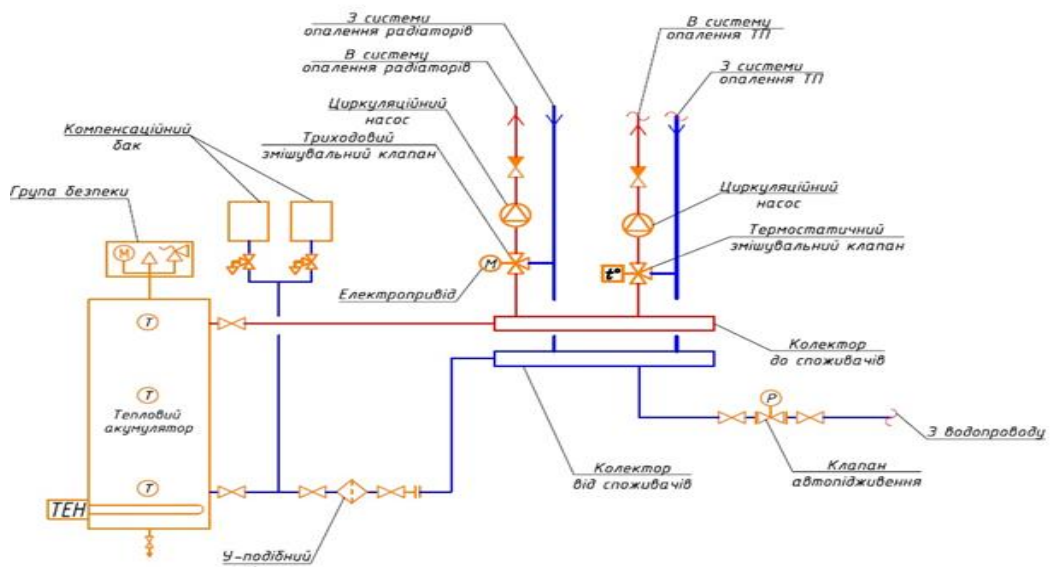


Таблиця 6.2

Переваги:	Недоліки:
невелика вартість	не повністю розкриває потенціал економії за нічним тарифом
проста схема використання	
високий рівень автоматизації	
висока ефективність	

$$1 \text{ квт.год} = 0,95 - 0,99 \text{ квт.год.}$$

Використання Теплового акумулятора + ТЕНа:

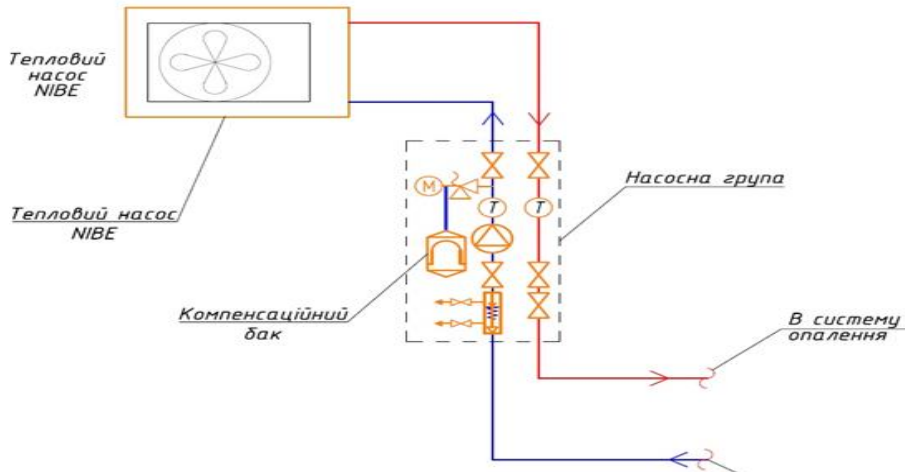


Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 34

Таблиця 6.3

Переваги:	Недоліки:
високий рівень автоматизації	складна схема використання
середня ефективність	присутні неконтрольовані тепловтрати
нічний тариф	займає багато місця
1 квт.год = 0,45 - 0,95 квт.год.	

Використання повітряного теплового насосу:



Таблиця 6.4

Переваги:	Недоліки:
високий рівень автоматизації	невелика потужність
висока ефективність	потрібен додатковий котел
-	складна схема використання
-	може бути джерелом шуму
-	низька температура теплоносія
1 квт.год = 3 - 3,5 квт.год.	

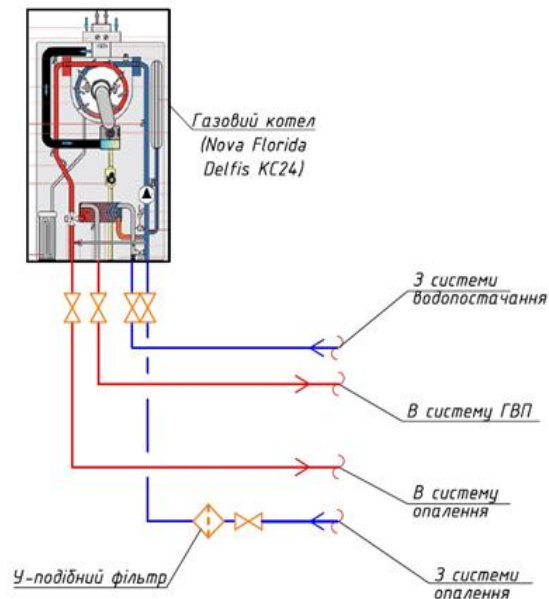
Природний газ як паливо:

Таблиця 6.5

Переваги:	Недоліки:
умовна доступність	вибухонебезпечний
відсутні втрати при транспортуванні	неможливість впливати на ціни
висока енергоємність	бюрократична система "газ.госпів"
відсутня потреба акумуляції	присутня абонплата
легко перетворити у теплову енергію	неможливість контролю якості
-	не зрозуміла перспектива доступності

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 70 / 35

Використання газових котлів



Таблиця 6.5

Переваги:	Недоліки:
невелика вартість	обмеження по місцям монтажу
проста схема використання	складність заміни обладнання
високий рівень автоматизації	-
висока ефективність	-
невелика вартість	-
традиційний котел: з 1 куб.м газу = 7 - 8,6 квт.год. тепла	
конденсаційний котел: з 1 куб.м газу = 8,5 - 10,2 квт.год. тепла	

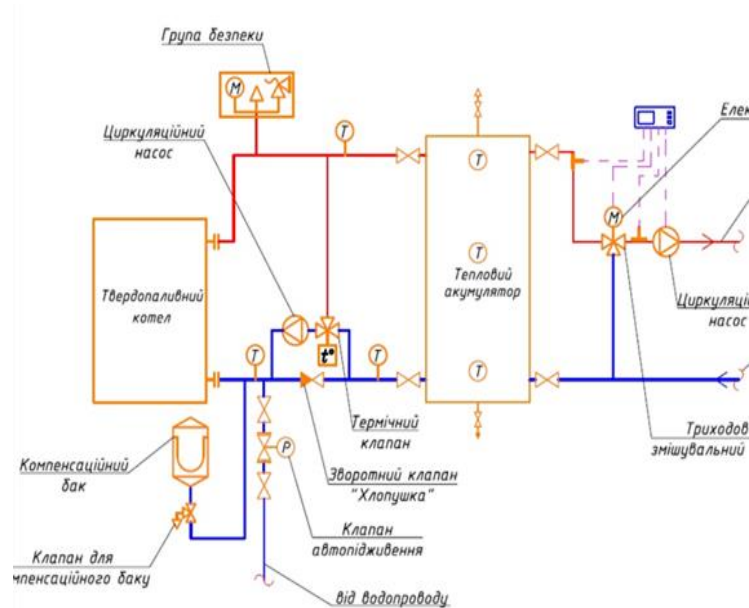
Дрова як паливо:

Таблиця 6.6

Переваги:	Недоліки:
умовно легка доступність	погана система контролю якості
відсутність прямої залежності	нестабільна система постачання
можливість забезпечити собі запас	необхідність підготовки до спалювання
термін зберігання 2-3 роки	облаштування дровника
легко перетворити у теплову енергію	вимагає витрат особистого часу
відсутня абонплата та інші витрати	ручна система подачі палива

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1

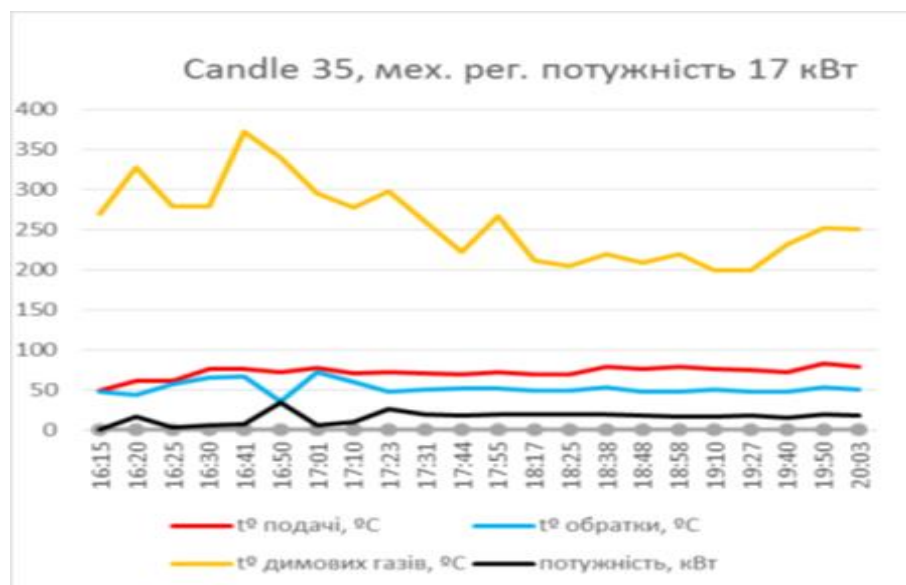
Схема обв'язки стандартного котла на дровах



Таблиця 6.7

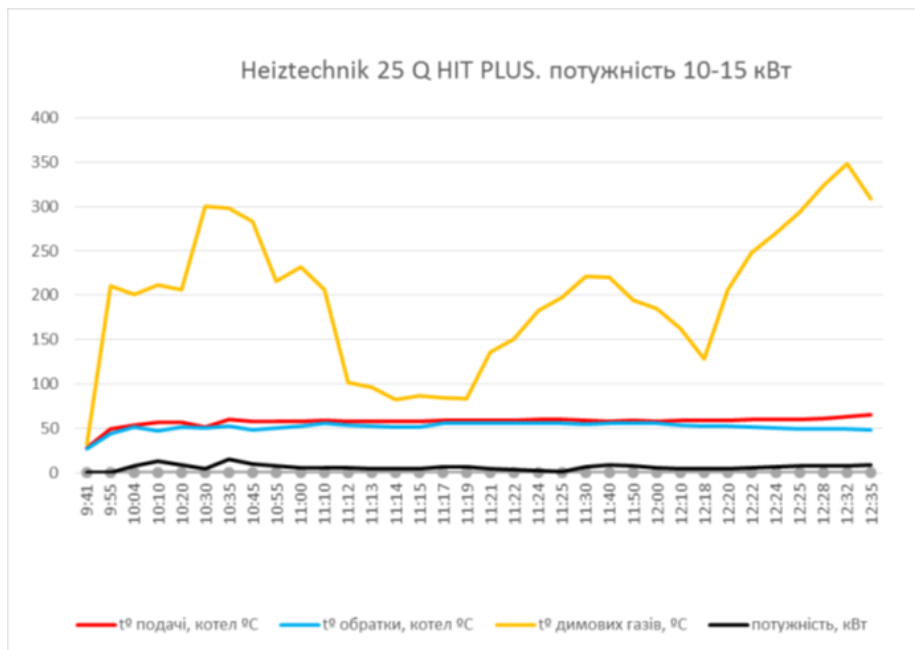
Переваги:	Недоліки:
дрова - альтернативне паливо	вимагає окремого приміщення для монтажу
можливість автоматизації	складна схема обв'язки
висока температура теплоносія	вимагає великих трудозатрат
-	небезпека пожежі
-	невисока ефективність
-	складне обслуговування

Теплотворна здатність дров залежить від типу котлів:



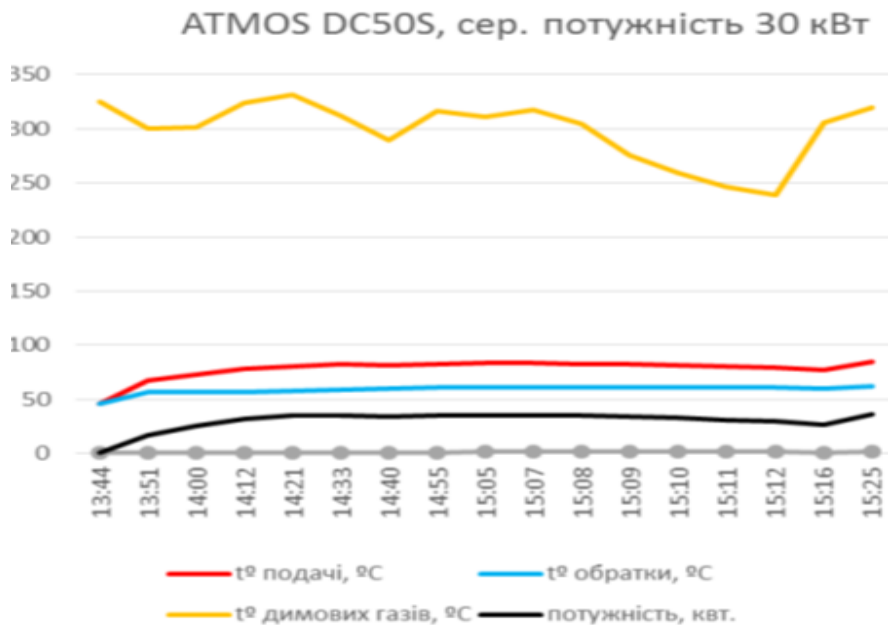
Котли тривалого горіння свічного типу: забезпечують тривалий час роботи на одному завантаженні, але при цьому мають не високу ефективність з 1 кг дров під час експериментів отримано від 1,9 до 2,2 кВт.год теплової енергії.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 37



Котли верхнього горіння класичного типу: забезпечують **невисокий** час роботи на одному завантаженні, але при цьому показують помірну ефективність: з 1 кг дров під час експериментів отримано від 2 до 2,5 кВт.год теплової енергії.

Піролізні твердопаливні котли: Вимагають якісного палива та правильного **режиму роботи**, але при дотриманні всіх умов забезпечують високу ефективність з 1 кг дров під час експериментів отримано від 2,8 до 3,1 кВт.год теплової енергії.



Таблиця 6.8

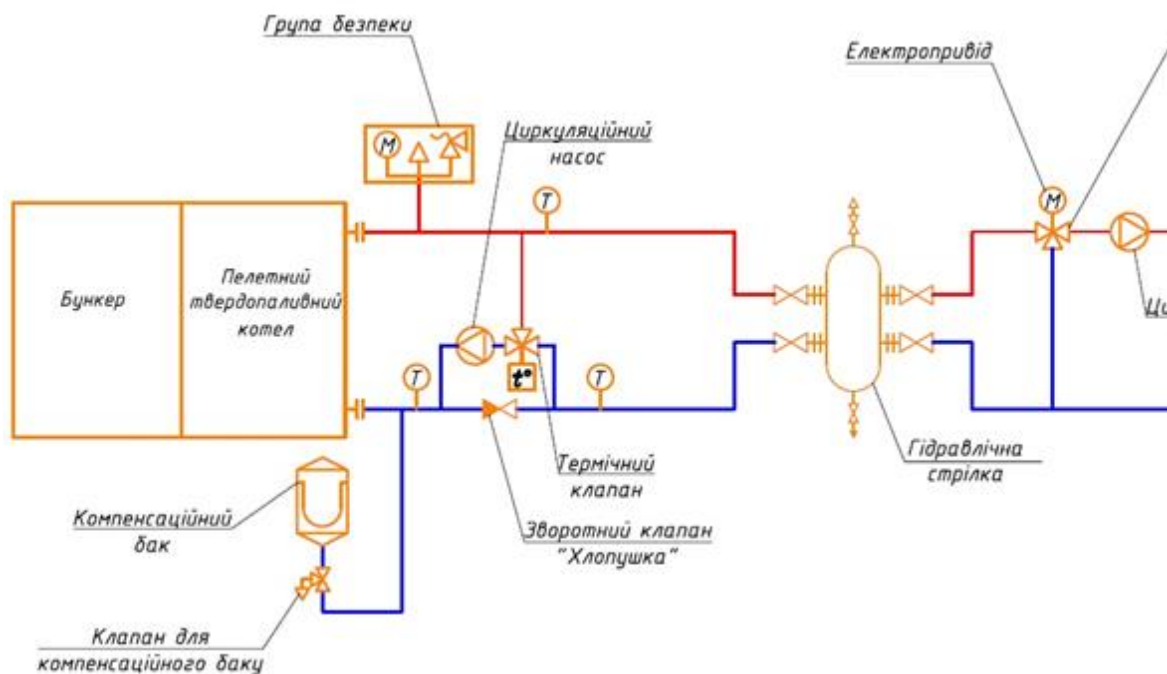
Пелети як паливо:

Переваги:	Недоліки:
автоматизована подача палива	нестабільна політика ціноутворення
відсутність прямої залежності	бажано купувати річний обсяг палива
можливість забезпечити собі запас	зміна якості в кожній партії
багато постачальників палива	боїться вологи

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1

не потребують великого складу	закритий склад для зберігання
-	важко перевірити якість

Схема обв'язки пелетного котла:



Таблиця 6.9

Переваги:	Недоліки:
пелети паливо з будь-якої біомаси	вимагає окремого приміщення для монтажу
автоматизація роботи	складна схема обв'язки
висока температура теплоносія	небезпека пожежі
-	спеціалізоване обслуговування

Обрахунок вартості палива для обігріву будинку:

Для Нашого типового будинку, площею 120 кв.м. та піковими питомими тепловтратами 70 Вт/м.кв., Загальні витрати теплової енергії становлять 21168 кВт.год. Скільки знадобиться палива на рік?

Теплотворна здатність різних видів енергоносіїв.

Енергоносій	Теплотворна здатність
Електроенергія (ТЕНовий котел)	1 кВт.год = 0,95 кВт.год
Електроенергія (повітряний тепловий насос)	1 кВт.год = 3 кВт.год
Природний газ (традиційний настінний котел)	1 куб.метр = 8,6 кВт.год
Природний газ (конденсаційний котел)	1 куб.метр = 10,2 кВт.год
Дрова (традиційний котел)	1 кг. = 2 кВт.год
Дрова (піролізний котел)	1 кг. = 3 кВт.год
Пелета дерева (пелетний котел)	1 кг. = 3,5 кВт.год

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 39

Таблиця 6.10

Річна вартість палива для обігріву будинку

Тип генератора теплоти	Кількість палива	Ціна палива	Вартість палива
<i>Електричний котел</i>	22 282 квт.год	4,32 грн./квт.год	37 433 грн
<i>Електричний котел + тепловий акумулятор</i>	22 282 квт.год	2,16 грн/квт.год	-
<i>Тепловий насос</i>	7056 квт.год	3,24 грн./квт.год	-
<i>Традиційний газ. котел</i>	2461 м.куб.	8.00 грн./м.куб	19 688 грн
<i>Конденсаційний газ. котел</i>	2075 м.куб.	8.00 грн./м.куб	16 602 грн
<i>Класичний котел на дровах</i>	10 584 кг	2 грн./кг	21 168 грн.
<i>Піролізний котел на дровах</i>	000000 кг	1 грн/кг	-
<i>Пелетний котел</i>	6084 кг	8 грн./кг	36 288 грн.

Таблиця 6.11

Річна вартість палива + сервісні витрати

Тип генератора теплоти	Сервісні роботи	Вартість палива	Вартість утримання
<i>Електричний котел</i>	1000 грн.	37 433 грн	38 433 грн
<i>Тепловий акумулятор + ТЕН</i>	2000 грн.	20 918 грн	22 918 грн
<i>Тепловий насос</i>	4000 грн	11 854 грн	15 854 грн
<i>Традиційний газ. котел</i>	800 грн	19 688 грн	20 488 грн
<i>Конденсаційний газ. котел</i>	1200 грн	16 602 грн	17 802 грн
<i>Класичний котел на дровах</i>	2000 грн	21 168 грн.	23 168 грн.

Таблиця 6.12

Тип генератора	Вартість топкової	Річна амортизація	Сервісні роботи
<i>Електричний котел</i>	40 000 грн. / 10 років	4000 грн	1000 грн.
<i>ТА +ТЕН</i>	100 000 грн. / 10 років	10 000 грн	2000 грн.
<i>Тепловий насос</i>	420 000 грн / 15 років	28 000 грн	4000 грн
<i>Традиційний газ. котел</i>	30 000 грн / 10 років	3000 грн	800 грн
<i>Конденсаційний газ. котел</i>	40 000 грн./ 10 років	4000 грн	1200 грн
<i>Піролізний котел</i>	200 000 грн / 15 років	13500 грн	2000 грн.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 40

Тема 7. Розрахунок компонентів системи опалення

Теоретичні відомості:

Розрахунок компонентів системи опалення полягає у виборі основного обладнання, яке забезпечуватиме ефективне опалення будівлі, враховуючи її площу, теплові втрати та потреби в тепловій енергії. Ключовими компонентами системи є джерело теплової енергії (котел або тепловий насос), теплоносій, розподільчі системи (труби, радіатори або тепла підлога) та допоміжне обладнання, таке як циркуляційні насоси, теплоаккумулятори, регулятори температури.

Для вибору джерела тепла враховується тип енергоносія, його доступність та вартість. Електричні котли, газові котли, твердопаливні системи або теплові насоси обираються залежно від умов регіону та економічної доцільності. Потужність котла розраховується на основі теплових втрат будівлі, які залежать від площі, рівня теплоізоляції та клімату.

Розрахунок трубопроводів включає визначення їх діаметра, довжини та розташування для рівномірного розподілу тепла. Для радіаторів обираються моделі, які відповідають тепловому навантаженню кожного приміщення. У системах теплої підлоги визначається крок укладання труб, щоб забезпечити необхідний рівень нагріву.

Теплоаккумулятори використовуються для акумулювання теплової енергії та її використання в нерівномірні періоди споживання. Їхній об'єм розраховується відповідно до добового теплового навантаження будівлі. Допоміжні компоненти, такі як циркуляційні насоси та регулятори, підбираються для забезпечення надійності та зручності управління системою.

Грамотний розрахунок та вибір компонентів системи опалення дозволяє забезпечити енергоефективність, комфортний мікроклімат та зниження витрат на обслуговування і експлуатацію.

Розрахунок компонентів системи опалення також включає врахування типу розподілу тепла, який може бути радіаторним, підлоговим або комбінованим. Вибір типу залежить від призначення приміщення, архітектурних особливостей та бюджету на встановлення. Радіаторні системи є стандартними для житлових будівель, тоді як тепла підлога часто використовується для створення комфортного мікроклімату в окремих зонах.

Вибір циркуляційного насоса залежить від протяжності системи, висоти підйому теплоносія та необхідної швидкості потоку. Насос має забезпечувати рівномірну циркуляцію теплоносія, зменшуючи ризики перегріву або недогріву окремих зон. У системах великого розміру можуть використовуватися кілька насосів для підвищення ефективності.

Контроль і автоматизація системи опалення передбачають використання терморегуляторів, датчиків температури та погодозалежних контролерів. Вони дозволяють автоматично налаштовувати температуру в приміщеннях залежно від зовнішніх умов, часу доби або індивідуальних потреб мешканців. Це знижує споживання енергії та підвищує комфорт.

Матеріали, з яких виготовлені труби та радіатори, також мають важливе значення. Наприклад, сталеві труби мають високу міцність, але піддаються корозії, тоді як полімерні труби стійкі до корозії, легкі у монтажі, але можуть мати меншу механічну міцність. Радіатори можуть бути виготовлені з алюмінію, сталі або чавуну, і їх вибір залежить від вимог до теплової потужності, естетики та вартості.

Система розширювальних баків та клапанів забезпечує стабільну роботу опалення, компенсуючи зміну об'єму теплоносія при нагріванні та запобігаючи підвищенню тиску в системі. Їхній об'єм розраховується залежно від загального об'єму теплоносія в системі.

Загалом, ретельне проектування та розрахунок усіх компонентів системи опалення

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 41

дозволяють забезпечити ефективне, надійне та економічне опалення, яке відповідає сучасним стандартам енергоефективності.

В даній же, роботі, необхідно розрахувати та підібрати основні компоненти системи палення на основі електричного котла, який працює за нічним тарифом споживання електричної енергії для опалення власного житла.

Хід роботи:

1. На основі площі та конструктиву вашого житла розраховуємо пікові тепловтрати.

$$P_{\text{пик}} = S \cdot P_{\text{пит}},$$

S - площа Вашого житла, $P_{\text{пит}}$ - питому тепловтрати згідно з конструктивом, беремо з таблиці.

2. На основі пікових тепловтрат, розраховуємо середньодобові енергетичні витрати протягом 1 дня під час опалювального сезону.

$$Q_{\text{доб}} = \frac{P_{\text{пик}}}{2 \cdot 24}$$

Це кількість енергії, яку повинен накопичувати у собі тепловий акумулятор, щоб обігрівати будівлю протягом дня.

3. Розраховуємо об'єм теплового акумулятора, який потрібен для накопичення достатньої кількості теплової енергії:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T, m = Q_{\text{доб}} / c \cdot \Delta T,$$

m - маса теплового акумулятора, c - питома теплоємність води (1,167 квт.год/1т*1С), ΔT - різниця температур зарядки/розрядки теплового акумулятора. Максимальна температура нагріву буфера - +85, найменша ефективна температура розрядки буфера, залежить від типу Вашої системи опалення (+30 для теплої підлоги, +40 для радіаторів).

4. Із каталогу виробів еко-компанії Теплобак, обираємо такий об'єм теплового акумулятора, який краще підходить до Вашої ситуації об'єм теплового акумулятора більше або дорівнює тій масі теплового акумулятора, яку Ви порахували у пункті 3).

5. Розраховуємо фактичну кількість теплоти, яку повинен згенерувати електричний котел під час заряджання теплового акумулятора за час 8 годин.

$$Q_{\text{факт}} = c \cdot m \cdot \Delta T,$$

m - маса води у тому теплоакумуляторі, який Ви обрали. ΔT - приймаємо +55 С.

6. Розраховуємо потужність електричного котла для зарядки теплового акумулятора:

$$P_{\text{ел.к.}} = \frac{Q_{\text{факт}}}{8} + \frac{P_{\text{пик}}}{2}$$

7. З каталогу компанії Proterm обираємо котел, який по потужності максимально близький до тої потужності, яку Ви порахували у пункті 6.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024	
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 42	

V _{бака} , л	Габарити, мм				Приєднувальні розміри, мм								
	H	ØD1	ØD	Ød	h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8	h9
200	1310 1½"	700	500	400	251	647	-	1043	236	401	-	921	323
300	1920 1½"	700	500	400	251	708	1168	1621	236	401	951	1521	323
400	1700 1½"	800	600	450	264	834	-	1406	249	414	-	1256	336
500	1995 1½"	800	600	450	264	721	1181	1634	249	414	964	1534	336
750	2010 1½"	950	750	600	295	752	1212	1665	280	445	995	1565	367
1000	2060 1½"	1050	850	700	323	780	1240	1693	308	473	1023	1593	395
1500	2150 1½"	1200	1000	850	368	825	1285	1738	353	518	1068	1638	440
2000	2250 1½"	1400	1200	1000	419	876	1336	1789	404	569	1119	1689	491
3000	2340 2"	1600	1400	1150	465	922	1382	1835	450	615	1165	1735	537
4000	2400 2"	1800	1600	1300	490	947	1407	1860	475	640	1190	1760	562
5000	2900 2"	1800	1600	1300	490	1110	1740	2360	475	640	1450	2260	562

Рис.1 Каталог виробів еко-компанії Теплобак

	Ray (Скат) 6KE/14	Ray (Скат) 9KE/14	Ray (Скат) 12KE/14	Ray (Скат) 14KE/14	Ray (Скат) 18KE/14	Ray (Скат) 21KE/14	Ray (Скат) 24KE/14	Ray (Скат) 28KE/14
Артикульний номер	0010023670	0010023671	0010023672	0010023673	0010023674	0010023675	0010023676	0010023677
Клас енергоефективності (A+++-G)	D	D	D	D	D	D	D	D
Технічні характеристики								
Теплова потужність, кВт	6	9	12	14	18	21	24	28
Номінальний струм автомата, А	10	16	20	25	32	40	40	50
Температура опалення, °C	25 ... 85	25 ... 85	25 ... 85	25 ... 85	25 ... 85	25 ... 85	25 ... 85	25 ... 85
Температура ГВП, °C	35 ... 70	35 ... 70	35 ... 70	35 ... 70	35 ... 70	35 ... 70	35 ... 70	35 ... 70
Габаритні розміри та вага								
Розміри, мм:								
Висота	740	740	740	740	740	740	740	740
Ширина	410	410	410	410	410	410	410	410
Глибина	310	310	310	310	310	310	310	310
Вага (без води)	24	24	24	25	25	26	27	27

Рис.2 Каталог компанії Proterm

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 43

Тема 8. Розрахунок і підбір насосного обладнання для забезпечення водопостачання приватного будинку зі свердловини

Теоретичні відомості:

Розрахунок і підбір насосного обладнання для водопостачання приватного будинку зі свердловини базується на врахуванні основних параметрів системи. Перш за все, потрібно знати глибину свердловини, статичний та динамічний рівні води, а також необхідну подачу води для забезпечення потреб будинку. Для розрахунку загального напору насоса враховують геодезичну висоту підйому води, втрати тиску у трубопроводах і арматурі, а також резервний тиск. Загальний напір визначається як сума геодезичної висоти, втрат на тертя та запасу.

Вибір типу насоса залежить від глибини свердловини: для глибоких свердловин використовуються занурювальні насоси, для неглибоких — поверхневі, а також можуть застосовуватися автоматичні станції водопостачання. При підборі обладнання враховуються напір і витрата насоса, які повинні відповідати розрахунковим значенням.

Рекомендується залишати запас потужності насоса, використовувати гідроакумулятори для стабільності системи, а також звертати увагу на енергоефективність обладнання. Для забезпечення автоматизації системи можуть встановлюватися датчики тиску та рівня води.

Важливим аспектом при розрахунках є врахування характеристик трубопроводів, таких як довжина, діаметр і матеріал. Втрати тиску залежать від швидкості руху води і матеріалу труб (наприклад, пластик має менший опір, ніж сталь). Крім цього, варто враховувати втрати тиску у фітингах, клапанах, фільтрах та іншій арматурі.

Щоб визначити потрібну витрату води, необхідно врахувати кількість водорозбірних точок у будинку (крани, душові, пральні та посудомийні машини тощо). Сумарна витрата розраховується шляхом додавання витрати кожної точки споживання з урахуванням пікових навантажень.

Зазвичай насос вибирають із запасом по продуктивності та напору, щоб забезпечити надійну роботу системи навіть при непередбачених умовах, таких як зниження рівня води у свердловині чи збільшення кількості споживачів. Також слід перевірити сумісність обраного насоса з діаметром свердловини, оскільки занурювальні моделі мають обмеження щодо габаритів.

Система водопостачання повинна бути оснащена автоматикою для захисту насоса від роботи на сухому ходу, перевантаження та частих увімкнень. Гідроакумулятор допомагає забезпечити рівномірний тиск у системі, зменшити кількість увімкнень насоса та продовжити термін його служби.

Для забезпечення довговічності системи рекомендується регулярно технічне обслуговування: перевірка стану фільтрів, очищення трубопроводів, а також контроль параметрів роботи насоса. Ефективна робота системи залежить від правильності початкового розрахунку та якісного монтажу обладнання.

Хід роботи:

1. Провести аналіз початкових даних свердловини і будинку.
2. Виконати розрахунки для вибору насоса, що забезпечує водопостачання відповідно до вимог.
3. Розрахувати мінімальний об'єм гідроакумулятора для заданих умов.
4. Розрахувати тип і переріз кабелю для підключення насоса.
5. Узагальнити отримані результати у вигляді рекомендацій для практичного застосування.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 70 / 44

Приклад виконання завдання:

Підбір насоса для свердловини:

Вихідні дані:

Глибина свердловини: 40 м.

Статичний рівень: 10 м.

Динамічний рівень: 20 м.

Горизонтальна ділянка труби: 40 м.

Пікове водоспоживання: 1,5 м³/год (25 л/хв).

Номінальний тиск у будинку: 2,5 атм (25 м водяного стовпа).

Формула для розрахунку напору насоса:

$$H_{\text{насоса}} = H_{\text{гео}} + H_{\text{тр}} + H_{\text{дод}}$$

де:

$H_{\text{гео}}$ – геодезична висота.

$H_{\text{тр}}$ – втрати на тертя в трубах.

$H_{\text{дод}}$ – необхідний тиск у будинку.

Розрахунок:

- Геодезична висота ($H_{\text{гео}}$):** Це висота підйому води від динамічного рівня до будинку:

$$H_{\text{гео}} = 20 \text{ м,}$$

- Втрати на тертя в трубопроводах ($H_{\text{тр}}$):** Визначаються довжиною труб і їх опором.
Довжина трубопроводу:

$$L = 40 \text{ м (горизонтально)} + 20 \text{ м (вертикально)} = 60 \text{ м.}$$

Опір для пластикової труби діаметром 32 мм:

$$R = 0,25 \text{ м/м}$$

$$H_{\text{тр}} = R \cdot L = 0,25 \cdot 60 = 15 \text{ м.}$$

- Додатковий тиск ($H_{\text{дод}}$):** Потрібний тиск у системі (2,5 атм або 25 м):

$$H_{\text{дод}} = 25 \text{ м}$$

- Загальний напір насоса:

$$H_{\text{насоса}} = H_{\text{гео}} + H_{\text{тр}} + H_{\text{дод}} = 20 + 15 + 25 = 60 \text{ м.}$$

Висновок:

Потрібен насос із напором 60 м і продуктивністю 1,5 м³/год.

Рекомендовані насоси

- Grundfos SQ 2-55:**
 - Продуктивність: до 2 м³/год.
 - Напір: до 55 м.
 - Переваги: захист від сухого ходу, м'який старт.
- Pedrollo 4SR1m/13-P:**
 - Продуктивність: до 2 м³/год.
 - Напір: до 70 м.
 - Переваги: корпус із нержавіючої сталі, енергоефективність.
- Wilo Actun First 4-inch:**
 - Продуктивність: до 3 м³/год.
 - Напір: до 100 м.
 - Переваги: стійкість до піску, висока надійність.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 70 / 45

Розрахунок мінімального об'єму гідроакумулятора:

Вихідні умови:

Пікове водоспоживання: $1,5 \text{ м}^3/\text{год}$ (25 л/хв).

Кількість запусків насоса: не більше 20 за годину.

Мінімальний запас води: 80 л.

1. Розрахунок об'єму гідроакумулятора за кількістю запусків:

$$V = \frac{Q}{1 - \frac{P_1}{P_2}}$$

де:

V – об'єм гідроакумулятора (л).

Q – обсяг води, що витрачається за один цикл роботи насоса (л).

P_1 – мінімальний тиск у системі (атм) - 2,5атм – це мінімальне значення для комфортного використання води в приватному будинку.

P_2 – максимальний тиск у системі (атм) - 3,5атм – тиск відключення насоса (рекомендовано на 1 атм вище).

$$Q = \frac{\text{Пікове споживання}}{\text{Кількість запусків за годину}}$$

Для насоса, що забезпечує $1,5 \text{ м}^3/\text{год}$ (25 л/хв), і максимум 20 запусків за годину:

$$Q = \frac{25}{20} = 1,25 \frac{\text{л}}{\text{хв}}$$

$$V = \frac{1,25}{1 - \frac{2,5}{3,5}} = 4,37 \text{ л}$$

Однак цей об'єм стосується тільки розрахунків для мінімізації запусків і виключає запас води.

2. Розрахунок об'єму гідроакумулятора за запасом води:

Ефективний об'єм залежить від:

$$V_{\text{ефективний}} = V_{\text{гідроакумулятора}} \cdot \left(1 - \frac{P_1}{P_2}\right)$$

де:

$$V_{\text{ефективний}} = 80 \text{ л}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = 0,714$$

$$V_{\text{гідроакумулятора}} = \frac{80}{1 - 0,714} = 280 \text{ л}$$

Висновок

Об'єм гідроакумулятора визначається більшим із двох розрахунків:

- Для мінімізації запусків: **4,37 л** (не достатньо для забезпечення запасу води).
- Для запасу води: **280 л**.

Рекомендований об'єм: **280 л** для оптимального функціонування системи і забезпечення запасу води. Для нашої системи рекомендується встановити гідроакумулятор об'ємом від **100 л** (мінімум) до **280 л** (оптимально) залежно від потреб.

Розрахунок пікового споживання:

$$Q_{\text{Пікове споживання}} = \sum_{i=1}^n q_i$$

де:

$Q_{\text{Пікове споживання}}$ – загальне пікове споживання (л/хв або $\text{м}^3/\text{год}$).

q_i – витрата води окремого споживача (л/хв).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 46

n – кількість споживачів.

Типові витрати води для різних пристроїв:

Споживач	Витрата води (q_i л/хв)
Кран у ванній кімнаті	6–8
Кран на кухні	8–10
Душова кабіна	10–15
Ванна	15–20
Пральна машина	10–15
Посудомийна машина	10–12
Поливальний кран	15–25

Приклад розрахунку:

У вашому будинку є такі споживачі:

2 крани (один у ванній, один на кухні): $2 \times 8 = 16$ л/хв

1 душова кабіна: 12 л/хв

1 пральна машина: 10 л/хв

1 поливальний кран: 20 л/хв

Сумарне пікове споживання:

$$Q_{\text{Пікове споживання}} = 16 + 12 + 10 + 20 = 58 \frac{\text{л}}{\text{хв}}$$

У годинах:

$$Q_{\text{Пікове споживання}} = \frac{58}{60} = 0,97 \text{ м}^3/\text{год}$$

На практиці всі споживачі рідко працюють одночасно. Тому застосовують коефіцієнт одночасності ($K_{\text{одночасності}} = 0,6$ до $0,8$), який враховує ймовірність одночасної роботи споживачів.

Кориговане пікове споживання:

$$Q_{\text{Кор.пікове}} = Q_{\text{Пікове споживання}} \cdot K_{\text{одночасності}} = 58 \cdot 0,7 = 40,6 \frac{\text{л}}{\text{хв}} \text{ або } 0,68 \text{ м}^3/\text{год}$$

Формула для розрахунку кількості запусків:

$$N = \frac{Q_{\text{споживання}}}{V_{\text{ефективний}}}$$

де:

N – кількість запусків насоса за годину (разів/год).

$Q_{\text{споживання}}$ – середня витрата води системою (л/год).

$V_{\text{ефективний}}$ – об'єм води, що подається з гідроакумулятора між мінімальним і максимальним тиском (л).

$$V_{\text{ефективний}} = V_{\text{гідроакумулятора}} \cdot \left(1 - \frac{P_1}{P_2}\right)$$

Приклад:

Для гідроакумулятора об'ємом 50 л, $P_1 = 2,5$ атм, $P_2 = 3,5$ атм:

$$V_{\text{ефективний}} = V_{\text{гідроакумулятора}} \cdot \left(1 - \frac{P_1}{P_2}\right) = 50 \cdot 0,286 = 14,3 \text{ л}$$

$$Q_{\text{споживання}} = Q_{\text{пікове}} \cdot K_{\text{використання}}$$

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 47

де:

$Q_{\text{пікове}}$ – пікове споживання води (л/хв або м³/год), обчислене раніше.

$K_{\text{використання}}$ – коефіцієнт тривалості використання системи (зазвичай 0,3–0,6).

$$Q_{\text{споживання}} = 58 \cdot 0,4 = 23,2 \text{ л/хв}$$

Переведемо в літри на годину:

$$Q_{\text{споживання}} = 23,2 \cdot 60 = 1392 \text{ л/год}$$

Кількість запусків:

$$N = \frac{Q_{\text{споживання}}}{V_{\text{ефективний}}} = \frac{1392}{14,3} = 97 \text{ разів/год}$$

Це занадто велике значення, тому слід збільшити об'єм гідроакумулятора.

Збільшення гідроакумулятора:

Для зменшення кількості запусків до оптимального рівня (20–30 запусків/год):

$$V_{\text{гідроакумулятора}} = \frac{Q_{\text{споживання}}}{N \cdot \left(1 - \frac{P_1}{P_2}\right)} = \frac{1392}{20 \cdot 0,286} = 243 \text{ л}$$

Для забезпечення оптимальної роботи системи з обмеженням до 20 запусків/год, гідроакумулятор має бути об'ємом **240–250 л**. Якщо об'єм гідроакумулятора менший, кількість запусків насоса збільшиться, що скоротить його ресурс.

Підбір кабелю для підключення насоса:

Умови:

Потужність насоса: 1,1 кВт.

Напруга: 220 В.

Довжина кабелю: 80 м.

Формула для розрахунку струму:

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1100}{220 \cdot 0,9} = 5,56 \text{ А,}$$

де:

P – потужність насоса (Вт або кВт). Значення береться з технічного паспорта насоса.

U – напруга (В): зазвичай 220 В для однофазних насосів.

$\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності (зазвичай 0,85–0,95 для насосів).

Формула для розрахунку падіння напруги:

$$\Delta U = I \cdot R \cdot L$$

де:

ΔU – падіння напруги (В).

I – сила струму (А).

R – питомий опір кабелю (Ом/м), залежить від матеріалу і перерізу.

L – довжина кабелю в обидва боки (м).

Допустиме падіння напруги:

$$\Delta U \leq 220 \cdot 0,05 = 11 \text{ В}$$

Опір мідного кабелю залежить від перерізу:

Для 2,5 мм²: $R = 0,0175 \text{ } \Omega/\text{м}$

Для 4 мм²: $R = 0,011 \text{ } \Omega/\text{м}$

Довжина кабелю (L) враховується як подвоєна довжина, оскільки струм проходить у два боки (до насоса і назад до джерела):

$$L = 80 \cdot 2 = 160 \text{ м}$$

Втрати для кабелю 2,5 мм²:

$$\Delta U = 5,56 \cdot 0,0175 \cdot 160 = 15,61 \text{ В}$$

Це перевищує допустиме значення (11 В), тому кабель 2,5 мм² не підходить.

Втрати для кабелю 4 мм²:

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 48

$$\Delta U = 5,56 \cdot 0,011 \cdot 160 = 9,81 \text{ В}$$

Це значення менше допустимих 11 В, тому кабель 4 мм² підходить.

Рекомендований кабель:

Для насоса 1,1 кВт на довжину 80м :

Переріз: 4 мм²

Тип кабелю: мідний оскільки мідь має низький опір і найчастіше використовується для насосів, а алюміній хоч і дешевший, але має вищий опір і вимагає збільшення перерізу. Для свердловинних насосів потрібні герметичні кабелі, стійкі до вологи та температурних змін (наприклад герметичний H07RN-F).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 49

Тема 9. Проектування санвузла з розміщенням сантехнічного обладнання та каналізаційних труб

Теоретичні відомості:

Проектування санвузла з розміщенням сантехнічного обладнання та каналізаційних труб є важливою складовою інженерних мереж будівлі. Основною метою проектування є забезпечення комфортного, безпечного та гігієнічного використання санвузла, а також ефективної роботи систем водопостачання та водовідведення.

Під час проектування враховуються нормативні вимоги до розмірів приміщення, розташування сантехнічного обладнання, а також забезпечення зручного доступу до всіх елементів. До складу сантехнічного обладнання зазвичай входять унітаз, умивальник, ванна або душова кабіна, біде та інші елементи залежно від призначення санвузла.

Розміщення сантехнічного обладнання повинно враховувати ергономіку та зручність використання. Відстані між елементами обладнання визначаються стандартами, щоб забезпечити свободу пересування та комфорт для користувачів. Наприклад, унітаз зазвичай розташовується не ближче 30 см від стін чи іншого обладнання, а перед умивальником або душем має залишатися простір для зручного підходу.

Проектування каналізаційної системи базується на принципі самопливного відведення стоків, тому важливо правильно визначити ухили трубопроводів. Каналізаційні труби прокладаються з ухилом, достатнім для запобігання засмічення, але таким, що не створює надмірного шуму під час зливу води. Наприклад, для труб діаметром 50 мм ухил зазвичай становить 2-3 см на метр, а для труб діаметром 100 мм — 1-2 см на метр.

Важливим аспектом є забезпечення вентиляції каналізаційних труб через фанову трубу, яка виводиться вище покрівлі будівлі. Це запобігає появі неприємних запахів у приміщенні та забезпечує стабільний тиск у каналізаційній системі.

Під час розміщення трубопроводів необхідно враховувати їхню компактність, доступність для ремонту та заміни, а також уникати перехрещень із іншими інженерними мережами. Система водопостачання повинна бути спроектована так, щоб тиск води на всіх точках водорозбору залишався стабільним навіть при одночасному користуванні декількома приладами.

При проектуванні також враховуються матеріали труб. Для систем водопостачання часто використовують пластикові або металопластикові труби, які стійкі до корозії, мають тривалий термін служби та зручні у монтажі. Для каналізаційних систем зазвичай використовуються поліпропіленові або ПВХ-труби, які легко монтуються та мають високу хімічну стійкість.

Проектна документація повинна включати план-схему розташування сантехнічного обладнання, трасу прокладання трубопроводів, місця розташування ревізійних отворів та кріплень, а також розрахунки діаметрів труб і необхідного тиску в системі. Виконання робіт повинно здійснюватися відповідно до проекту та чинних будівельних норм.

Хід роботи:

1. Розробіть план розташування сантехнічних приладів у санвузлі, враховуючи ергономіку та вимоги доступності.
2. Розробіть схему прокладання каналізаційних труб, включаючи: ухил труб, діаметри трубопроводів (рекомендація: D 110 мм для чорних вод, D 50 мм для сірих), місця розташування ревізійних отворів.
3. Підготуйте короткий опис вашого проекту з поясненням вибраних рішень.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 50

Технічні умови:

1. Тип приміщення:

- Санвузол для стандартного приватного будинку.
- Мінімальні розміри приміщення: 2x3 м.
- Висота стелі: 2,7 м.

2. Сантехнічне обладнання:

Унітаз:

- Розташування: вздовж короткої стіни біля стояка (ліва частина).
- Відстань від стіни до центру унітаза: 40 см.
- Висота встановлення: 45 см від підлоги.
- Тип: підвісний унітаз з вбудованим бачком.

Умивальник:

Розташування: по центру довгої стіни навпроти дверей.

- Відстань від підлоги до верхнього краю: 85 см.
- Ширина умивальника: 60 см.
- Підключення до каналізації через сифон.

Душова кабіна:

- Розташування: правий кут біля вхідних дверей.
- Розміри: 90x90 см.
- Тип: низький піддон з трапом.
- Відстань до найближчої стіни: 15 см.

Біде (опціонально):

- Розташування: праворуч від унітаза.
- Висота: 45 см.
- Відстань між біде та унітазом: 30 см.

Пральна машина:

- Розташування: біля умивальника на довгій стіні.
- Висота зливного шланга: 60–80 см.

3. Каналізація:

- Забезпечити швидке відведення чорних та сірих вод.
- Розрахувати ухили трубопроводів для забезпечення самопливу (мінімум 1%, максимум 6%, залежно від діаметру труб).

- Встановити вентиляцію стояка (фанова труба).

- Дотримуватися правил герметичності з'єднань.

4. Вимоги до ергономіки:

- Дотриматися зон маневру згідно з DIN 18040: мінімум 150 см для особи у візку та 120 см для осіб із милицями.

- Висота умивальника: 85 см.

- Висота унітаза: 45 см.

- Висота душової кабіни: не менше 200 см.

5. Монтаж:

- Використовувати сифони для умивальника та душової кабіни з висотою водяного затвору не менше 50 мм.

- Уникати прямих кутів у системі відведення води (використовувати косі хрестовини або трійники).

- Забезпечити ревізійні отвори на кожному змінному напрямку труб (кут більше 45°) та внизу стояка.

6. Очистка стоків (за потреби):

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1 Арк 70 / 51

○ Якщо немає доступу до центральної каналізації, передбачити використання септика попередньої очистки або біофільтра.

Система каналізації:

Загальні вимоги:

- Ухил труб: 2% (2 см на метр).
- Діаметри труб:
 - D 110 мм для унітаза (чорні води).
 - D 50 мм для умивальника, душевої kabіни та біде (сірі води).

Мінімальний ухил забезпечує самоплив:

- Для труб діаметром 50 мм: 2% (2 см на 1 м).
- Для труб діаметром 110 мм: 1-2% (1-2 см на 1 м).

Прокладка труб:

- Унітаз: Труба D 110 мм йде прямо до стояка.
- Умивальник: Відведення D 50 мм до колектора через сифон.
- Душова kabіна: Відведення D 50 мм, ухил 2%, через трап із сухим затвором.
- Біде: Підключення до загального стояка через відведення D 50 мм.
- Пральна машина: Злив підключається до загального колектора через відведення D 50 мм.

Ці дані беремо з нормативної літератури (ДБН, DIN 18040) та рекомендацій виробників.

Ревізійні отвори:

- На кожному змінному куті більше 45°.
- У нижній частині стояка.
- У кінці горизонтального трубопроводу.

Вентиляція:

- Встановлення фанового стояка діаметром 110 мм.
- Виведення фанового стояка на дах із встановленням вентиляційного грибка.

Система очистки стоків (за необхідності):

Якщо відсутнє підключення до центральної каналізації:

Використовується **септик попередньої очистки** з фільтруючим дренажем.

- Об'єм септика: 3-разовий добовий обсяг стоків.
- Розташування: не ближче ніж 5 м від будинку.
- Ухил труб до септика: 1%.
- Фільтруючий дренаж: траншеї шириною 0,5–1 м, довжиною до 20 м.
- Ущільнення труб: герметизація з'єднань.

Схема підключення:

- **Унітаз:** пряме підключення до стояка D 110 мм.
- **Умивальник, душова kabіна, біде:** об'єднані в один колектор D 50 мм, що приєднується до стояка D 110 мм.
- **Вентиляція:** фанова труба підключена до стояка і виходить на дах.

Ергономіка:

- Відстань між сантехнічними приладами:
 - Мінімум 30 см між унітазом і біде.
 - Мінімум 70 см перед умивальником.
 - Простір перед унітазом: 60–70 см.
- Маневрова зона: 150 см у центрі приміщення для людей у візку.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 52

Діаметри труб:

Елемент системи	Діаметр труби (мм)	Рекомендований нахил (%)	Призначення
Від унітаза до стояка	110	2	Чорні води (унітаз)
Від душової kabіни до стояка	50	2	Сірі води (душова kabіна)
Від умивальника до стояка	50	2	Сірі води (умивальник)
Від пральної машини до стояка	50	2	Сірі води (пральна машина)
Від біде до стояка	50	2	Сірі води (біде)
Каналізаційний стояк	110	-	Об'єднання всіх відводів до колектора
Фанова труба (вентиляція)	110	-	Вентиляція системи каналізації
Дренажні труби	100	1,5	Фільтрування очищених стоків

Вентиляція каналізації: Детальне пояснення

Вентиляція каналізаційної системи є критичним елементом, що забезпечує:

1. Балансування тисків у системі.
2. Запобігання проникненню газів із каналізаційної мережі до приміщення.
3. Стійкість до утворення вакууму або надлишкового тиску під час зливу стоків.

Типи вентиляційних систем

А. Фанова труба (пряма вентиляція)

Це найдоступніший і найефективніший спосіб вентиляції.

Каналізаційний стояк продовжується до даху будівлі, утворюючи вентиляційний вихід.

Основні вимоги:

- Діаметр фанового стояка повинен дорівнювати діаметру каналізаційного стояка (110 мм для більшості житлових будівель).
- Висота фанового виходу над дахом: **не менше 0.5 м**.
- Вентиляційний грибок запобігає потраплянню дощової води та сміття в систему.

Особливість: повітря циркулює як у напрямку зсередини системи назовні, так і у зворотному напрямку.

В. Вакуумний клапан (альтернатива фановій трубі)

Використовується, коли немає можливості вивести фанову трубу на дах.

Як працює:

- При створенні вакууму клапан відкривається, впускаючи повітря в систему.
- У нормальному стані клапан закритий, запобігаючи виходу газів із системи.

Недоліки:

- Забезпечує тільки подачу повітря, але не видаляє газу.
- Менш довговічний порівняно з фановою трубою.

Розташування:

- На верхньому поверсі будівлі.
- У доступному для обслуговування місці.

С. Паралельна вентиляція

- Використовується у великих будівлях з декількома стояками.
- Каналізаційний стояк супроводжується окремою вентиляційною трубою, яка з'єднується з кожним поверхом.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 53

○ Особливість: компенсує як зони низького, так і високого тиску, що забезпечує стабільність системи.

○ Застосування: багатоповерхові будівлі, комерційні приміщення.

D. Вторинна вентиляція

○ Подача повітря до кожного сантехнічного приладу через окремі вентиляційні відводи.

○ Найдорожчий спосіб вентиляції, який застосовується в багатоповерхових будівлях або там, де можлива одночасна робота багатьох приладів.

Приклад виконання завдання:

Дані для проектування:

- Розміри приміщення: 2 м × 3 м.
- Кількість мешканців: 4 особи.
- Каналізаційні труби:
 - D 110 мм для чорних вод (унітаз).
 - D 50 мм для сірих вод (умивальник, душова кабіна, біде, пральна машина).
- Добовий обсяг стоків на людину: 0,2 м³/добу.

1. Розрахунок нахилу каналізаційних труб

Унітаз:

- Довжина труби до стояка: 1,5 м.
- Ухил труби: 2% для D 110 мм.

$$h = i \cdot L = \frac{2}{100} \cdot 1.5 = 0.03 \text{ м або (3 см)}$$

Душова кабіна та умивальник:

- Довжина труби до стояка: 2 м.
- Ухил труби: 2% для D 50 мм.

$$h = i \cdot L = \frac{2}{100} \cdot 2 = 0.04 \text{ м або (4 см)}$$

2. Розрахунок об'єму септика

Вхідні дані:

- Кількість мешканців: 4 особи.
- Добовий обсяг стоків на людину: Q=0.2 м³/добу
- Час перебування стоків у септику: t=3 доби

$$V = N \cdot Q \cdot t = 4 \cdot 0.2 \cdot 3 = 2.4 \text{ м}^3$$

Отже, необхідний об'єм септика: 2,4 м³.

3. Гідралічний розрахунок каналізації

Швидкість руху води в трубі:

- Втрати напору: $h_f=0.02$ м/м (за матеріалом труби).
- Прискорення вільного падіння: $g=9.81$ м/с²

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_f} = \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 0.02} = 0.626 \text{ м/с}^2$$

Швидкість відповідає рекомендованому діапазону 0.6–1.2 м/с

Коефіцієнт наповнення труби:

- Діаметр труби: D=0.11 м (унітаз).
- Висота заповнення: H=0.07 м.

$$K = \frac{H}{D} = \frac{0.07}{0.11} = 0.636$$

Коефіцієнт наповнення знаходиться у межах 0.5–0.7 що є оптимальним.

4. Розрахунок маневрових зон (не обов'язково)

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 54

Простір для маневру:

- Для людини у візку: $R=1.5$ м

$$S = \pi \cdot R^2 = 3.14 \cdot 1.5^2 = 7.065 \text{ м}^2$$

Простір забезпечений у центрі санвузла.

5. Розрахунок довжини дренажного поля

Вихідні дані:

- Об'єм очищених стоків: $Q_d=0.8$ м³/добу (для 4 осіб).
- Гідралічне навантаження дренажу: $q_d=8$ л/м > на добу = $0,008$ м³/м

$$L_d = \frac{Q_d}{q_d} = \frac{0.8}{0.008} = 100 \text{ м}$$

Дренажну систему потрібно організувати довжиною 100 м (можна поділити на кілька ниток, кожна по 20 м).

1. Вентиляція каналізаційного стояка

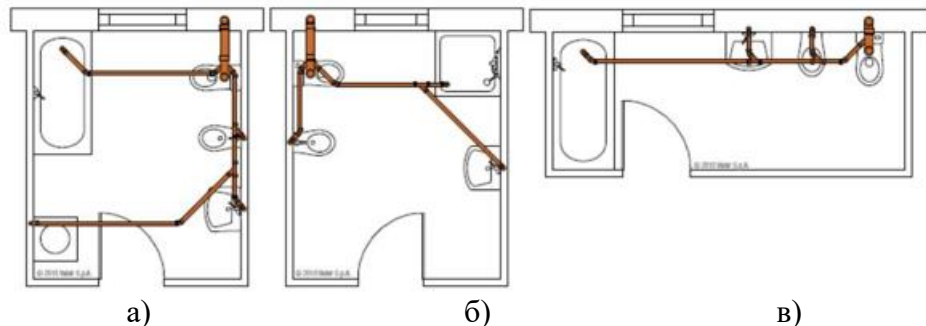
- Діаметр фанового стояка: $D_v=D_k=110$ мм
- Висота фанового стояка над дахом: $H_v=0.5$ м

7. Схема каналізації

Розміщення:

1. Унітаз: труба D 110 мм, довжина 1,5 м, ухил 2%.
2. Душова кабіна та умивальник: об'єднаний колектор D 50 мм, довжина 2 м, ухил 2%.
3. Всі відводи підключаються до центрального стояка D 110 мм.

Приклад плану санвузла і розташування сантехобладнання з прокладанням каналізаційних труб



Висновок: Система проєктована згідно з усіма стандартами, забезпечує ефективне відведення стоків і відповідає вимогам ергономіки. Каналізація враховує оптимальні ухили труб, належну вентиляцію та зручність обслуговування

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 55

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1 - Розрахункова температура повітря та кратність повітрообміну в приміщеннях

Приміщення	Температура повітря, °С	Кратність повітрообмінів	
		приток	витяжка
Зал, роздавальна, буфет	+16	3 розрахунку	
Вестибюль, аванзал	+16	2	-
Приміщення для продажу напівфабрикатів та кулінарних виробів, білизняна	+16	2	2
Гарячий цех, приміщення для випікання кондитерських виробів	+ 5	3 розрахунку	
Цехи: доготовочний, холодний, м'ясний, рибний, птахопереробний, обробки зелені та овочів; приміщення для фреонових холодильних установок	+16	3	4
Приміщення для випікання борошняних виробів	+16	1	2
		3 розрахунку, але не більше	
Мийні столового та кухонного посуду, мийні тари	+20	4	6
Хліборізка, сервізна	+16	1	1
Комора сухих продуктів	+12	-	2
Комора інвентарю	+12	2	2
Комора для овочів, солінь, квашень	+ 5	-	2
Комора для вино-горілчанних виробів	+12	-	1
Експедиція, завантажувальна	+16	3	-
Кабінет лікаря	+20	-	1
Кабінет директора, контора, каса	+18	1	1
Приміщення завідуючого виробництвом	+18	2	-
Душові	+25	5	5
Роздягальні при душових	+23	По балансу душових	
Туалети (самостійна вентиляція з розрахунку 50 м ³ /год на 1 унітаз та 25 м ³ /год на 1 пісуар)	+16	-	-

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024	
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 56	

Додаток Б

Таблиця Б.1 - Розрахункові параметри зовнішнього повітря

Місто	Розрахункова географічна широта, град. п.ш.	Барометричний тиск, гПа	Період року	Параметри А			Параметри Б			Середньодобова амплітуда температури повітря, °С	Розрахункова зимова температура для проєктування вентиляції, °С	Середня зимова температура для проєкт. опалення, °С	Тривалість опалювального періоду, дб
				Температура, °С	Питома ентальпія, кДж/кг	Швидкість вітру, м/с	Температура, °С	Питома ентальпія, кДж/кг	Швидкість вітру, м/с				
Бердянськ	46	1010	тепл. холод.	25,9 -7	53,9 -2,5	1 1	30,5 -19	63 -17,8	1 1	12,5 -	-9	-0,8	177
Вінниця	48	970	тепл. холод.	23 -10	53,6 -6,7	2,8 7,1	27,3 -21	56,9 -19,7	2,8 5,2	11,9 -	-10	-1,1	189
Джанкой	46	1010	тепл. холод.	27,8 -5	58,9 0	1 1	32,4 -17	63 -15,5	1 1	14 -	-3	1,7	158
Дніпропетровськ	48	1010	тепл. холод.	26,5 -9	54 -5,4	1 7	31 -23	57,4 -22	1 5,7	11,3 -	-9	-1,0	175
Донецьк	49	1010	тепл. холод.	25,3 -10	54,7 -6,7	1 6,2	30,4 -23	53,9 -22,2	1 6,2	13,9 -	-10	-1,8	183
Євпаторія	45	1010	тепл. холод.	26,8 -3	63 -2,7	4 7,1	31,4 -16	67 -14,2	4 7,1	8,4 -	-3	2,4	149
Житомир	48	990	тепл. холод.	23,1 -9	50,5 -5,2	1 5,4	27,7 -22	54,7 -21	1 5,4	10,8 -	-9	-0,8	192
Запорозжя	48	1010	тепл. холод.	27,1 -8	55,7 -5,4	1 7,8	31,2 -22	58,6 -21,2	1 7,1	12,5 -	-9	-0,7	175
Івано-Франківськ	48	970	тепл. холод.	22,8 -9	54,7 -5,4	1 5,8	27,4 -20	58,9 -18,9	1 5,8	11,2 -	-9	-0,1	184
Ізмаїл	44	1010	тепл. холод.	27,2 -5	58,6 0	1 1	31,8 -14	61,5 -11,7	1 7	11,8 -	-5	1,7	153
Керч	44	1010	тепл. холод.	26 -4	60,7 1,3	4,1 10,2	30,3 -15	62,8 -13	4,1 9	11 -	-4	2,2	153
Київ	51	990	тепл. холод.	23,7 -10	53,6 -6,7	1 5,3	28,7 -22	56,1 -20,7	1 4,2	10,8 -	-10	-1,1	187
Кіровоград	48	990	тепл. холод.	25,8 -5,4	55,3 -5,4	1 6,7	29,7 -22	57,4 -20,7	1 5,7	12,9 -	-9	-1,0	185
Луганськ	48	1010	тепл. холод.	27,4 -10	56,3 -6,7	1 6,7	31,8 -25	58,6 -24,3	1 5,2	13,9 -	-10	-1,9	183
Луцьк	52	970	тепл. холод.	22,6 -8	50,5 -4,2	1 6,3	27,2 -20	54,7 -18,9	1 6,3	10,3 -	-8	-0,2	187
Львов	48	970	тепл. холод.	22,1 -9	53,2 -2,5	1 7,1	26,4 -19	57,4 -17,6	1 5,1	10,6 -	-9	-0,2	191
Любашевка	49	990	тепл. холод.	25,4 -9	54,7 -5	1 1	30 -20	58,9 -18,9	1 1	11,1 -	-9	0,0	169
Маріуполь	48	1010	тепл. холод.	26,6 -9	57,8 -5,4	3,6 12	31,8 -23	60,7 -22,2	3,6 8	11,4 -	-9	-0,8	177
Миколаїв	48	1010	тепл. холод.	27,9 -7	58,2 -2,9	3,2 11	31 -20	62 -18,6	3,2 10	12,5 -	-7	0,4	168
Одеса	48	1010	тепл. холод.	25 -6	59 -1,3	3,3 12	28,6 -18	62 -18,3	3,3 11	8,8 -	-6	0,8	168
Полтава	48	990	тепл. холод.	24,5 -11	53,6 -8	4,4 6,8	29,4 -23	56,5 -21,9	4,4 6,2	11,5 -	-11	-1,9	187
Рівно	52	970	тепл. холод.	22,6 -9	51,5 -5,4	1 6,8	25,1 -21	55,3 -19,7	1 5,1	10,7 -	-9	-0,5	191
Севастополь	44	1010	тепл. холод.	25 0	60,7 -7,1	2,3 10,2	29,4 -11	64,5 -8,4	2,3 9	8,5 -	0	4,4	137
Сімферополь	44	970	тепл. холод.	26,1 -4	59,5 -7,1	1 1,3	31,8 -15	63,2 -14	1 8	14 -	-4	1,9	158
Слав'янськ	48	990	тепл. холод.	27,1 -10	54,4 -6,7	1 6,8	31,2 -23	58,2 -24,3	1 5,2	13,2 -	-10	-1,5	181
Суми	52	990	тепл. холод.	23,6 -12	50,5 -9,2	1 5,9	28,2 -24	54,7 -23,7	1 5,9	10,7 -	-12	-2,5	195
Тернопіль	48	970	тепл. холод.	22,1 -9	52,8 -5	1 7,1	26,8 -21	57,4 -19,7	1 5,1	11,8 -	-9	-0,5	190
Ужгород	48	990	тепл. холод.	24,2 -6	54,4 -1,3	1 6	28,1 -18	58,6 -16,3	1 4,3	11,1 -	-6	1,6	162
Умань	48	990	тепл. холод.	24,1 -9	53,6 -5	1 7,1	28,7 -22	57,8 -19,7	1 5,7	12,7 -	-10	-2,0	190

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015									Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024		
	Випуск 1	Зміни 0			Екземпляр № 1			Арк 70 / 57				

Продовження таблиці Б.1

Феодосія	45	1010	тепл. холод.	26,3 -2	63 1,3	1 6	30,9 -15	67 -13	1 6	8,2 -	-4	2,2	153
Харків	50	990	тепл. холод.	25,1 -11	52,8 -8	1 6,7	29,4 -23	56,1 -22,2	1 6,1	11,8 -	-11	-2,1	189
Херсон	48	1010	тепл. холод.	29 -7	57,8 -2,9	1 9,9	30,6 -19	61,5 -17,8	1 8	12,7 -	-7	0,6	167
Хмельницький	48	970	тепл. холод.	22,9 -9	54,7 -5,4	1 5,7	27,5 -21	53,9 -20,1	1 5,7	10,9 -	-8	0,2	164
Черкаси	50	990	тепл. холод.	24,5 -9	54,7 -5,2	1 1	29,1 -22	58,9 -21	1 1	11,2 -	-9	-1,0	189
Чернігів	52	990	тепл. холод.	23,2 -10	51,5 -6,7	1 4,2	27,8 -23	54,4 -21,9	1 3,8	11 -	-10	-1,7	191
Чернівці	48	970	тепл. холод.	23,8 -9	54,7 -5,4	1 5,4	28,4 -20	58,9 -18,9	1 5,4	10,6 -	-9	-0,2	179
Ялта	44	1010	тепл. холод.	26,3 -1	61,1 8	1 9	30,5 -6	64,5 -2,5	1 8,7	8,4 -	1	5,2	126

Примітки:

1. Для інших населених пунктів розрахункові параметри зовнішнього повітря слід приймати згідно з розташованими поряд містами, вказаними в таблиці.

2. Кількість градусо-днів опалювального періоду зазначено для приміщень із температурою +18 С. Для приміщень з іншою

температурою варто застосовувати коефіцієнт $k = \frac{t_i - t_{нд,i}}{18 - t_{нд,i}}$,

де $t_{ср,о}$ – середня температура опалювального періоду, °С;

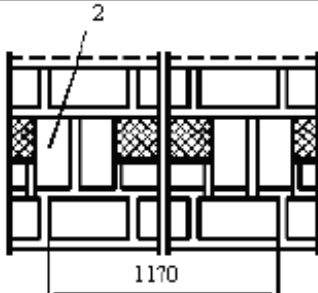
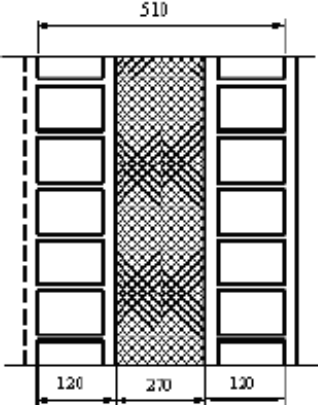
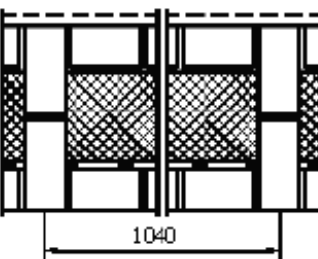
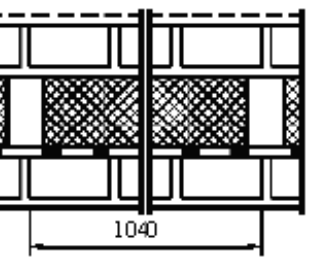
t_n – температура повітря в приміщенні, °С.

3. Параметри зовнішнього повітря для житлових, громадських, адміністративно-побутових та виробничих приміщень слід приймати: параметри А – для систем вентиляції повітряного душировання та кондиціонування будівель третього класу для теплого періоду року; параметри Б – для систем опалення, вентиляції, повітряного душировання и кондиціонування для холодного періоду року та систем кондиціонування будівель другого класу для теплого періоду року. Для систем кондиціонування споруд другого класу слід приймати температуру зовнішнього повітря для теплого періоду року на 2 °С и питому ентальпію на 2 кДж нижче встановлених для параметрів Б.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 58

Додаток В

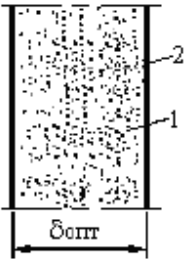
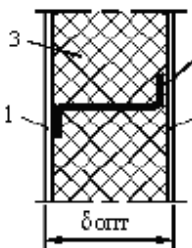
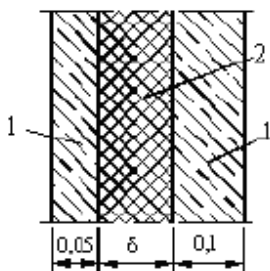
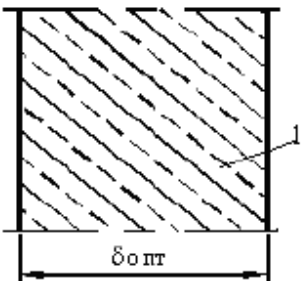
Таблиця В.1 - Теплотехнічні характеристики цегляних будівельних конструкцій

№	Схема конструкції, основні розміри	Матеріали	Опір теплопередачі, R_0 , (м ² ·°С)/Вт
1		Керамічна дірчаста цегла, мінеральна вата 140 мм, суцільна силікатна цегла, штукатурка	2,59
2		Суцільна силікатна цегла, мінеральна вата 270 мм, суцільна силікатна цегла, штукатурка	4,26
3		Суцільна силікатна цегла, мінеральна вата 270 мм, суцільна силікатна цегла, суха штукатурка	4,29
4		Дірчаста силікатна цегла, мінеральна вата 270 мм, суцільна силікатна цегла, штукатурка	4,30
5		Дірчаста силікатна цегла, мінеральна вата 270 мм, суцільна силікатна цегла, суха штукатурка	4,32
6		Керамічна дірчаста цегла, мінеральна вата 270 мм, суцільна силікатна цегла, штукатурка	4,33
7		Керамічна дірчаста цегла, мінеральна вата 270 мм, суцільна силікатна цегла, суха штукатурка	4,35
8		Суцільна силікатна цегла, термоліт 270 мм, суцільна силікатна цегла, штукатурка	2,6
9		Суцільна силікатна цегла, термоліт 270 мм, суцільна силікатна цегла, суха штукатурка	2,63
10		Дірчаста силікатна цегла, термоліт 270 мм, суцільна силікатна цегла, суха штукатурка	2,64
11		Керамічна дірчаста цегла, термоліт 270 мм, суцільна силікатна цегла, штукатурка	2,67
12		Керамічна дірчаста цегла, термоліт 270 мм, суцільна силікатна цегла, суха штукатурка	2,69

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1

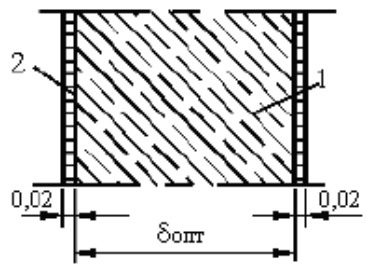
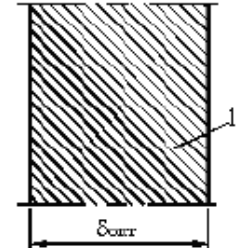
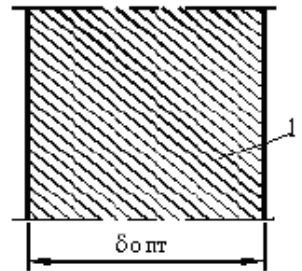
Додаток Г

Таблиця Г.1 - Конструктивні рішення стін

№	Схема конструкції	Вид теплоізоляції	Густина γ_0 , кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності теплоізоляційного шару λ , Вт/(м·°С), для умов експлуатації	
				А	Б
1	 <p>1 - сталевий профільований лист; 2 - пінополіуретан</p>	Пінополіуретан	50	0,04	0,04
2	 <p>1 - сталевий профільований лист; 2 - сталевий профіль; 3 - мінераловатні плити</p>	Мінераловатні плити	150	0,068	0,075
3	 <p>1 - залізобетон; 2 - теплоізоляція</p>	Пінополістирол ПСБ	40	0,041	0,05
4		Мінераловатні плити марки 175	175	0,072	0,075
5	 <p>1 - теплоізоляція</p>	Нівдрюватий бетон	800	0,33	0,37

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 60

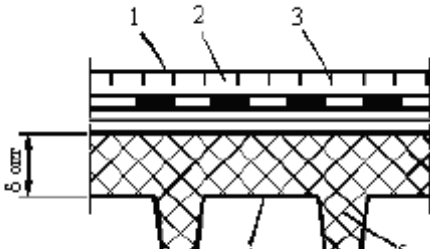
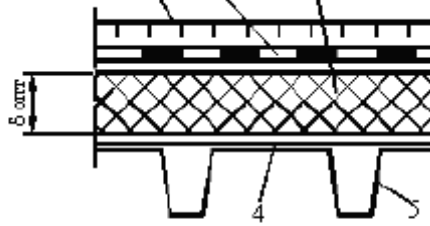
Продовження таблиці Г.1

№	Схема конструкції	Вид теплової ізоляції	Густина γ_0 , кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності теплової ізоляційного шару λ , Вт/(м·°С), для умов експлуатації	
				А	Б
6	 <p>1 - керамзитобетон; 2 - цементно-піщовий розчин</p>	Керамзитобетон	1100	0,38	0,46
7			1300	0,5	0,58
8	 <p>1 - теплової ізоляція</p>	Цегла або камені керамічні пористі на цементно-піщовому розчині	1400	0,52	0,58
9	 <p>1 - теплової ізоляція</p>	Цегла керамічна повнотіла на цементно-піщовому розчині	1800	0,7	0,8

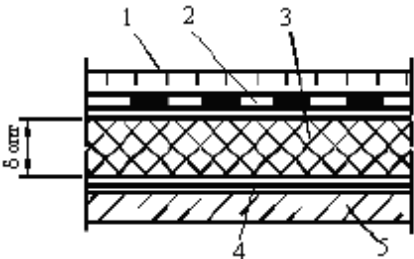
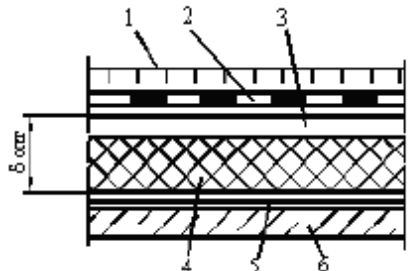
Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1

Додаток Д

Таблиця Д.1 - Конструктивні рішення покриттів

№	Ескіз конструкції	Вид теплоізоляції	Густина γ_0 , кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності теплоізоляційного шару λ , Вт/(м·°С), для умов експлуатації	
				А	Б
1	 <p>1 - гравій на антисептувальній мастиці $\delta = 0,02$ м; 2 - чотири шари рулонного водоволяційного килима; 3 - мішковий папір або шар руберойду; 4 - теплоізоляція; 5 - сталевий профільований настил</p>	Пінополіуретан заливальний	50	0,04	0,04
2		Фенольний пінопласт заливальний	100	0,052	0,076
3	 <p>1 - гравій на антисептувальній мастиці $\delta = 0,02$ м; 2 - чотири шари рулонного водоволяційного килима; 3 - теплоізоляція; 4 - руберойд, наклеєний на гарячому бітумі; 5 - сталевий профільований настил</p>	Плити фенольні ФРП – 1	100	0,052	0,076
4		Плити мінераловатні підвищеної твердості	200	0,07	0,076
5		Плити полістирольні ПСБ – С	40	0,041	0,05
6		Плити мінераловатні підвищеної твердості	200	0,07	0,076

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1

№	Ескіз конструкції	Вид теплової ізоляції	Густина γ_0 , кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності теплової ізоляційного шару λ , Вт/(м·°С), для умов експлуатації		
				А	Б	
7	 <p>1 – гравій на антисептувальній мастиці $\delta = 0,02$ м; 2 - три шари рулонного водоволяційного килима; 3 - теплової ізоляція; 4 - руберойд, наклеєний на гарячому бітумі; 5 - залізобетонна плита, $\delta = 0,03$ м</p>	Плити фенольні ФРП – 1	100	0,052	0,076	
8*	 <p>1 – гравій на антисептувальній мастиці $\delta = 0,01$ м; 2 - три шари рулонного водоволяційного килима; 3 - цементно-пісковий розчин марки 50, $\delta = 0,015$ м і $\delta = 0,025$ м (по керамзитовому гравію); 4 - теплової ізоляція; 5 - руберойд, наклеєний на гарячому бітумі; 6 - залізобетонна плита, $\delta = 0,03$ м</p>	Плити з ніздрюватого бетону	400	0,14	0,15	
9		Плити фібролітові	300	0,11	0,14	
10		А	Керамзитобетон	500	0,17	0,23
				600	0,20	0,26
11		А	Керамзитовий гравій	500	0,15	0,17
	600			0,17	0,20	

* Комплексна залізобетонна плита

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 63

Додаток Е

Таблиця Е.1 - Теплотехнічні характеристики будівельних матеріалів і виробів

Матеріал	Густина матеріалу в сухому стані, ρ_0 , кг/м ³	Коефіцієнт теплопровідності λ , Вт/(м·°С), для умов експлуатації	
		А	Б
I. Бетони й розчини			
1. Залізобетон	2500	1,92	2,04
2. Бетон на гравії або щебені із природного каменю	2400	1,74	1,86
3. Керамзитобетон на керамзитовому піску й керамзитобетон	600	0,20	0,26
4. Те саме	500	0,17	0,23
5. Перлігобетон	600	0,19	0,23
6. Газо- і пінобетон, газо- і піносілікат	600	0,22	0,26
7. Те саме	400	0,14	0,15
8. Те саме	300	0,11	0,13
9. Цементно-пісковий розчин	1800	0,76	0,93
10. Цементно-шлаковий розчин	1400	0,52	0,64
11. Те саме	1200	0,47	0,58
12. Цементно-перліговий розчин	1000	0,26	0,30
13. Те саме	800	0,21	0,26
II. Цегляна кладка й облицювання природним каменем			
14. Глиняна цегла звичайна суцільна на цементно-пісковому розчині	1800	0,70	0,81
15. Керамічна пустотна цегла на цементно-пісковому розчині	1600	0,58	0,64
16. Силікатна цегла суцільна на цементно-пісковому розчині	1800	0,76	0,87
17. Силікатна пустотна цегла на цементно-пісковому розчині	1500	0,70	0,81
18. Граніт, гнейс і базальт	2800	3,49	3,49
19. Мармур	2800	2,91	2,91
III. Дерево, вироби з нього й інших органічних матеріалів			
20. Сосна і ялина поперек волокон	500	0,14	0,18
21. Сосна і ялина уздовж волокон	500	0,29	0,35
22. Плити деревоволокнисті й деревостружкові	600	0,13	0,16
23. Те саме	400	0,11	0,13
24. Те саме	200	0,07	0,08
25. Плити фібролігові на портландцементі	600	0,18	0,23
26. Те саме	400	0,13	0,16
27. Те саме	300	0,11	0,14
28. Ключчя	150	0,08	0,07
IV. Теплоізоляційні матеріали			
29. Плити напівтверді й тверді мінераловатні на синтетичному й бігумному зв'язувальному	350	0,09	0,11
30. Те саме	300	0,087	0,09
31. Те саме	200	0,076	0,08
32. Пінополістирол	150	0,052	0,06
33. Те саме	100	0,041	0,052
34. Пінопласт ПХВ-1	125	0,06	0,064
35. Те саме	100	0,05	0,052

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 64

Продовження таблиці Е.1

36. Пінополіуретан	100	0,05	0,05
37. Плити з резольнофенолформальдегідного пінопласту	100	0,052	0,076
38. Перлітопластбетон	200	0,052	0,06
39. Те саме	100	0,041	0,05
40. Перлітофосфогелеві плити	300	0,08	0,12
41. Те саме	200	0,07	0,09
42. Гравій керамзитовий	400	0,13	0,14
43. Те саме	300	0,12	0,13
44. Те саме	20	0,11	0,12
45. Щебінь шунгізитовий	400	0,13	0,14
46. Щебінь із доменного шлаку, шлакової пемзи й аглопориту	400	0,14	0,16
47. Щебінь і пісок зі здутого перліту	400	0,087	0,09
48. Те саме	200	0,076	0,08
49. Піноскло або газоскло	400	0,12	0,14
50. Те саме	300	0,11	0,12
51. Те саме	200	0,08	0,09
V. Покрівельні, гідроізоляційні й облицювальні матеріали			
52. Листи азбестоцементні	1800	0,47	0,52
53. Бігуми нафтові	1400	0,27	0,27
54. Бігуми нафтові	1200	0,22	0,22
55. Те саме	1000	0,17	0,17
56. Асфальтобетон	2100	1,05	1,05
57. Бігумоперліт	400	0,12	0,13
58. Те саме	300	0,09	0,099
59. Руберойд	600	0,17	3,53
60. Лінолеум, плівкові полімерні матеріали	1800	0,38	0,38
61. Те саме	1600	0,33	0,33
62. Те саме	1400	0,23	0,23
VI. Метали й скло			
63. Сталь арматурна	7850	58	58
64. Чавун	7200	50	50
65. Алюміній	2600	221	221
66. Мідь	8500	407	407
67. Скло віконне	2500	0,76	0,76

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 65

Додаток Ж

Таблиця Ж.1 - Нормативи опору теплопередачі зовнішніх конструкцій, що огорожують, житлово-цивільних будинків і споруд

№ п/п	Найменування конструкцій, що огорожують	Нормативні значення опору теплопередачі конструкцій, що огорожують, (м ² ·°С)/Вт			
		1 зона > 3501 *	2 зона 3001 – 3500	3 зона 2501 - 3000	4 зона < 2500
		г.-д.	г.-д.	г.-д.	г.-д.
А. НОВЕ БУДІВНИЦТВО					
1.	ЗОВНІШНІ СТІНИ Великопанельні монолітні та об'ємнооболонкові з утеплювачами: а) із полімерних матеріалів б) із мінералвати або ін. матеріалів	2,5 2,2	2,4 2,1	2,2 1,9	2,0 1,8
2.	Блочні: а) із ніздрюватого бетону б) з пористими заповнювачами	2,0 1,8	1,9 1,7	1,7 1,5	1,5 1,3
3.	Цегляні з керамичних каменів та дрібних блоків: а) прошаркові з утеплювачем; б) багатошарові	2,2 1,6	2,1 1,5	1,9 1,4	1,7 1,2
4.	ПОКРИТТЯ ТА ПЕРЕКРИТТЯ Покриття та перекриття горищ (крім "теплих" горищ)	2,7	2,5	2,4	2,0
5.	Перекриття над проїздами та холодними підвалами, сполученими із зовнішнім повітрям	3,0	2,9	2,4	2,0
6.	Перекриття над неопалювальними підвалами: а) із світовими отворами в стінах; б) без світових отворів в стінах	2,5 2,3	2,4 2,2	2,2 2,0	3,0 1,8
7.	ВІКНА ТА БАЛКОНІ ДВЕРІ	0,50	0,42	0,42	0,39
Б. РЕКОНСТРУКЦІЯ, КАПІТАЛЬНИЙ РЕМОНТ					
1.	Зовнішні стіни	2,2	2,1	1,9	1,7
2.	Покриття та перекриття горищ	2,5	2,4	2,2	2,0
3.	Перекриття над проїздами та підвалами	Як для нового будівництва			
4.	Вікна та балконні двері				

Додаток І

Таблиця І.1 - Опір теплопередачі заповнень, світлових прорізів (вікон, балконних дверей, ліхтарів)

Заповнення світлового прорізу	Опір теплопередачі м ² ·°С/Вт
Одинарне засклення в дерев'яних рамах	0,17
Одинарне засклення в металевих рамах	0,15
Подвійне засклення в дерев'яних спарених рамах	0,37
Подвійне засклення в металевих спарених рамах	0,31
Подвійне засклення в дерев'яних роздільних рамах	0,38
Подвійне засклення в металевих роздільних рамах	0,34
Подвійне засклення в ґрин у металевих роздільних рамах	0,31
Потрійне засклення в дерев'яних рамах (спарена та одинарна)	0,52
Потрійне засклення в металевих рамах	0,48

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024	
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 66	

Додаток К

Таблиця К.1 - Повторюваність вітру за напрямками світла

Найменування населених пунктів	Повторюваність вітру за напрямками світла, %															
	Пн.	Пн.-Сх.	Сх.	Пд.-Сх.	Пд.	Пд.-Зх.	Зх.	Пн.-Зх.	Пн.	Пн.-Сх.	Сх.	Пд.-Сх.	Пд.	Пд.-Зх.	Зх.	Пн.-Зх.
	січень								липень							
Вінниця	12	13	7	11	15	14	14	14	23	11	5	6	8	8	14	25
Луганськ	5	10	27	15	5	12	17	9	10	13	13	7	4	11	23	19
Дніпропетровськ	9	13	10	15	15	13	9	16	17	9	6	5	9	8	15	31
Маріуполь	9	23	24	3	4	12	12	13	12	11	8	6	10	15	13	25
Житомир	8	12	6	13	14	15	18	14	13	9	5	6	7	11	24	25
Запоріжжя	13	17	14	12	13	13	10	8	22	19	8	5	9	10	10	17
Кам'янець-Подільський	9	5	10	35	6	2	7	26	18	5	4	12	6	5	11	39
Керч	13	18	12	4	14	8	9	22	21	11	4	6	11	8	16	23
Київ	11	10	11	12	9	11	20	16	18	12	8	7	5	8	18	24
Кіровоград	14	10	8	16	12	12	14	14	24	13	7	5	6	7	15	23
Конотоп	7	8	15	15	14	16	15	10	15	10	10	7	7	9	17	25
Луцьк	4	4	8	13	18	14	23	17	7	6	7	8	10	12	26	24
Львів	4	6	9	16	12	18	23	12	7	7	5	7	9	14	31	20
Мелітополь	11	20	24	10	6	9	12	8	20	16	9	7	10	9	13	16
Миколаїв	15	21	12	11	10	10	8	13	23	18	4	3	6	14	9	23
Одеса	19	15	11	5	8	11	14	17	22	8	3	6	15	12	12	22
Полтава	8	13	14	14	11	16	14	10	15	15	11	7	6	9	17	20
Рівно	7	5	8	13	14	14	27	12	10	7	5	8	7	11	29	23
Севастополь	13	30	10	8	22	7	5	5	6	16	22	2	9	7	20	18
Сімферополь	5	23	11	17	12	19	7	6	6	12	17	20	6	14	17	8
Судак	60	2	1	2	10	10	2	13	50	6	1	1	22	10	2	8
Тернопіль	7	5	10	19	14	8	18	19	11	6	7	9	6	8	22	31
Ужгород	10	10	14	40	8	2	4	12	14	18	11	15	9	7	6	20
Умань	11	10	8	16	11	12	12	20	18	10	6	5	6	7	13	35
Харків	9	12	16	17	10	12	13	11	17	14	12	9	4	9	14	21
Херсон	16	23	17	12	7	7	8	10	22	14	9	5	7	18	10	15
Хуст	4	19	36	9	3	6	18	5	7	22	20	9	5	15	19	8
Чернігів	10	10	11	12	14	14	16	13	18	9	10	7	7	8	17	24
Чернівці	3	2	19	20	4	6	10	36	6	3	8	11	4	7	18	43
Ялта	31	6	18	3	4	7	6	25	29	5	14	10	14	2	4	22

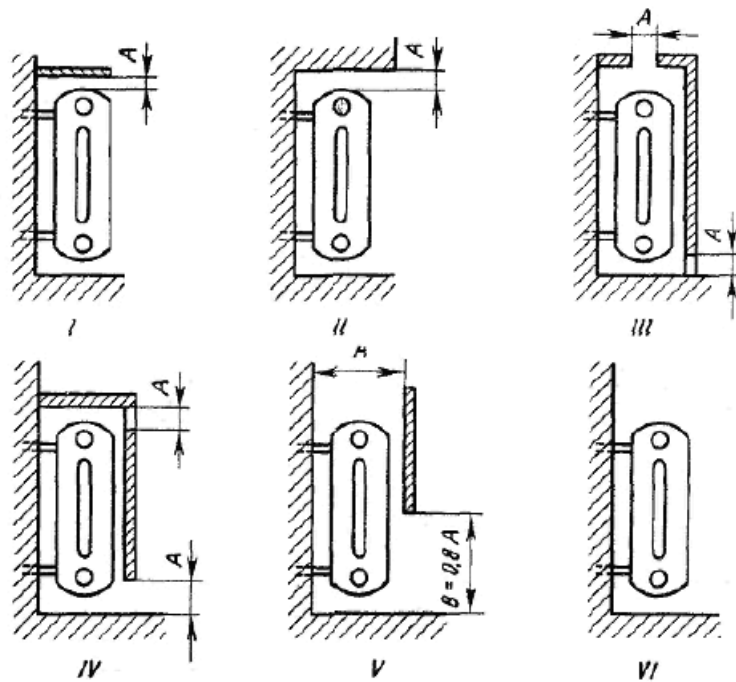
Примітка: Пд - південь, Пн - північ, Сх - схід, Зх - захід.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015		Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1
			Арк 70 / 67

Додаток Л

Таблиця Л.1 - Значення коефіцієнту β_1 , що враховує спосіб приєднання приладу в приміщенні

Спосіб монтажу приладу	Розмір щілин А, в мм	Поправочний коефіцієнт, β_1	
I. Прилад установлений біля стіни без ниші та перекритий дошкою у вигляді полиці	40	1,05	
	80	1,03	
	100	1,02	
II. Прилад встановлений в стінній ниші глибиною більш 130 мм	40	1,11	
	80	1,07	
	100	1,06	
III. Прилад встановлений у стіни без ниші і закритий дерев'яною шафою	220	1,13	
IV. Прилад закритий дерев'яною шафою з щілиною у верхній частині передньої стінки	130	щілини відкриті	1,2
		щілини закриті сіткою	1,3
		V. Прилад встановлений біля стіни без ниші та закритий щитом (екраном), який не доходить до підлоги	-



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 68

Додаток М

Таблиця М.1 - Характеристика нагрівальних приладів

Найменування нагрівального приладу	Поверхня приладу		Будівельні габаритні розміри				Ємність, дм ³	Вага, кг
	м ²	екм	висота		ширина	глибина		
			повна	монтажна				
Радіатори чавунні (на одну секцію)								
М-140	0,25	0,31	582	500	96	140	1,43	7,5
М-140-АО	0,29	0,35	582	500	96	140	1,42	7,0
М-90	0,2	0,26	582	500	96	96	1,6	6,6
РД-90	0,2	0,27	582	500	96	96	1,5	6,9
Панелі сталеві штамповані (на одну панель)								
МЗ-500-1	0,64	0,83	564	500	518	42	2,7	7,5
МЗ-500-2	0,96	1,25	564	500	766	42	4	11
МЗ-500-3	1,2	1,56	564	500	952	42	5	13,8
МЗ-500-4	1,6	2,08	564	500	1262	42	6,6	18,8
МЗ-350-1	0,43	0,6	406	350	518	42	1,5	5,8
МЗ-350-2	0,64	0,89	406	350	766	42	2,25	8,6
МЗ-350-3	0,83	1,16	406	350	1014	42	2,8	10,8
МЗ-350-4	1,06	1,49	406	350	1262	42	3,75	14,4
Бетонна панель П4								
одностороння тепловіддача	-	0,97	700	-	1600	40-55	-	-
двостороння тепловіддача	-	1,57	700	-	1600	40-50	-	-
Бетонна панель П8								
одностороння тепловіддача	-	1,39	730	-	1600	40-50	-	-
двостороння тепловіддача	-	2,41	730	-	1600	40-50	-	-

Додаток Н

Таблиця Н.1 - Значення поправного коефіцієнту a при $t_{в} = 16 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Розрахункова зовнішня температура $t_{з.о.}$, $^{\circ}\text{C}$	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45
Значення коефіцієнту поправочного a	1,38	1,25	1,02	0,97	0,93	0,90	0,87	0,85

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024	
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 69	

Додаток О

Таблиця О.1 - Кількість теплоти й вологи, що виділяється людьми

Показники	Температура повітря в робочій зоні, °С					
	10	15	20	25	30	35
При легкій роботі (споживачі)						
Тепловиділення, кДж/год						
явне.....	545	440	356	230	147	21
сховане.....	105	126	189	293	377	206
повне.....	650	566	545	524	524	524
Вологовиділення, кг/год	0,04	0,055	0,075	0,115	0,150	0,2
При роботі середньої важкості (обслуговуючий персонал)						
Тепловиділення, кДж/год						
явне.....	587	482	377	251	147	21
сховане.....	189	272	356	461	566	691
повне.....	775	754	733	712	712	712
Вологовиділення, кг/год	0,07	0,11	0,14	0,185	0,23	0,28

Додаток П

Таблиця П.1 - Теплонадходження від сонячної радіації скрізь закленні поверхні, кДж/(м²·год.)

Характер засклення	Значення q _{ост} при орієнтації по сторонам світла та географічній широті, град. п. ш.															
	південь				південний схід і південний захід				схід і захід				північний схід і північний захід			
	35	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65	35	45	55	65
Вікна з подвійним заскленням із рамами:																
дерев'яними	461	522	522	612	660	461	522	612	522	522	612	612	270	270	270	252
металевими	594	666	666	756	461	594	666	756	666	666	720	756	342	342	342	342
Ліхтарі з подвійним вертикальним заскленням із переплетінням:																
дерев'яним	504	612	612	630	414	522	630	630	612	612	666	666	312	312	312	388
металевим	540	666	666	720	461	594	720	720	666	666	756	756	360	360	360	342

Примітка. Для засклених поверхонь, орієнтованих на північ, q_з = 0.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-23.05- 05.02/2/192.00.1/Б/ОК27- 2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр № 1	Арк 70 / 70

Додаток Р

Таблиця Р.1 - Теплонадходження від сонячної радіації через покриття $q_{покр.}$, кДж/(м²·год.)

Вид покриття	Значення $q_{покр.}$ при графічній широті, град п.ш.			
	35	45	55	65
Плоске безгоришне	86,4	75,6	61,2	50,4
з горішем	21,6	21,6	21,6	21,6

Додаток С

Таблиця С.1 - Кількість вуглекислого газу, що виділяється від однієї людини

Вікові категорії та характер роботи	Виділення вуглекислоти	
	л/год	г/год
Доросла людина: в стані відпочинку або при спокійній роботі (в закладах ресторанного господарства).....	23	35
при фізичній роботі: легкій.....	30	45
важкій.....	45	68
Діти до 12 років.....	12	18

Додаток Т

Таблиця Т.1 - Характеристика електричного теплового модульованого секційного обладнання

Обладнання	Тип, марка	Паспортна потужність, кВт	Коефіцієнт завантаження	Кількість виділеної вологи, кг/год.
Плита	ПЕСМ-4Ш	18,8	0,65	7,5
Плита	ПЕСМ-2ДО	3,8	0,65	1
Марміт	МЕСМ-60	4	0,5	0,8
Шафа смажна	ШОЕСМ-2	8	0,5	1
Фритюрниця	ФЕСМ-20	4,5	0,65	1,5
Сковорода	СЕСМ-0,2	6	0,5	1,2
Сковорода	СЕСМ-0,5	13	0,5	2,4
Котел	КПЕСМ-60	8,6	0,3	2,1
Теплові стійки	СРТЕСМ	2	0,5	-