

**СИСТЕМА СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ
ДЛЯ ТИПОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ З
ВИКОРИСТАННЯМ ВІДНОВЛЮВАНИХ
ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ**

Виконав: ст.гр ТГ-19м
Пригода Костянтин Сергійович
Наук.керів.: к.т.н., проф. Ратушняк Г. С.

Актуальність роботи

Розвиток сучасної науки робить можливим влаштування високотехнологічних житлових будинків із енергоефективними системами забезпечення мікроклімату. Інженерні мережі є основними споживачами теплової та електричної енергії і від рівня їх енергоефективності буде залежати загальне споживання енергоносіїв будинком. Природна тепла енергія може використовуватися як безпосередньо так і в теплових насосах. Вибір типу теплонасосної установки (ТНУ) для систем теплопостачання залежить від місцевих природно-кліматичних умов, наявності дешевого та доступного низькотемпературного джерела енергії. Тому проведення досліджень використання теплонасосної установки, як джерела теплоти та режимів її роботи в системі теплопостачання житлового будинку є актуальним.

Мета і завдання роботи

Мета роботи: підвищення ефективності використання первинних енергоресурсів шляхом підбору та дослідження системи теплопостачання індивідуального житлового будинку з використанням теплонасосної установки.

Завдання роботи:

- виконати багатоваріантний аналіз джерел теплопостачання житлового будинку;
- оцінити екологічну ефективність різних джерел теплопостачання індивідуального житлового будинку на повному життєвому циклі;
- розробити математичну модель для дослідження режимів роботи теплового насоса (ТН), провести оцінку впливу температур підведення і відведення теплоти та температури навколишнього середовища на показники ефективності роботи ТНУ на холодоагенті R407C;
- визначити споживану потужність будинку, вибрати тепловий насос та підібрати допоміжне обладнання;
- виконати тепловий, конструктивний, гідравлічний розрахунки системи тепло- холодопостачання;
- виконати техніко-економічні розрахунки вибраного варіанта.

Об'єкт дослідження. Система тепло- холодопостачання житлового будинку з використанням відновлювальних джерел енергії.

Предмет дослідження. Теплообмінні та гідродинамічні процеси в елементах теплонасосної установки та системи тепло- холодопостачання, режими роботи теплового насосу “грунт – вода”.

Методи дослідження. Емпіричний, теоретичний, функціональний.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблені практичні рекомендації по підвищенню ефективності застосування теплонасосних установок в комплексі із системами опалення. Результати роботи є основою для встановлення ТНУ в системі тепlopостачання індивідуального житлового будинку.

Наукова цінність. Виконано математичне моделювання та проведена оцінка впливу зовнішніх умов на ефективність роботи ТНУ для тепlopостачання індивідуального житлового будинку з метою встановлення доцільних режимів роботи теплового насоса.

Апробація та публікації. Основні положення і результати досліджень доповідалися й обговорювалися на всеукраїнській науково – практичній інтернет – конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи».

Одним з ефективних енергозберігаючих способів, що дають можливість економити органічне паливо, знижувати забруднення навколишнього середовища, задовольняти потреби споживачів в технологічній теплоті, є застосування теплонасосних технологій виробництва теплоти [1].

Основна відмінність теплового насоса від інших генераторів теплової енергії, наприклад, електричних, газових і дизельних генераторів теплоти полягає в тому, що при виробництві теплоти до 80% енергії відбирається з навколишнього середовища. Тепловий насос “викачує” сонячну енергію, накопичену за теплу пору року, з ґрунту, скельної породи або озера.

На сьогоднішній день вартість виробництва теплової енергії значно залежить від виду “палива”: найдешевшим є природний газ, потім тверде паливо, електроенергія і дизпаливо. Теплові насоси виробляють найдешевшу теплову енергію: на 20-150% дешевше за газ (залежно від річного споживання), на 50-70% дешевше за вугілля і паливні брикети, в 4 рази дешевшу за електрику [2]. Теплові насоси (ТН) дозволяють використовувати поновлювану низькотемпературну енергію навколишнього середовища на потреби високотемпературного об'єкту (системи теплопостачання, опалення і гарячого водопостачання).

Тепловий насос пов'язаний з джерелом низькопотенційної теплоти (ДНТ) через випарник і споживачем високотемпературної теплоти (СВТ) – через конденсатор. Між випарником і конденсатором циркулює холодоагент. При здійсненні зворотного термодинамічного циклу холодоагент переносить теплоту від ДНТ до СВТ. При цьому необхідно витратити електроенергію на привід компресора. Тут криється головна перевага теплового насоса – на 1 кВт витраченої електричної енергії можна одержати більше 2,5 кВт теплової енергії (що передається СВТ) [3].

В даний час є величезна різноманітність теплових насосів, що дозволяє їх широко застосовувати в промисловості, сільському господарстві, в ЖКГ. Виготовляються теплові насоси різної теплової потужності, від декількох кіловат до сотень мегават. Вони можуть працювати з джерелами низькопотенційної теплоти і споживачами високопотенційної теплоти в різних агрегатних станах, у зв'язку з цим їх можна розділити на наступні типи: вода-вода, вода-повітря, повітря-вода, повітря-повітря. Теплові насоси, що випускаються, призначені для роботи з джерелами низькопотенційної теплоти самих різних температур, аж до від'ємної, і можуть використовуватися для споживачів високопотенційної теплоти, що вимагають різну температуру, навіть вище 100 °С. Залежно від цього теплові насоси можна розділити на низькотемпературні, середньотемпературні і високотемпературні. Існує велика різноманітність теплових насосів по технічному пристрою, в якому можна виділити два види: парокомпресійні і абсорбційні.

Енергетична значимість застосування теплонасосних установок підтверджується досвідом експлуатації й кількістю працюючих ТНУ у світі, а їхня актуальність – темпами впровадження, особливо за останні роки, коли ціни на енергоносії безупинно ростуть. Теплові насоси в промислово розвинутих країнах широко використовують для теплохолодопостачання в технологічних процесах, для опалення і гарячого водопостачання. Нині у світі успішно працюють десятки мільйонів ТНУ різного функціонального призначення [5].

Світовий досвід показує, що теплонасосні системи теплопостачання дають змогу:

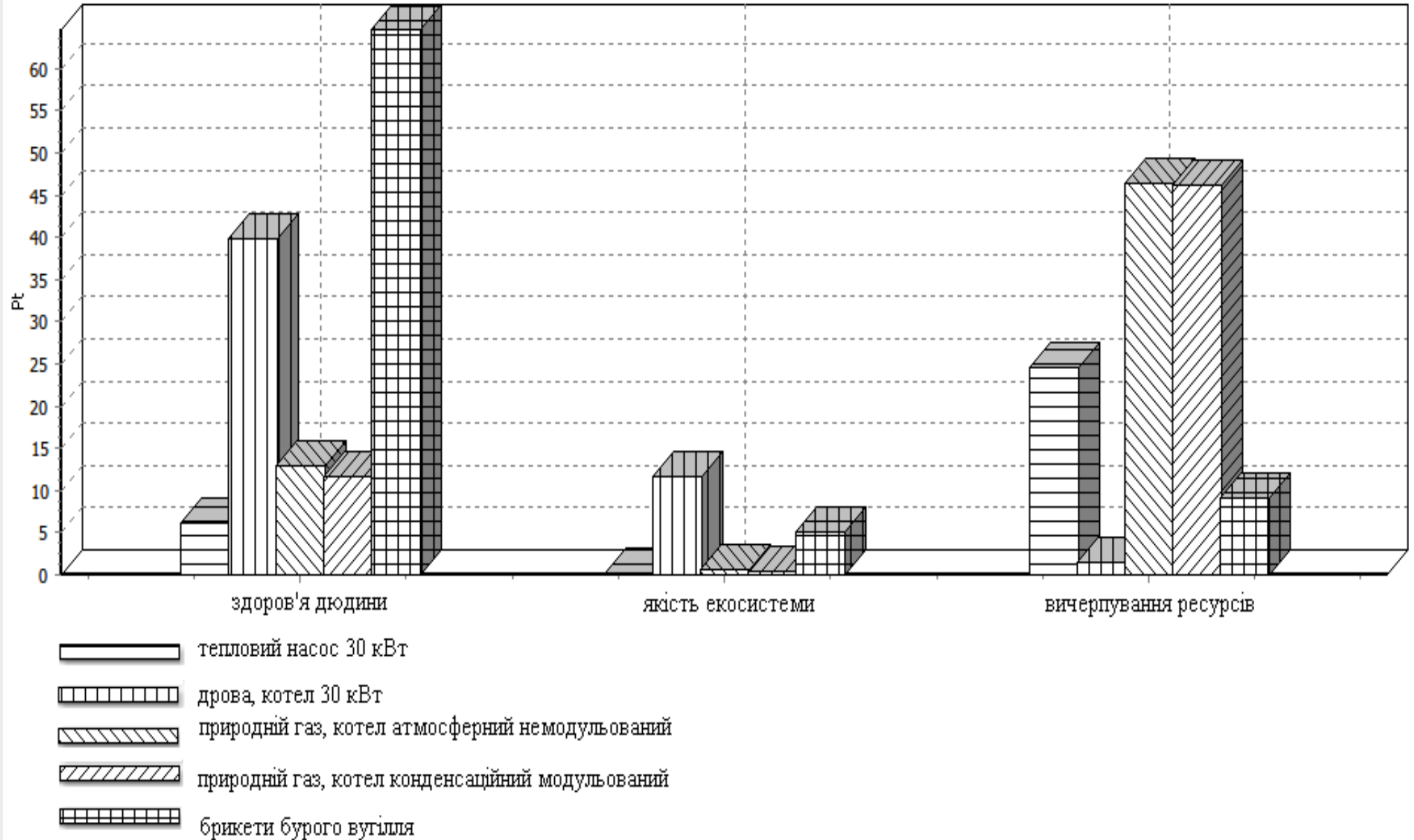
- в 1,5–2 рази знизити необхідну встановлену електричну потужність теплогенеруючого устаткування;
- в 2,5–3 рази знизити плату за електрику порівняно з електричними теплогенераторами;
- в 1,5–2,5 рази знизити експлуатаційні витрати порівняно з газовими котлами або котлами на рідкому паливі.

До 2021 р. за прогнозами Міжнародного комітету з енергетики (IAE) до 75% опалювальних установок у розвинених країнах працюватимуть на базі енергоощадних теплонасосних технологій [6].

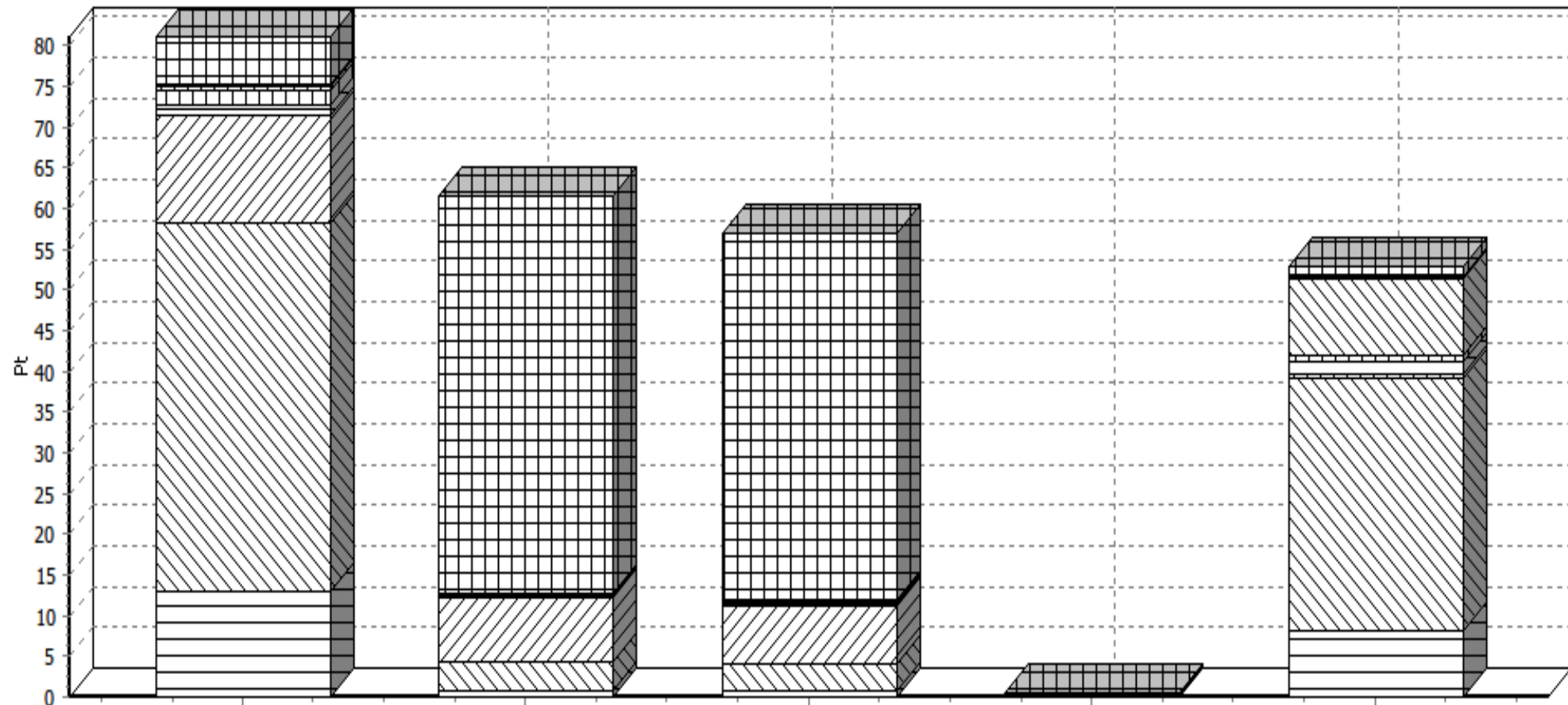
Сьогодні в світі успішно експлуатується більше 130 млн. теплонасосних установок різного функціонального призначення. Загальний обсяг продажу що випускаються за кордоном ТН складає 125 млрд. доларів США, що перевищує світовий обсяг продажу в 3 рази.

На сьогоднішній день теплові насоси є найбільш перспективними серед джерел “нетрадиційної енергетики” для вирішення проблем енергозбереження, завдяки можливості “черпати” поновлювану енергію із навколишнього середовища.

Оцінка впливу на екосистему та людину



Сумарна оцінка впливу джерел теплопостачання на навколишнє середовище



брикети бурого вугілля природний газ, котел атмосферний не модульований природний газ, котел конденсаційний тепловий насос 30 кВт дрова, котел 30 кВт

- | | | | | |
|-----------------------|------------------------|--------------------------|-------------------|----------|
| канцерогенні речовини | респираторні органічні | респираторні неорганічні | зміна клімату | радіація |
| озоновий шар | екотоксичність | окислення | землекористування | мінерали |
| викопні палива | | | | |

Method: Eco-indicator 99 (H) V2.08 / Europe EI 99 H/A / Single score

Режими роботи теплового насоса можна класифікувати таким чином:

– моновалентний режим: тепловий насос є єдиним генератором теплоти для опалювання і гарячого водопостачання.

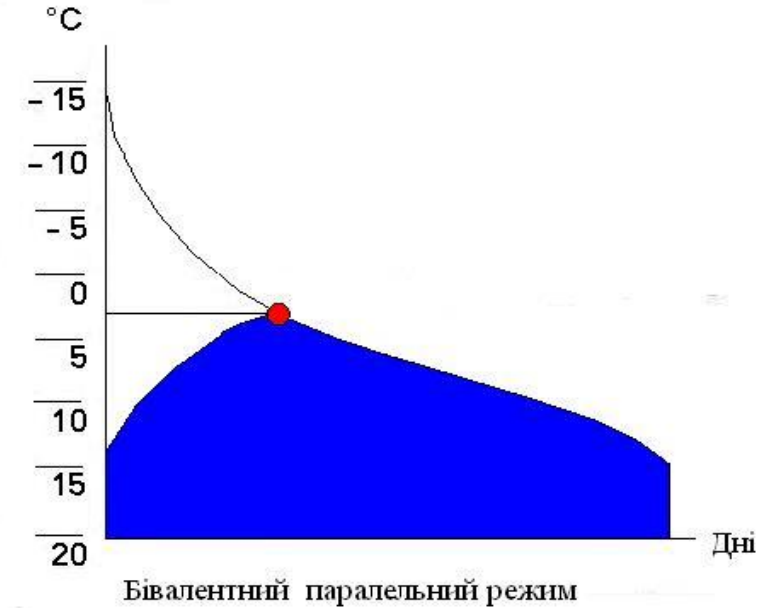
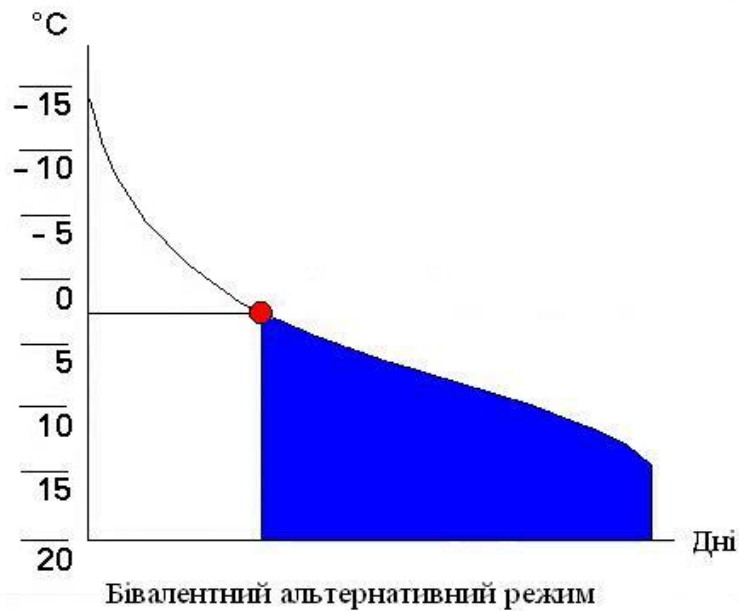
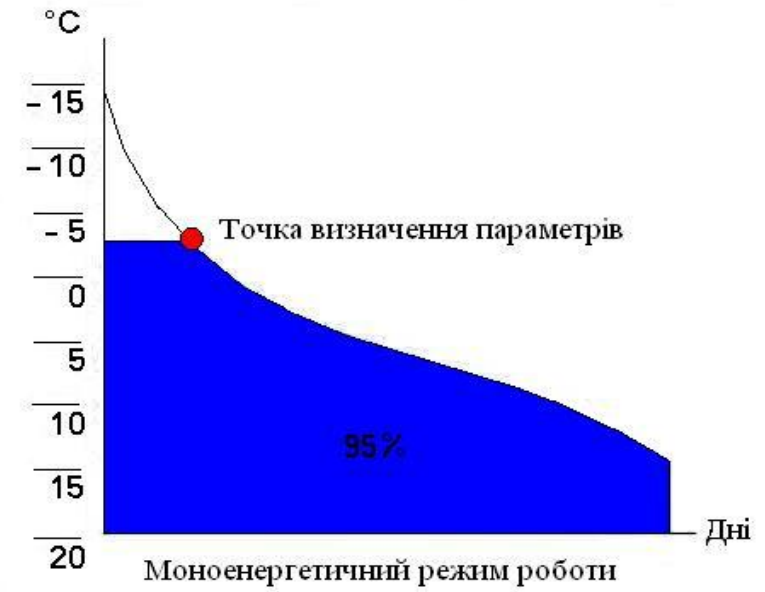
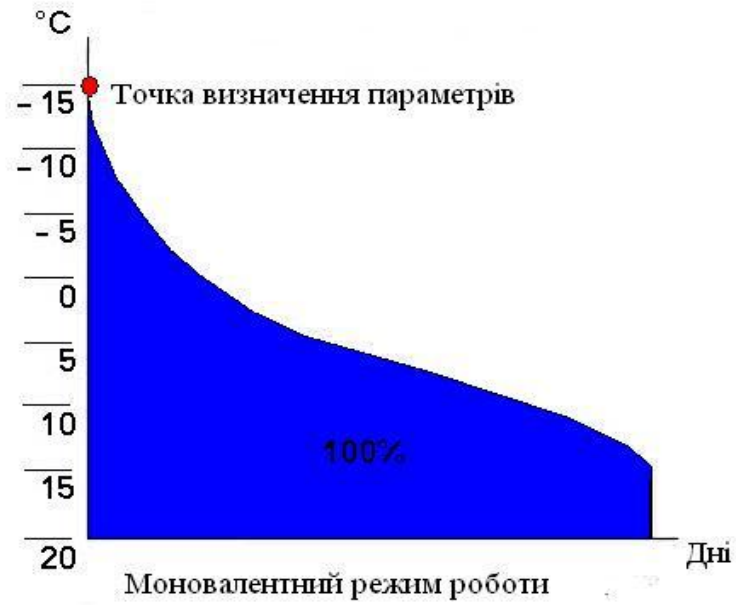
Джерело теплоти повинне бути розраховано на цілорічну експлуатацію устаткування;

– моноенергетичний режим: теплопостачання забезпечується двома генераторами теплоти, що забезпечується одним і тим же енергоносієм. ТН використовується в комбінації з пристроєм додаткового електрообігріву для покриття пікового навантаження. При цьому пристрій додаткового електрообігріву встановлюється в подаючій лінії установки утилізації теплоти. Частка потреби в теплоті, що покривається пристроєм додаткового електрообігріву, не повинна перевищувати 15 %;

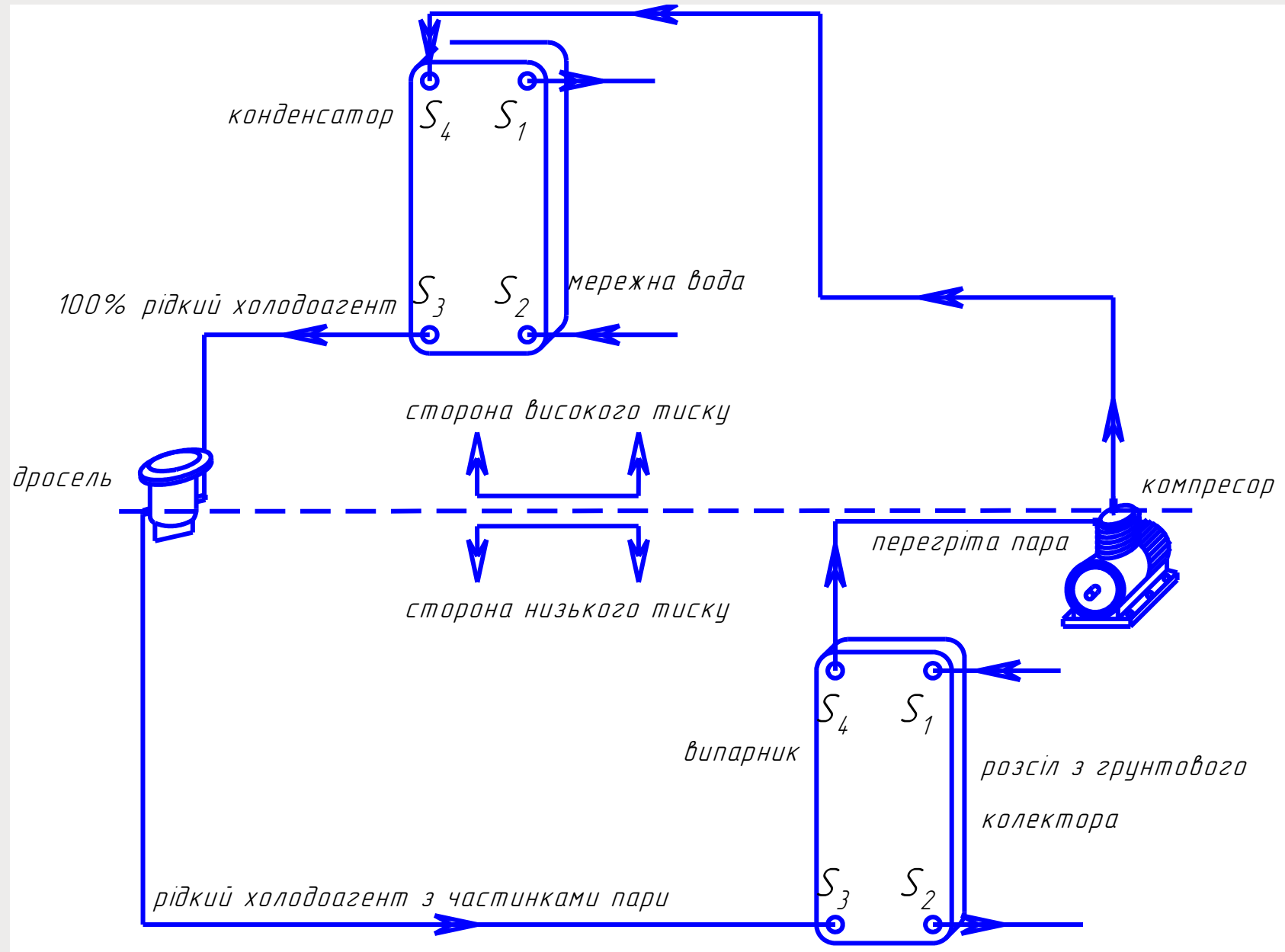
– бівалентний альтернативний режим: разом з тепловим насосом для покриття потреби в теплі встановлений другий генератор теплоти, що використовує енергоносіє, відмінний від використовуваного тепловим насосом. При цьому тепловий насос працює тільки до так званої "бівалентної точки", а при нижчих температурах передає теплопостачання другому генератору теплоти. Даний режим роботи часто застосовується для установок утилізації теплоти з високими температурами подаючої лінії. При цьому ТН може покривати 60 - 70 % річної роботи;

– бівалентний паралельний режим: разом з тепловим насосом для покриття потреби в теплі встановлений другий генератор теплоти. Що використовує енергоносіє, відмінний від того, що використовує тепловий насос. Починаючи з визначеного значення зовнішньої температури для покриття потреби в теплі додатково включається другий генератор теплоти. Цей режим вимагає можливості роботи теплового насоса аж до найнижчих зовнішніх температур [36].

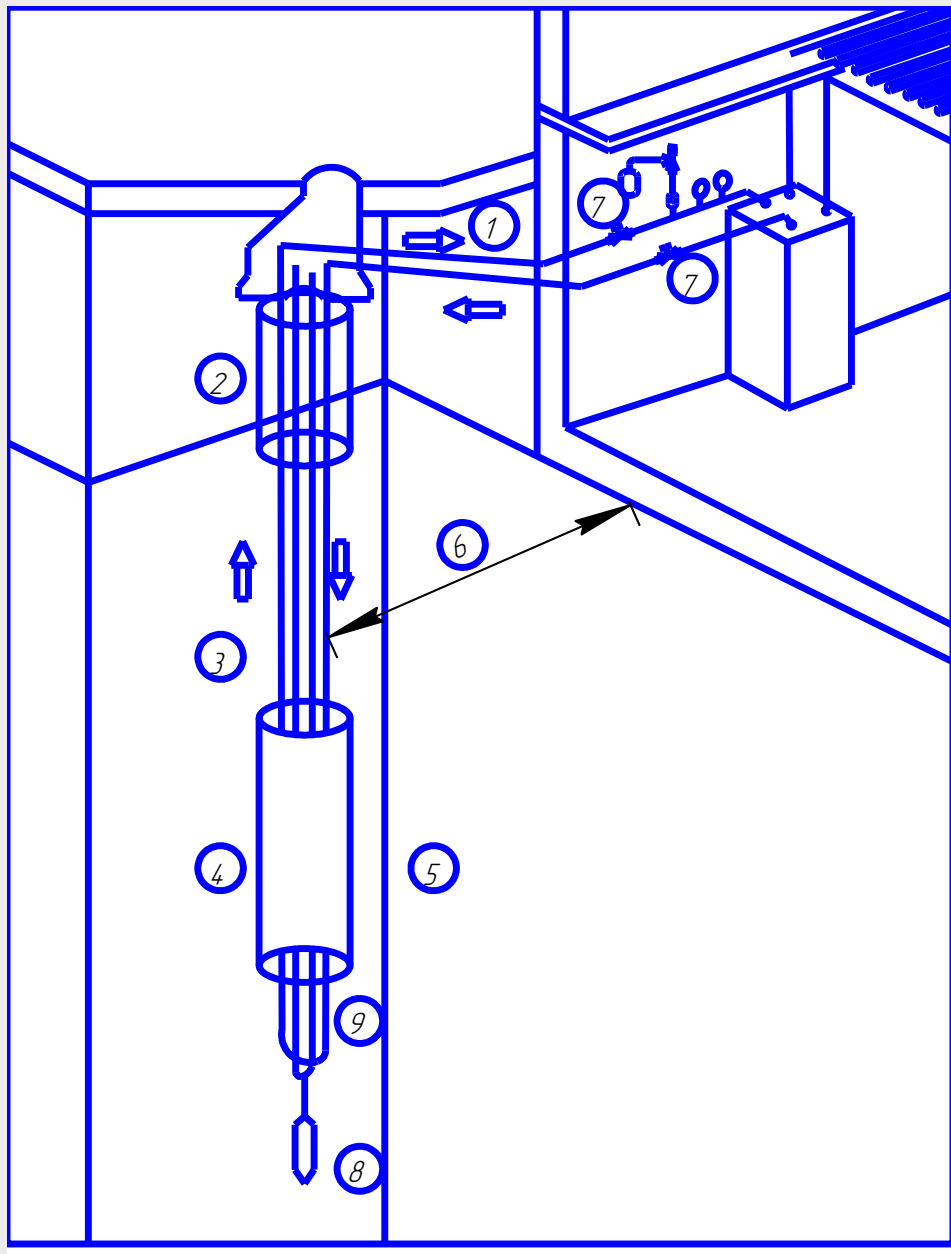
Режими роботи теплового насоса



Принципова схема теплового насоса



Конструкція земляного зонда



Етапи монтажу ґрунтового зонду:

1) ділянка “перебігу вперед”/зворотній трубопровід з перепадом від теплового насоса до земляного зонда в подушці з піску приблизно на глибині 1 м для видалення повітря з колектора в теплому насосі;

2) обсадна труба при незв'язному матеріалі, завдовжки близько 6 - 20 м, діаметром приблизно 17 см;

3) двотаврово-трубчастий зонд (2 контури на бурильну свердловину), діаметром 4 см, НД 16 бар глибина буріння залежно від властивостей ґрунту згідно призначеним розмірам;

4) заповнення полого простору кварцевим піском або бетонітом;

5) діаметр бурильної свердловини приблизно 115 - 220 мм;

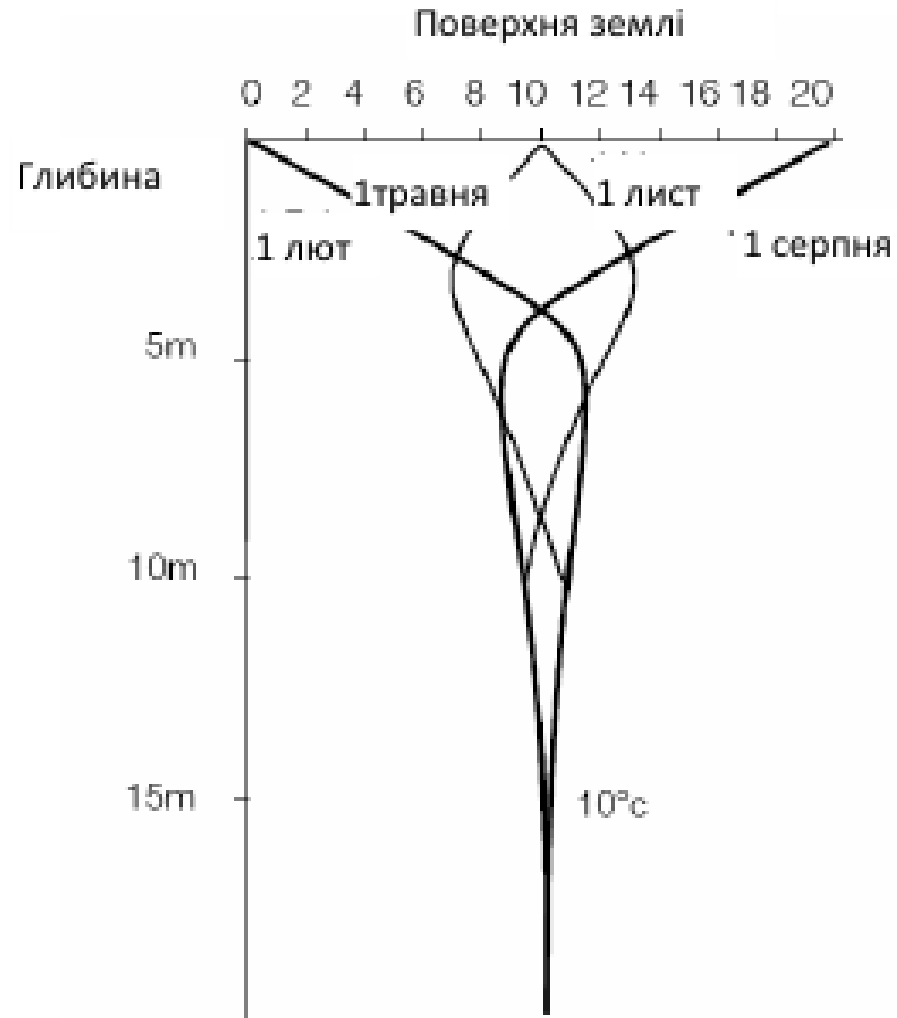
6) мінімальна відстань до фундаменту будівлі повинна складати 2 м; 7) вентилі;

8) додатковий залізний вантаж для установки колектора, завдовжки близько 90 см, діаметром близько 8 см;

9) головка, що відхиляє, на заводі приварюється до труб колектора, довжина близько 150 см, діаметр близько 10 см.

Зонди виготовляється з поліетилену. Поліетилен в землі не псується, поліетиленові зонди служать не менше 50 років.

Графік зміни температури в шарах ґрунту в залежності від сезонного значення температури на поверхні землі.



Оцінимо втрати будівлі за допомогою програми Herz OZC, що призначена для розрахунку тепловтрат окремих приміщень в будинку, а також будинку в цілому.

Итоги - Ведомость ограждений							
Символ	Описание ограждения	k	F	Qогр	Qрс	Q1	Вид ограждения
		Вт/м2К	м2	Вт	ГДж/год	ГДж/год	
ДВЕРИ	двери	3.500	18.2	2391			Двери наружные
КР	крыша	0.202	116.9	981			Крыша
ОКНО	окно	2.500	36.8	3731			Окно наружное (фонарь)
ПОЛ1	пол1	1.625	43.8	2693			Пол на грунте I зона
ПОЛ2	пол2	1.398	125.8	354			Пол на грунте II зона
СН	стена наружная	0.336	368.3	5018			Стена наружная
СНП	стена наружная подвал	2.467	52.6	4027			Стена наружная

$\Sigma=19195$ Вт

Таблиця 2.1 - Гідравлічний розрахунок

№ ділки	Теплове навантаження Q, Вт	Витрата теплоносія G, кг/год	Довжина ділянки L, м	Дані попереднього розрахунку						Дані завершеного розрахунку					
				d, мм	V, м/с	R, Па/м	R·l, Па	Σζ	Z, Па	d, мм	V, м/с	R, Па/м	R·l, Па	Σζ	Z, Па
1-2	4167	358,3	17,6	20	0,271	70	1232	25	902	20	0,271	70	1232	25	902
2-3	1161	93,4	10,7	15	0,135	28	299,6	30	268	15	0,135	28	299,6	30	268
3-4	1776	164	9,27	15	0,239	80	741,6	25	702	15	0,239	80	741,6	25	702
4-5	2082	116,5	15,37	20	0,164	40	614,8	25	330	20	0,164	40	614,8	25	330
5-6	1560	89	15	20	0,124	24	360	17	128	15	0,135	28	420,0	17	152
6-7	1224	52	8,39	20	0,084	8	67	21	72	15	0,093	12	180,0	21	89
7-8	1979	214	7,93	20	0,103	9	71,37	17	88	15	0,338	140	1110,2	17	954
8-9	2739	265	18,79	25	0,098	14	263	17	160	20	0,206	40	751	17	354
9-10	1270	54	8,39	15	0,082	8	67	21	69	15	0,082	8	67	21	69
ΣI=111,44		ΣRI=3716,37		ΣZ=2719						ΣI=111,44		ΣRI=5416,2		ΣZ=3820	

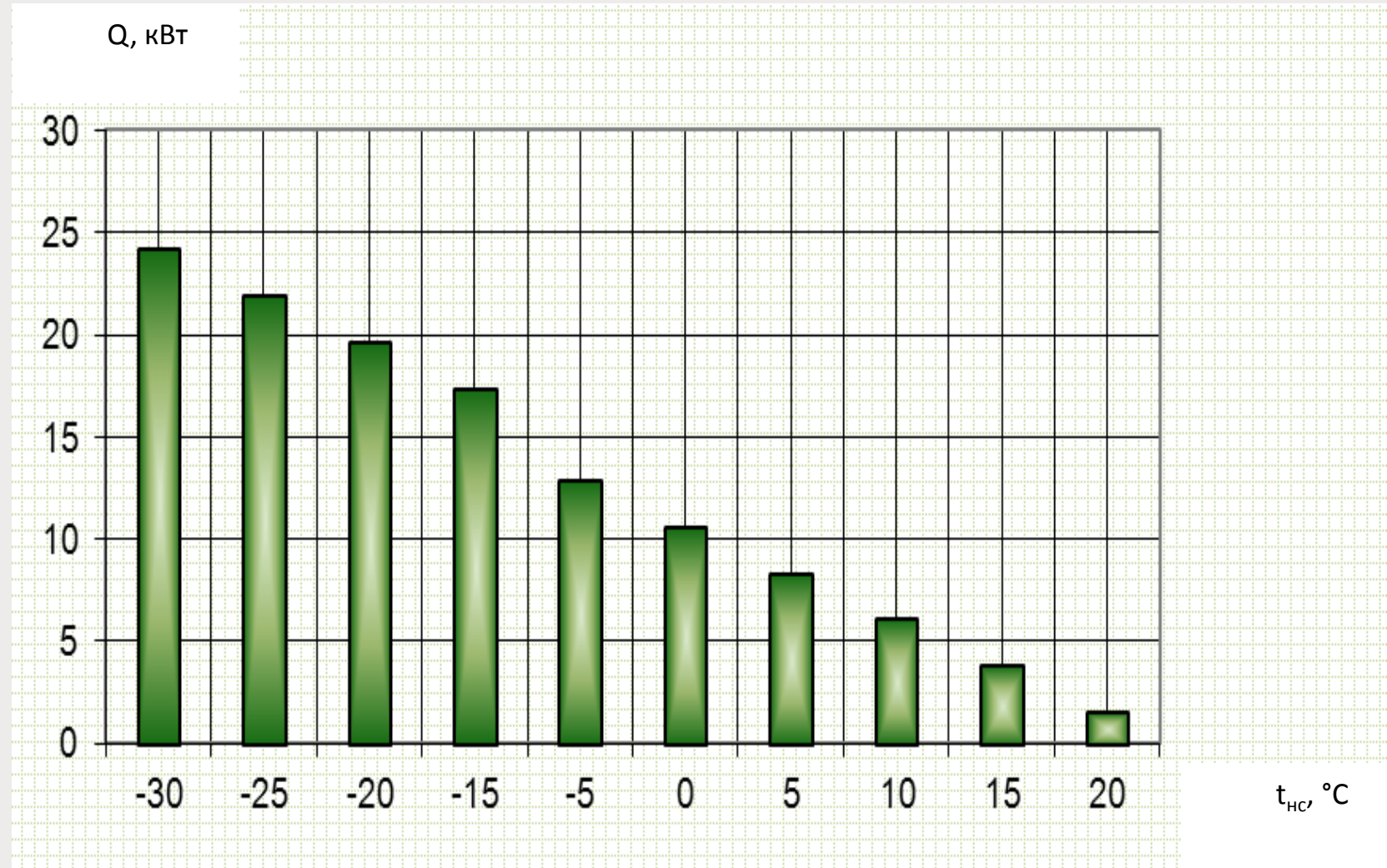
$$P_p = 85 \times 111,44 = 9472,4 \text{ Па}$$

$$\Sigma(R \cdot l + Z) = 5416,2 + 3820 = 9236,2 \text{ Па}$$

$$\Delta = \frac{9472,4 - 9236,2}{9472,4} \cdot 100\% = 2,49\% \approx 2,5\%$$

Використовуючи пакет прикладних програм Herz здійснено підбір опалювальних приладів та розрахунок трубопроводів системи опалення.

Залежність потужності системи теплопостачання від температури навколишнього середовища.

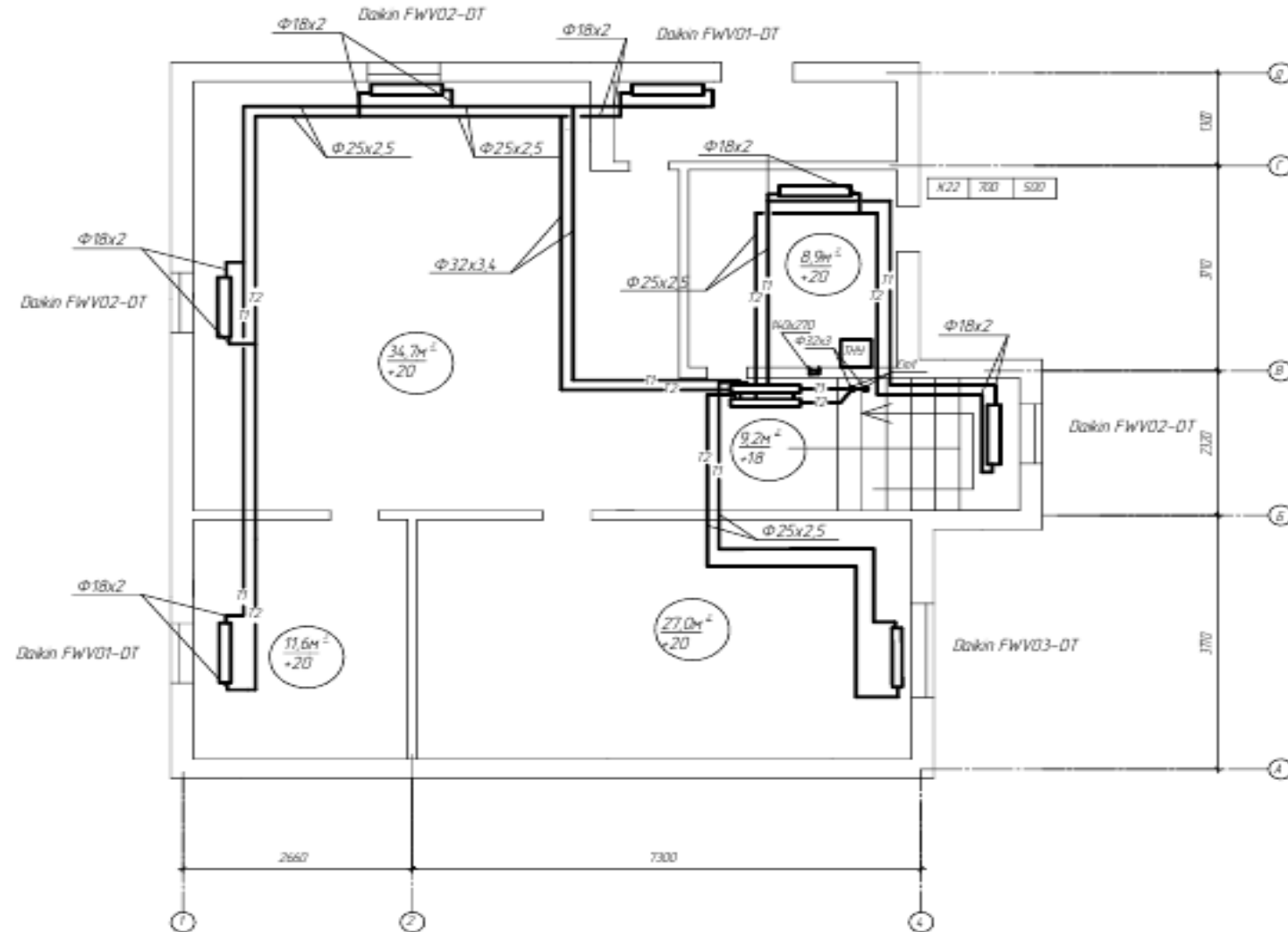


5.9 Техніко-економічні показники

Таблиця 5.4 - Орієнтовні величини ТЕП

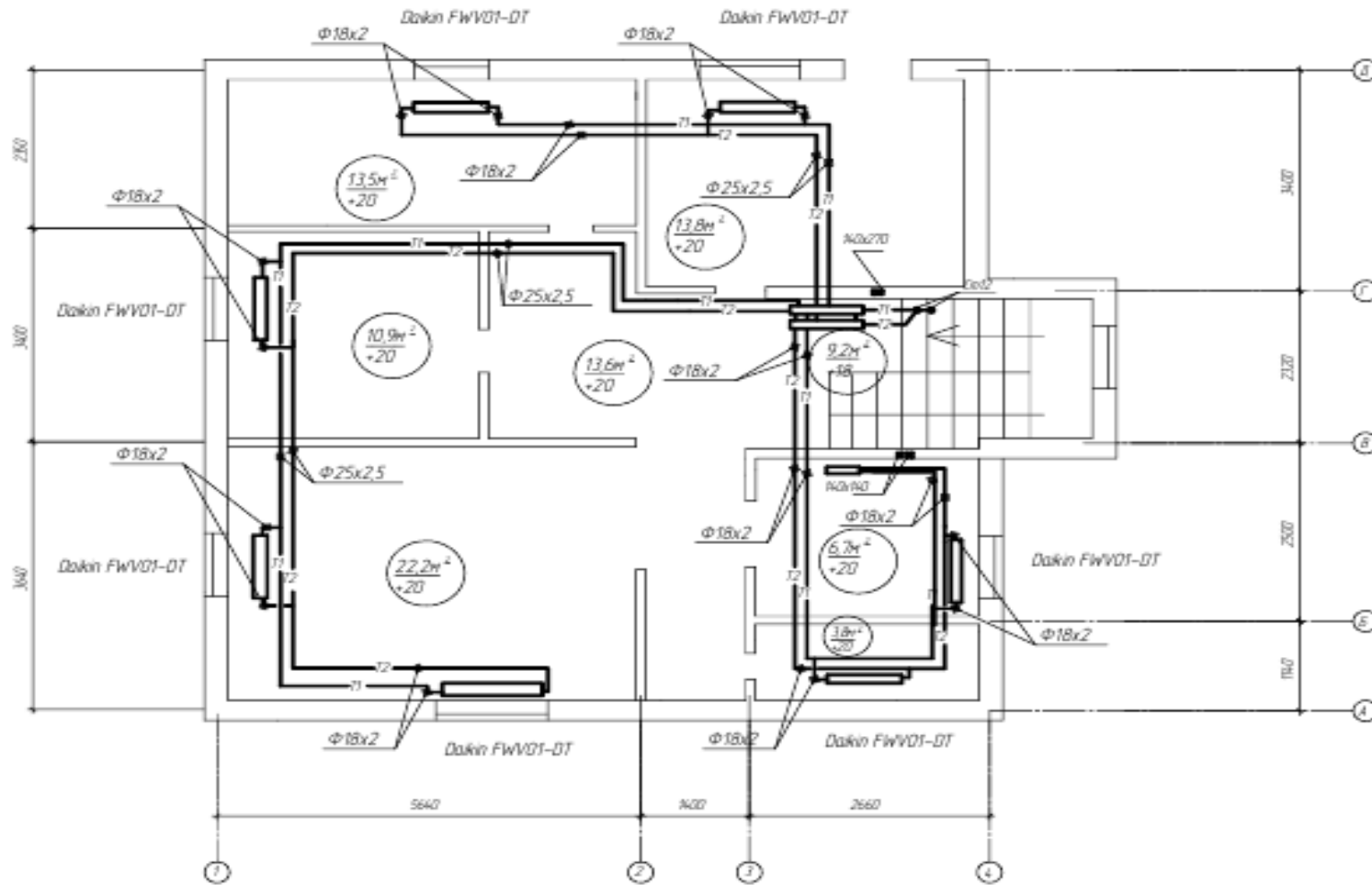
Показник	Од. виміру	Значення
Загальна продуктивність системи тепло-холодопостачання	кВт	28
Витрата води в системі тепло-холодопостачання	л	120
Загальна продуктивність системи ГВП	кВт	3
Годинна витрата води в системі ГВП	м ³ /год	0,9
Витрати електроенергії системами в рік	кВт·год в рік	10000
Термін влаштування систем тепло-холодопостачання	тижнів	4,5

Розташуванням елементів системи мікроклімату на 1-му поверсі



		08-12.MKP.07.000.000.008	
		Система опалення віконних блоків для приміщення в будівлі в м. Львів	
		вироблена за проектом № 08-12.MKP.07.000.000.008	
№	Позначення	Масштаб	Дата
1	Лист	1:100	2017
2	Висновок		
3	Зміни		
4	Відомості про виконавця	Проектно-конструкторське бюро «Піраміда»	
5	Відомості про замовника	ТОВ «ТТ-18»	

Розташуванням елементів системи мікроклімату на 3-му поверс



08-12.MKP.07.000.000.00	
№	01
№	02
№	03
№	04
№	05
№	06
№	07
№	08
№	09
№	10
№	11
№	12
№	13
№	14
№	15
№	16
№	17
№	18
№	19
№	20
№	21
№	22
№	23
№	24
№	25
№	26
№	27
№	28
№	29
№	30
№	31
№	32
№	33
№	34
№	35
№	36
№	37
№	38
№	39
№	40
№	41
№	42
№	43
№	44
№	45
№	46
№	47
№	48
№	49
№	50
№	51
№	52
№	53
№	54
№	55
№	56
№	57
№	58
№	59
№	60
№	61
№	62
№	63
№	64
№	65
№	66
№	67
№	68
№	69
№	70
№	71
№	72
№	73
№	74
№	75
№	76
№	77
№	78
№	79
№	80
№	81
№	82
№	83
№	84
№	85
№	86
№	87
№	88
№	89
№	90
№	91
№	92
№	93
№	94
№	95
№	96
№	97
№	98
№	99
№	100

АксонOMETрична схема трубопроводів тепло- холодопостачання будинку

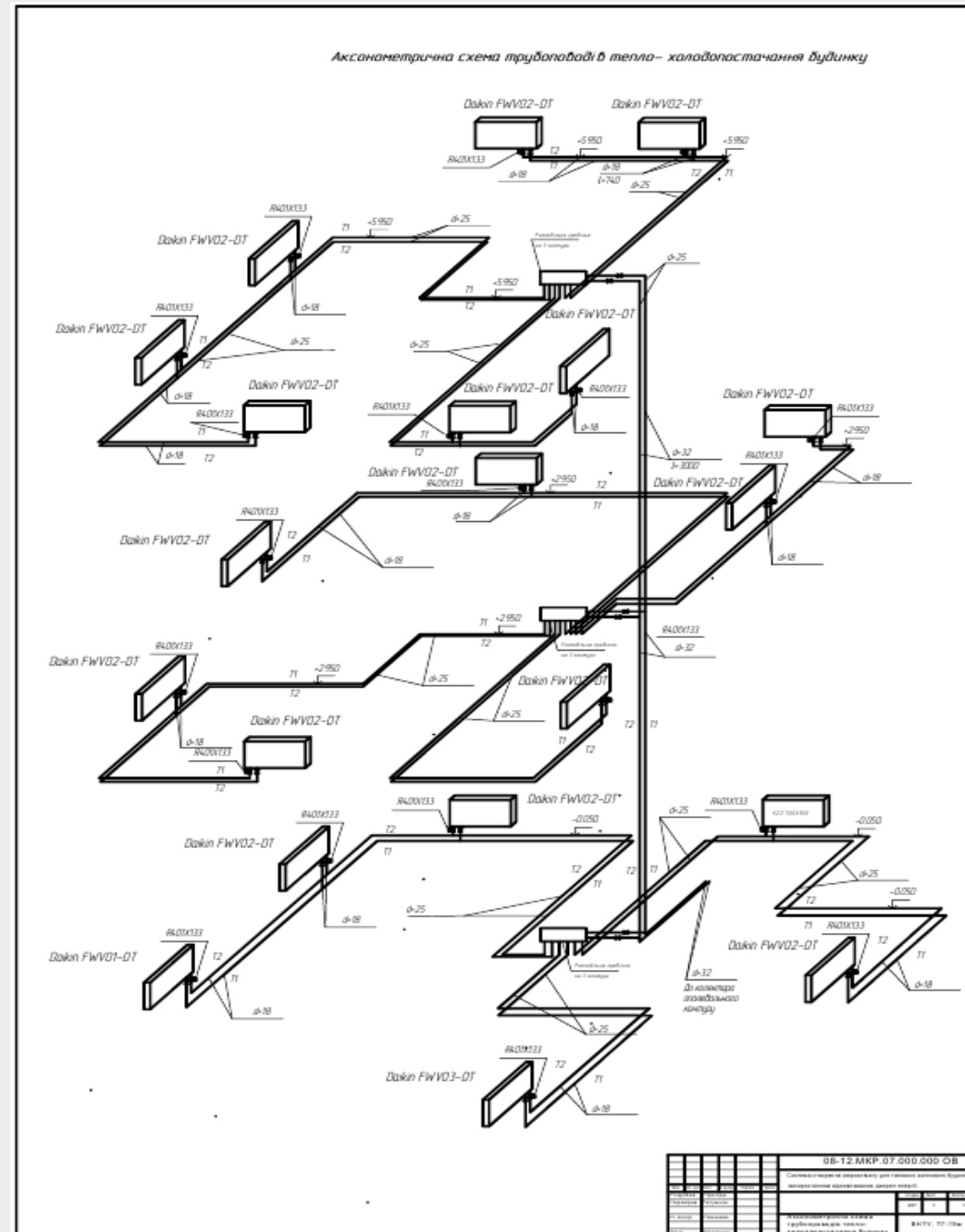
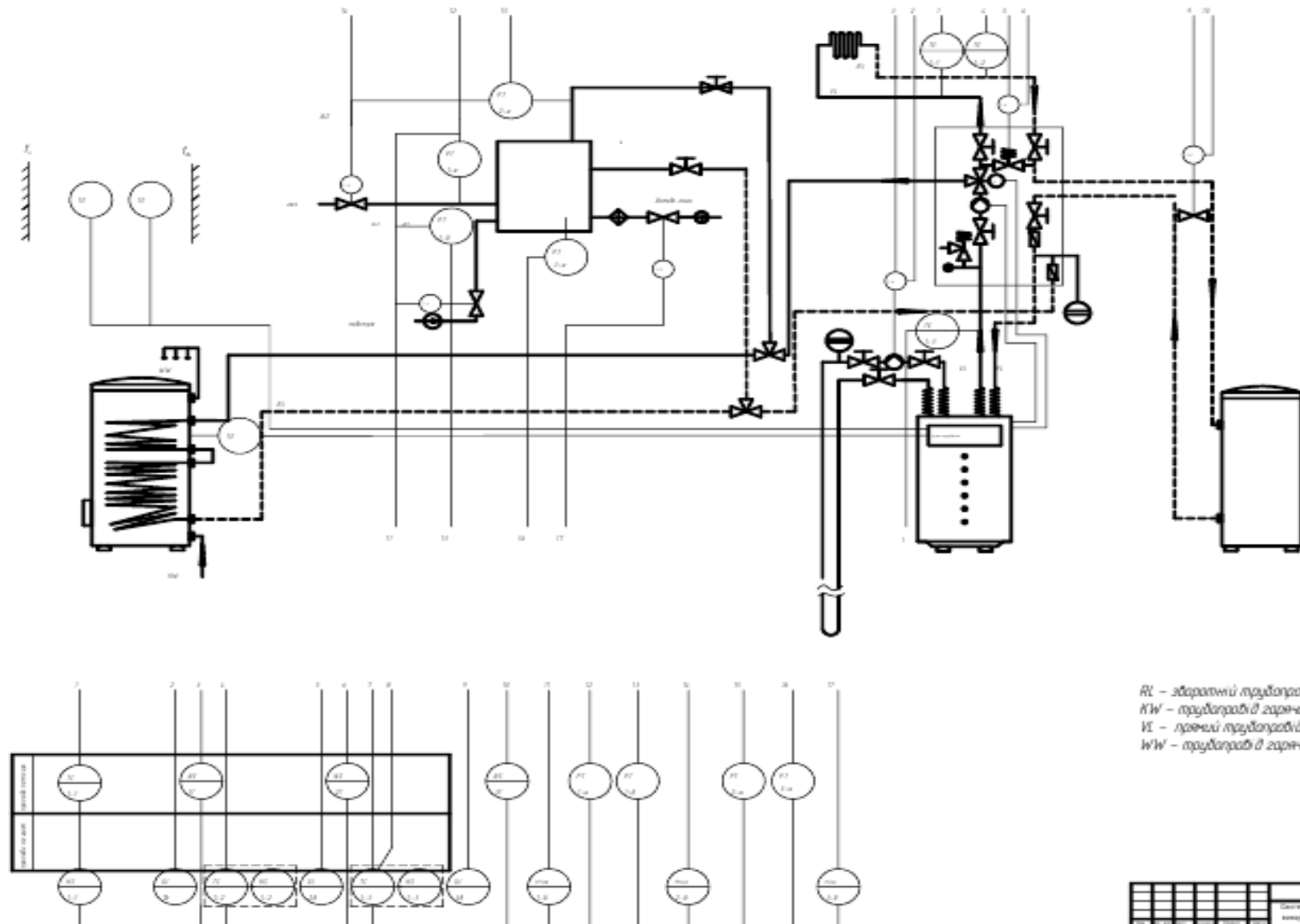


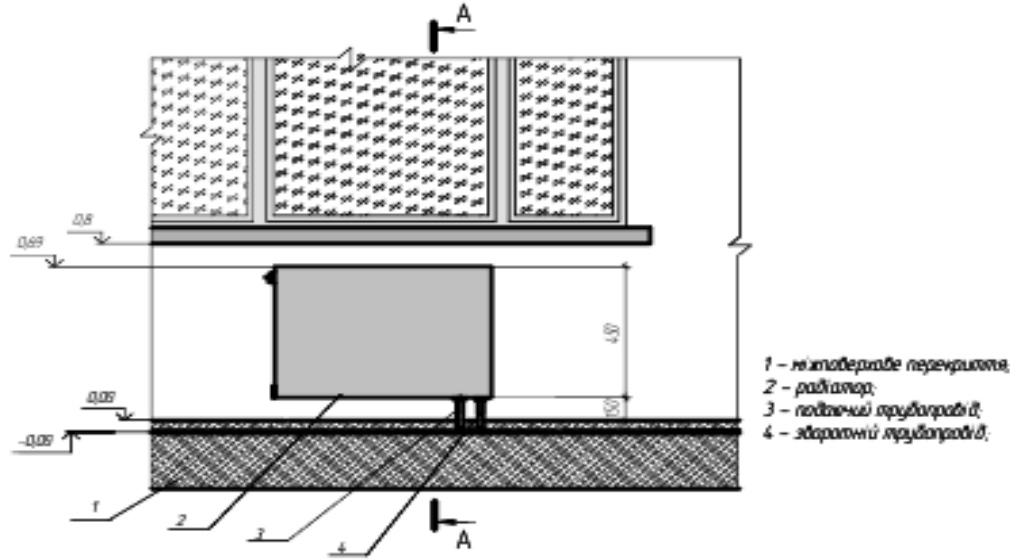
Схема автоматики ТНУ



		08-12.МКР.07.000.000.018	
		Схема автоматизації ТНУ	
		ВНТУ, ТТ-184	

Монтажні вузли системи мікроклімату

Вузол підключення фанкойла (1:25)

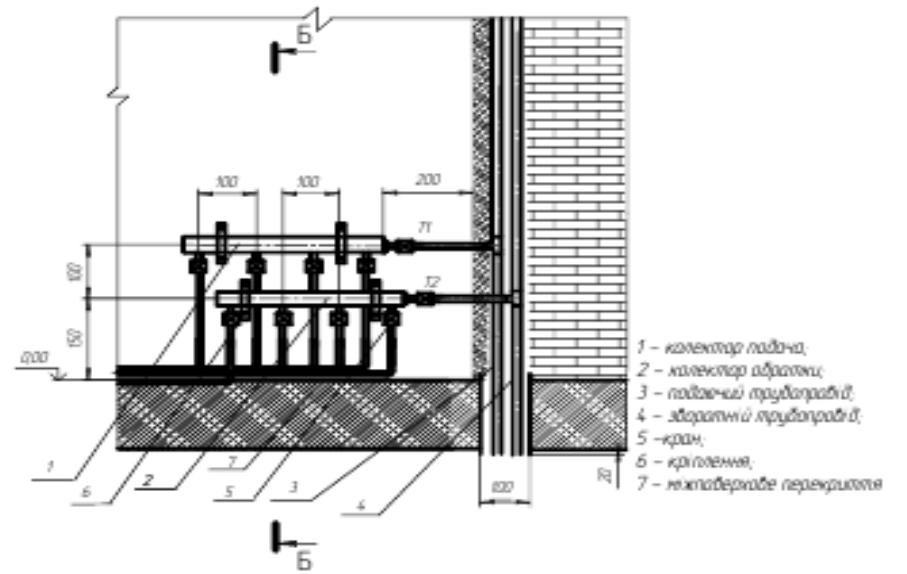


- 1 – міжповерхове перекриття
- 2 – радіатор
- 3 – подавчий трубопровід
- 4 – зворотний трубопровід

A-A (1:5)

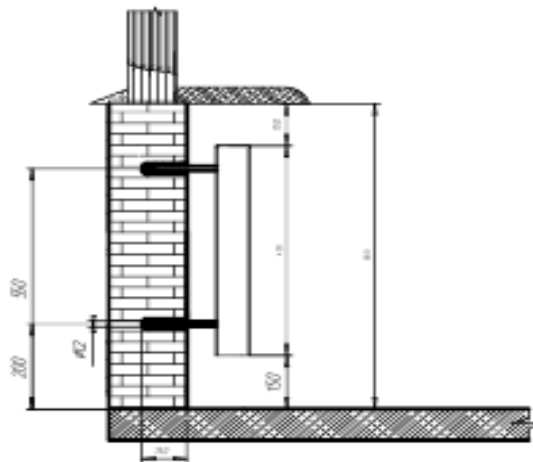
Б-Б (1:5)

Коллекторний вузол (1:5)

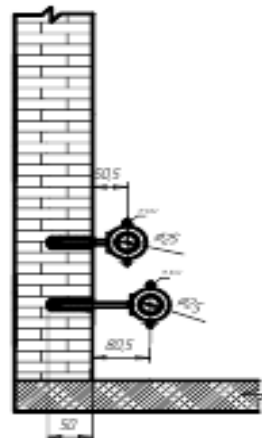


- 1 – колектор подачі
- 2 – колектор зворотний
- 3 – подавчий трубопровід
- 4 – зворотний трубопровід
- 5 – клям
- 6 – кріплення
- 7 – міжповерхове перекриття

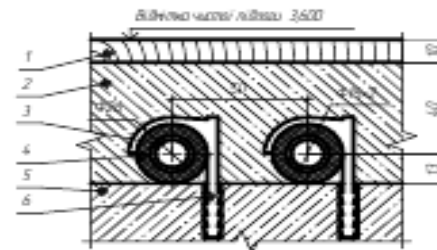
Кріплення фанкойла до стіни



Кріплення до стіни колекторного вузла



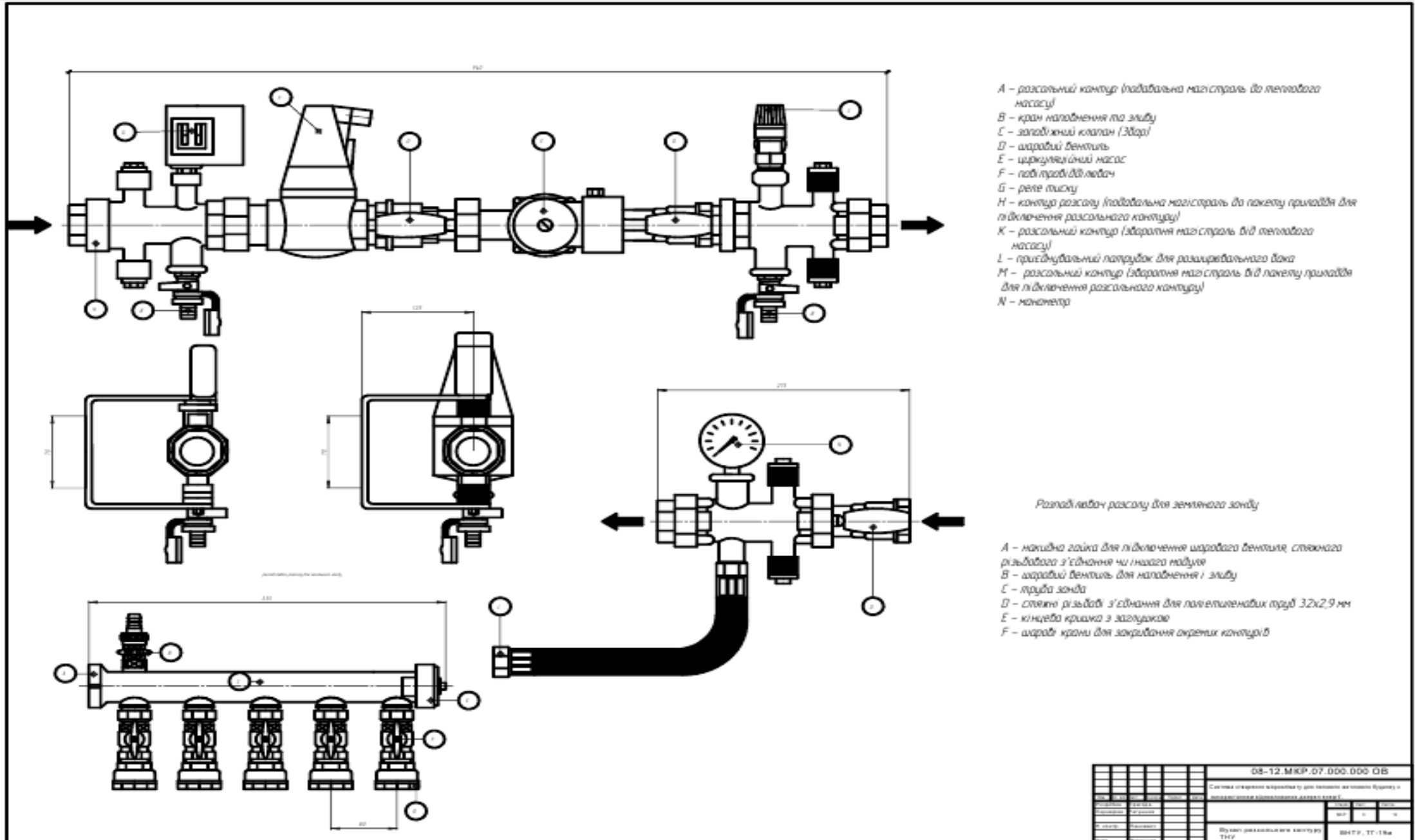
Д – ПРокладання трубопроводів у підлозі (М 1:1)



№ п/п	Назва
1	Підлога адвеза
2	Циментно-песочна стяжка
3	Білошариб металопластикова труба KISAN #16x20
4	Ізоляція KISAN для труб #16x20
5	Міжповерхове перекриття
6	Кріпильні трубопроводи

		08-12 МКР-07.000.000-08	
		Система опалення мікроклімату для приміщень в будинку з використанням кімнатних термостатів	
№ п/п	Назва	Кількість	Примітки
1			
2			
3			
4			
5			
6			
Місцеві і загальні примітки до проекту		ВНТР. ТТ-18а	

Вузол розсольного контуру ТНУ



		08-12.МКР.07.000.000.008	
		Система опалення квартири та для потреб житлового будинку з інтегрованою вентиляцією (СІВ) (СІВ) (СІВ)	
№	Назва	Код	К-ть
1	Вузол розсолю контуру ТНУ		1
		08-12.ТТ-184	

ВИСНОВОК

В роботі було вирішено наступні завдання:

- виконано багатоваріантний аналіз джерел теплопостачання житлового будинку;
- оцінено екологічну ефективність різних джерел теплопостачання індивідуального житлового будинку на повному життєвому циклі;
- розроблено математичну модель для дослідження режимів роботи теплового насоса (ТН), проведено оцінку впливу температур підведення і відведення теплоти та температури навколишнього середовища на показники ефективності роботи ТНУ на холодоагенті R407C;
- розроблено конструкцію U-подібного земляного зонду. Підібрано основне обладнання – тепловий насос типу geoTHERM марки VWS 302/2 $Q_{ТН} = 30$ кВт та допоміжне обладнання – розширювальний бак Reflex De60 $V = 60$ (л);
- розроблено конструкцію земляного зонда, виконані його тепловий та гідравлічний розрахунки; розраховано що для даної ТНУ потрібно 5 свердловин по 90 м, також вибрано та розраховано вертикальний зонд, так як біля будинку не вистачає місця під горизонтальний колектор;
- розраховано та підібрано ґрунтовий зонд для передачі теплової енергії від землі до холодоагенту;
- проведено багатоваріантний аналіз джерел теплопостачання житлового будинку та визначено їх термін окупності;
- визначено основні техніко-економічні показники. На основі локального кошторису визначено вартість монтажу системи тепло-холодопостачання, яка склала – 528,348 тис. грн.