

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: Інженерних систем та екології

Випускова кафедра: Теплотехніки

Освітній ступінь: Магістра

Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Освітня програма: «Теплогазопостачання та вентиляція»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Декан факультету

Приймак О.В.

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я**

**ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА  
ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

Христинченко Оксана Миколаївна

1. Тема роботи: «Поквартирна система опалення газовими котлами житлової будівлі в Київській області»  
затверджена наказом ректора КНУБА № 2494/2 від 28.11.2024 року
2. Керівник роботи Пасічник П.О. к.т.н., доцент
3. Строк подання здобувачем роботи до захисту: 02.12.24
4. Зміст пояснювальної записки за розділами:
  - Р. 1. Вихідні дані;
  - Р. 2. Газопостачання зовнішнє;
  - Р. 3. Газопостачання житлового будинку;
  - Р. 4. Тепловий режим будівлі;
  - Р. 5. Опалення;
  - Р. 6. Експлуатація систем опалення;
  - Р. 7. Автоматика;
  - Р. 8. Організація будівельно-монтажних робіт;
  - Р. 9. Економічна частина;
  - Р. 10. Охорона праці;
5. Графічний матеріал за розділами
  - Р. 1. Ситуаційний план;

- Р. 2. Профіль газопроводу середнього тиску;
  - Р. 3. Пункт газорегулюючий шафового типу;
  - Р. 4. Газопостачання житлового будинку;
  - Р. 5. По-квартирне газопостачання;
  - Р. 6. Схема газопроводів;
  - Р. 7. Система опалення;
  - Р. 8. Система опалення;
  - Р. 9. Схема автоматики котла принципова;
  - Р. 10. Організація будівельно-монтажних робіт;
- Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Вихідні дані	07.08.24
Розділ 2. Газопостачання зовнішнє	15.08.24
Розділ 3. Газопостачання житлового будинку	25.08.24
Розділ 4. Тепловий режим будівлі	18.09.24
Розділ 5. Опалення	28.09.24
Розділ 6. Експлуатація систем опалення	19.10.24
Розділ 7. Автоматика	30.10.24
Розділ 8. Організація будівельно-монтажних робіт	15.11.24
Розділ 9. Економічна частина	19.11.24
Розділ 10. Охорона праці	23.11.24
Остаточне оформлення роботи	28.11.24
Направлення роботи для перевірки на плагіат	02.12.24
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	02.12.24
Направлення роботи на рецензування	02.12.24

Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірів	
		дата	підпис

Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Зав. кафедри	_____	<u>Кириченко М.А.</u>
	(підпис)	(прізвище, ініціали)
Керівник	_____	<u>Пасічник П.О.</u>
	(підпис)	(прізвище, ініціали)
Здобувач	_____	<u>Христинченко О.М.</u>
	(підпис)	(прізвище, ініціали)

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології  
Теплотехніки

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

на тему:  
«Поквартирна система опалення газовими котлами житлової будівлі в  
Київській області»

Христинченко Оксана Миколаївна

Київ 2024 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Інженерних систем та екології

Теплотехніки

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Кириченко М.А.

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

«Поквартирна система опалення газовими котлами житлової будівлі в  
Київській області»

Виконав Христинченко Оксана Миколаївна

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

«Теплогазопостачання та вентиляція»

Група зТВм-23

Керівник Пасічник П.О. к.т.н., доцент

*Ідентичність підтверджую*

Київ 2024 р.

## ЗМІСТ

1. Вихідні дані
  2. Газопостачання зовнішнє
  3. Газопостачання житлового будинку
  4. Тепловий режим будівлі
  5. Опалення
  6. Експлуатація систем опалення
  7. Автоматика
  8. Організація будівельно-монтажних робіт
  9. Економічна частина
  10. Охорона праці
- Перелік посилань

## 1. Вихідні дані

Житловий район, являє собою фактично новий елітний котеджний мікрорайон підвищеної комфортності з розширеною житловою інфраструктурою.

До складу котеджного мікрорайону входять наступні об'єкти:

- 1530 котеджів, розподілених по всьому мікрорайоні (450 м<sup>2</sup> - один котедж);
- 12 шестиповерхових 12-ти квартирних житлових будинків (100 - 120 м<sup>2</sup> - одна квартира);
- п'ятизірковий готель на 150-180 місць;
- дитяча дошкільна установа, об'єднана з загальноосвітньою школою (180 місць);
- фітнесцентр із басейном (500 м<sup>2</sup>);
- клуб (240 місць);
- поліклініка зі станцією швидкої допомоги (24 відвідування в зміну);
- банк;
- пошта;
- ресторан, кафе, казино;
- магазини, мінімаркет (продтоварний, промтоварний);
- комплекс побутового обслуговування (пральня, хімчистка, фотоательє, пункт прокату, перукарня);
- аптеки:
- офісні приміщення (10000 м<sup>2</sup>);
- яхт-клуб на 50 яхт із рестораном;
- пляжний комплекс із басейном;
- автостоянки;
- комплекс площадок для спортивних ігор (тенісний клуб);
- поле для гри в гольф з гольфом-будинком;
- вертолітна площадка;

- літній кінотеатр;
- ковзанка з використанням футбольного поля в зимовий час;
- міні парк;
- пожежне депо на 2 а/машини;
- станція технічного обслуговування автомобілів;
- інші дрібні об'єкти/розосереджені по всьому мікрорайону

З огляду на мету і задачі дійсної роботи всі газоспоживачі об'єкти і для зручності подальшого розгляду скомпоновані в декілька груп по територіальній ознаці. При цьому особливо виділено кілька площокомпактного розташування газовикористовуючих об'єктів. Таких яскраво виражених площадок всього три.

Нижче приведені прийняті в роботі угруповання об'єктів:

➤ компактно зосереджені об'єкти:

- площадка 1 - адміністративно-суспільні, комунальні й інші об'єкти житлової інфраструктури та і ній і об'єкти (п'ятизірковий готель, фітнесцентр з басейном, клуб, ресторан з кафе та казино);
- площадка 2 - 12 шести поверхових 12-ти квартирних житлових будинків;
- площадка 3 - адміністративно-суспільні, комунальні й інші об'єкти житлової інфраструктури та інші об'єкти (поліклініка зі станцією швидкої допомоги, банк, пошта, магазини, комбінат побутового обслуговування, аптеки, офісні приміщення, інші об'єкти);

➤ розосереджені по всьому мікрорайоні об'єкти:

- житлові - 1530 котеджів підвищеної комфортності;
- адміністративно-суспільні, комунальні та інші об'єкти житлової інфраструктури та інші об'єкти - дитяча дошкільна установа, об'єднана з загальноосвітньою школою, яхт-клуб на 50 яхт з рестораном, інші об'єкти.

Практично всі газоспоживаючі навантаження надалі у дійсній роботі визначалися з обліком прийнятих угруповань об'єктів розглянутого мікрорайону.

## 2. ГАЗОПОСТАЧАННЯ ЗОВНІШНЄ

Для газопостачання будинку культури по вул. Леніна в м.Умані Черкаської області проектується поліетиленовий газопровід.

Для будівництва підземного газопроводу високого тиску Ø89x3,0 від місця врізки в існуючий газопровід Ø159x4,5 до газорегуляторного пункту ПГРК - 50 - 2В прийняті сталеві електрозварні труби згідно ГОСТ 10704 - 91 групи „В” ГОСТ 10705 - 80\*, виготовлені із спокійної сталі 10 згідно ГОСТ 10705 - 80.

Для будівництва підземного газопроводу середнього тиску Ø90x5,2, Ø50x2,9 (поліетилен) від ПГРК — 50 - 2В до ШГРП - 32 - 2Н, встановленого на стіні будинку, прийняті поліетиленові труби, виготовлені з поліетилену марки ПЕ-80.

На стіні будинку встановлюється ШГРП, призначене для зниження тиску газу з середнього тиску на низький тиск. В ШГРП розташований вузол обліку газу на основі лічильника газу типу GMS G65 Ду 40 У2 (завод «Арсенал», Україна). Лічильник газу комплектується коректором об'єму газу КПЛГ-1.02Р (з УПИ-1). Для редукування газу використовується обладнання фірми Dival; а саме: регулятор Dival512TR (2 шт.) з ПЗК та ПСК. Передбачено одну лінію редукування та байпасна лінія. В ШГРП передбачено продувочний та скидний трубопровід.

При виході (вході) проектуємого газопроводу із землі (в землю) до ШГРП та до будинку газопровід проектується із сталевих електрозварних труб по ГОСТ 10704 марка сталі Вст3сп ГОСТ 380.

Герметизацію ввідів виконано по типовому проекту 7373 Литовської республіки

З'єднання поліетиленових труб як на горизонтальних так і на вертикальних ділянках газопроводу слід виконувати терморезисторним зварюванням з'єднувальними муфтами.

Сталева частина з'єднань «поліетилен-сталь», а також корпус кульового крану та подовжувач штоку захищається від корозії епоксидною фарбою ЕП-0010. Товщина покриття повинна бути не менше 0,5мм.

## 2.1. Гідравлічний розрахунок газопроводів високого тиску

Нормальний максимальний перепад тиску для мережі високого тиску складає:

$$\Delta P_{\max}=700-450=250 \text{ кПа.}$$

Для мережі середнього тиску:

$$\Delta P_{\max}=400-200=200 \text{ кПа.}$$

Мінімальний діаметр газопроводів становить  $d_3S = 57 \times 3 \text{ мм.}$

Спочатку виконується гідравлічний розрахунок умовної головної магістралі. В даному випадку це магістраль 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11 (ГРС - ...- ГРП).

Питома різниця квадратів тиску для головної магістралі високого тиску дорівнює при сумарній довжині  $\Sigma L_p=2882 \text{ м.}$

$$A_1 = \frac{700^2 - 450^2}{2882} = 99,7 \frac{\text{кПа}^2}{\text{м}};$$

Тиск газу в т.9(кінцева точка магістралі високого тиску) становить 439,9 кПа.

$$H_1 = \frac{450 - 439.89}{450} \cdot 100\% = 2,3\%$$

Тиск газу у вузлових точках 2 і 8 за результатами гідравлічного розрахунку головної магістралі дорівнює 669,7 і 480,1 кПа відповідно. Тоді питома різниця квадратів тиску для півкільця 2-12-13-14-15-16-17-18-8 становить:

$$A_2 = \frac{669.7^2 - 480.1^2}{3025} = 84,3 \frac{\text{кПа}^2}{\text{м}};$$

В результаті гідравлічного розрахунку півкільця 2-12-13-14-15-16-17-18-8 тиск газу у т.8 дорівнює 445,87 кПа, а нев'язка тисків у вузловій точці 8:

$$H_2 = \frac{439.89 - 445.87}{439.89} \cdot 100\% = -7,7\%$$

що менше рекомендованої ДБН В.2.5-20-2001 “Газопостачання” величини в 10%.

Гідравлічний розрахунок перемички 8 – 19 виконаний аналогічно 2-14-15-16-17-18-13.

Питома різниця квадратів тиску для мережі середнього тиску 9-10-11 становить:

$$A_3 = \frac{400^2 - 200^2}{550} = 218,2 \frac{\text{кПа}^2}{\text{м}};$$

Нев'язка тиску в точці 11 складає:

$$H_3 = \frac{201.25 - 200}{200} \cdot 100\% = 0,6\%$$

Величина тиску газу на вході в ГРУ споживача прийнята рівною 200 кПа.

Таблиця 1 – Гідравлічний розрахунок газопроводів високого тиску

№п.п.	Ділянки	Витрата $V_p$ , м <sup>3</sup> /год	Розрахункова довжина $l_p$ , м	Al, кПа	Діаметр $d^*S$ , мм	$\Delta^2 p$ , кПа	Тиск газу, кПа	
							на початку $P_{п}$	в кінці $P_{к}$
Магістраль 1-9(високий тиск)								
1	ГРС-1	30623,31	165,00	16460	325*8	7000	700,00	694,98
2	1-2	30483,31	583,00	58158	325*8	34500	694,98	669,70
3	2-3	15251,78	187,00	18655	219*6	16500	669,70	657,27
4	3-4	7100,48	473,00	47185	219*6	11000	657,27	648,85
4	4-5	6247,88	396,00	39504	159*4,5	36500	648,85	620,08
5	5-6	6027,88	528,00	52672	159*4,5	50000	620,08	578,36
6	6-7	5961,18	330,00	32920	127*3	100000	578,36	484,25
7	7-8	2453,73	55,00	5487	127*3	4000	484,25	480,10
8	8-9	4907,45	165,00	16460	127*3	37000	480,10	439,89
Магістраль 9-10-11(середній тиск)								
9	9-10	4907,45	110,00	24000	127*3	23000	439,89	412,92
10	10-11	3507,45	440,00	96000	102*3	130000	412,92	201,25
Всього:		-----	3432,00	407500	-----	449500	-----	-----

Магістраль 2,12...18,8(високий тиск)								
11	2-12	15231,53	132,00	11127	219*6	11000	669,70	661,44
12	12-13	14378,93	462,00	38945	219*6	41000	661,44	629,68
13	13-14	12518,93	737,00	62127	219*6	45600	629,68	592,37
14	14-15	11666,33	132,00	11127	219*6	7000	592,37	586,43
15	15-16	11366,33	187,00	15764	159*4,5	46400	586,43	545,44
16	16-17	10666,33	55,00	4636	159*4,5	19200	545,44	527,54
17	17-18	2626,13	858,00	72327	127*3	47500	527,54	480,42
18	18-8	2453,73	462,00	38945	127*3	32000	480,42	445,87
Всього:		-----	3025,00	255000	----	249700	----	----

Відгалудження 1-19						A=2876 кПа <sup>2</sup> /м		
19	1-19	140,00	154,00	442999	57x3	2500	694,90	693,18
Відгалудження 3-21-23						A=1150 кПа <sup>2</sup> /м		
20	3-21	8151,30	165,00	189750	127x3	120000	657,30	558,57
21	21-23	8040,20	176,00	202400	108x3	270000	558,57	204,93
Відгалудження 21-22						A=1236 кПа <sup>2</sup> /м		
22	21-22	111,10	220,00	271996	57x3	1900	558,57	556,87

## 2.2. Гідравлічний розрахунок газопроводів середнього тиску

Тиск газу на виході з джерела газопостачання – ГРС – становить згідно завдання 400 кПа, а у самого віддаленого споживача (мережний ГРП р-н №2) –200 кПа.

Нормальний максимальний перепад тиску для мережі високого тиску складає:

$$\Delta P_{\max}=400-200=200 \text{ кПа.}$$

Спочатку виконується гідравлічний розрахунок умовної головної магістралі. В даному випадку це магістраль 1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11 (ГРС - ...- ГРП).

Питома різниця квадратів тиску для головної магістралі високого тиску дорівнює при сумарній довжині  $\Sigma L_p=3707$  м.

$$A_1 = \frac{400^2 - 200^2}{3707} = 32,37 \frac{\text{кПа}^2}{\text{м}}$$

Тиск газу в т.11(найвіддаленіший споживач) становить 210,7 кПа.

$$H_1 = \frac{210,73 - 200}{200} \cdot 100\% = 5,4\%$$

Таблиця 2 – Гідравлічний розрахунок газопроводів середнього тиску

№п.п.	Ділянки	Витрата $V_p$ , м <sup>3</sup> /год	Розрахунков а довжина $l_p$ , м	Al, кПа	Діаметр $d^*S$ , мм	$\Delta^2 p$ , кПа	Тиск газу, кПа	
							на початку $P_{\Pi}$	в кінці $P_k$
Магістраль 1-11						A= 32,37	H= 5,4%	
1	ГРС-1	30623,31	165,00	5341	426x9	2100	400,00	397,37
2	1-2	30483,31	583,00	18872	426x9	8200	397,37	386,91
3	2-3	29630,70	165,00	5341	426x9	1800	386,91	384,58
4	3-4	21479,40	275,00	8902	325x8	7200	384,58	375,10
4	4-5	19619,40	220,00	7122	325x8	5200	375,10	368,10
5	5-6	18466,80	440,00	14243	273x7	21000	368,10	338,38
6	6-7	17394,20	495,00	16024	273x7	20000	338,38	307,41
7	7-8	8654,00	187,00	6053	219x6	6100	307,41	297,32
8	8-9	8481,60	462,00	14955	219x6	15000	297,32	270,92
9	9-10	4907,45	275,00	8902	159x4,5	14000	270,92	243,72
10	10-11	3507,45	440,00	14243	159x4,5	15000	243,72	210,71
Всього:		-----	3707,00	120000	-----	115600	-----	-----
Відгалудження 5-19-18						A= 104,6	H= 28,9%	
11	5-19	1152,60	660,00	69036	89x3	41000	368,10	307,41
12	19-18	852,60	253,00	26464	76x3	28000	307,41	257,88
Всього:		-----	913,00	95500	-----	69000	-----	-----
Відгалудження 20-19						A= 825,8	H= 49,6%	
13	19-20	300,00	66,00	54500	57x3	5000	307,41	299,17
Відгалудження 7-25-26						A= 101,113	H= 24,5%	
14	7-25	8740,20	473,00	47827	219x6	19500	307,41	273,86
15	25-26	8040,20	66,00	6673	159x4,5	13000	273,86	249,00
Всього:		-----	539,00	54500	-----	32500	-----	-----
Відгалудження 25-24						A= 57,9	H= 1,2%	
16	25-24	700,00	605,00	35000	76x3	34000	273,86	202,48

### 3. ГАЗОПОСТАЧАННЯ ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

#### 3.1 Вихідні дані

Внутрішньобудинкова система газопостачання існуюча. В зв'язку з переходом споживачів на систему поквартирного індивідуального опалення передбачається додаткова установка опалювальних газових котлів Ariston 24 MPPI

Розрахункові годинні витрати газу споживачам визначено згідно п.3.10 та додатку Д ДБНВ.2.5-20-2001. 1. Максимальна годинна витрата газу складе:

$$36 \times (1,38 \times 0,228) + (2,75 \times 0,85) = 95,4 \text{ м}^3/\text{год.}$$

#### 3.2. Гідравлічний розрахунок газопроводів

Гідравлічний розрахунок розпочинаємо з підключення газового приладу

(ПГ-4) 7-го поверху найбільш віддаленого газового стояка (Г.Ст.1) найбільш віддаленого житлового будинку (будинок № 2) від точки 14 точки підключення дворового газопроводу до вуличної мережі низького тиску – точка 14.

Рекомендуємий БНіП перепад тиску становить  $\Delta P_p = 600$  Па. Гідравлічний опір ПГ-4 дорівнює  $\Delta P_1 = 60$  Па, а газового лічильника G4-  $\Delta P_2 = 200$  Па. Тоді розрахунковий перепад тиску для головної магістралі (від т.1 до т.14) буде складати:

$$\Delta P_{p1} = \Delta P_p - \Delta P_1 - \Delta P_2 = 600 - 60 - 200 = 340 \text{ Па.}$$

Сумарна довжина всіх ділянок головної магістралі дорівнює  $\Sigma L_p = 288,45$  м.

Середня питома втрата тиску на тертя дорівнює:

$$R = \frac{340}{288,45} = 1,2 \frac{\text{Па}}{\text{м}}.$$

Результати розрахунку прдставлені в таблиці 3.

## Гідравлічний розрахунок газопроводу

№ ділянки	Номінальна витрата газу, $\Sigma V_{ном}$ , м <sup>3</sup> /год	Кількість квартир, N, шт.	Коефіцієнт $K_{sim}$	Розрахункова витрата газу, $\Sigma V$ , м <sup>3</sup> /год	Геометрична довжина, $L_r$ , м	Надбавка, а, %	Розрахункова довжина, $L_p$ , м	Умовний діаметр, $d_y$ , мм	Питома втрата тиску, R, Па/м	Втрата тиску, $\Delta P$ , Па
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
14-13	1,15	1	1,000	1,15	6,50	450	35,75	20	0,70	25,03
13-12	2,30	2	0,650	1,50	3,50	20	4,20	20	0,80	3,36
12-11	3,45	3	0,450	1,55	3,50	20	4,20	20	0,80	3,36
11-10	4,60	4	0,350	1,61	3,50	20	4,20	20	1,10	4,62
10-9	5,75	5	0,290	1,67	3,50	20	4,20	20	1,20	5,04
9-8	6,90	6	0,280	1,93	3,50	20	4,20	20	1,15	4,83
8-7	8,05	7	0,280	2,25	2,60	20	3,12	20	2,30	7,18
7-6	16,10	14	0,239	3,85	39,60	20	47,52	32	0,90	42,77
6-5	24,15	21	0,235	5,68	2,60	20	3,12	32	1,40	4,37
5-4	32,20	28	0,232	7,47	11,70	20	14,04	32	2,25	31,59
4-3	48,30	42	0,226	10,92	15,00	10	16,50	40	1,60	26,40
3-2	96,60	84	0,213	20,58	67,00	10	73,70	50	1,80	132,66
2-1	193,20	168	0,203	39,22	67,00	10	73,70	70	1,40	103,18
								288,45	394,38	

Гідростатичний тиск для вертикальних ділянок (стояка) складає:

$$\Delta P_r = 24,5 \cdot 9,81 \cdot (1,21 - 0,73) = 115,3 \text{ Па.}$$

Загальні втрати тиску у дворових і внутрішньобудинкових газопроводах становлять:

$$\Sigma \Delta P = 394,4 + 60 + 200 - 115,3 = 539,1 < 600 \text{ Па}$$

Як видно, фактичні сумарні втрати тиску не перевищують рекомендованого перепаду для дворової і внутрішньобудинкової мережі. Манометричний тиск газу перед пальниками газових приладів буде таким:

$$P_n = 1800 - 539,1 = 1260,9 > 1200 \text{ Па.}$$

#### 4. Тепловий режим будівлі.

##### 4.1 Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій

Втрати тепла спорудою залежать від теплозахисних властивостей огороження. Як традиційно вважалось, чим більша товщина огорожень, тим більше їх опір теплопередачі, менші втрати тепла і, відповідно, дешевше обходиться підтримання нормативних параметрів у приміщенні. При зменшенні товщини огорожень зменшується їх термічний опір і збільшуються втрати теплоти. Крім того, при зменшенні товщини зовнішніх огорожень температура їх внутрішніх поверхонь знижується. В зв'язку з тим, що організм людини віддає тепло не лише конвективним шляхом (зовнішньому повітрю), але і випромінюванням на внутрішні поверхні огороження, температура їх не повинна суттєво відрізнятися від температури повітря в приміщенні. Крім того негативна дія низької температури поверхні огорожень на організм людини виражається в тому, що на цих поверхнях може бути конденсація водяних парів, що знаходяться в повітрі. Сконденсована волога зазвичай поглинається матеріалом огороження, що призводить до його зносу і зниження теплозахисних властивостей.

Мікроклімат у приміщенні досягається взаємодією таких факторів, як температура повітря в приміщенні, температура внутрішньої поверхні зовнішніх огорожень, наприклад. Це обумовлює теплообмін між тілом людини та оточуючим простором і створює рівновагу між кількістю тепла, що утворюється організмом людини і теплом, що віддається у навколишнє

середовище випромінюванням, конвекцією та випаровуванням вологи постійної температури тіла на рівні біля 36,6 °С.

У опалювальний період року з розрахунковою температурою зовнішнього повітря ( $t_{ext}$ ) температура внутрішньої поверхні зовнішніх огорожень є недостатньою для створення умов у приміщенні температурного комфорту. Вона повинна бути на рівні 15-20 °С, що можливо забезпечити шляхом підвищення термічного опору теплопередачі  $R$  і зменшення витрат тепла зовнішніми огорожуючими конструкціями і головним чином стінами та вікнами, через які витрачається 85-90% тепла від загальних витрат. Було підраховано, що 1 м<sup>3</sup> теплоізоляції забезпечує економію 1,4 – 1,6 т умовного палива на рік. Теплоізоляційні матеріали для будівництва повинні мати не тільки високий термічний опір, але і мати цілий комплекс властивостей, таких як екологічна безпечність (відсутність виділень шкідливих речовин при експлуатації), пожежобезпечність, механічна міцність, простота використання, низька вартість.

### Зовнішні стіни

Величину потрібного опору теплопередачі приймаємо згідно з [18],

$$R_{заг}^{номр} = 2,2 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

Дійсний опір теплопередачі повинен бути не менше величини  $R_{заг}^н$ .

$$R_{заг}^н = R_{заг}^{номр} * \Gamma_{еф}$$

де  $\Gamma_{еф} = 1,1$

$$R_{заг}^{номр} = 0,66 * 1,1 = 0,73 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

Приймаємо кладку з керамзито-бетонної панелі, пароізоляційна плівка, утеплювач FASROCK товщина 100 мм, армуючий розчин ZZ-ECOROCK, склосітка, ґрунтовка під штукатурку, мінеральна штукатурка ECOROCK,

$\delta_{заг}$ — 525мм;  $R_{заг}$ =2,3м<sup>2</sup> °С/Вт; теплова інерція  $D=7,5$ .

Отже, попередньо прийнята конструкція зовнішньої стіни задовольняє санітарно-гігієнічним і економічним вимогам. Коефіцієнт теплопередачі

$$K = 1/R_{заг}^{номп} = 1/2,3 = 0,435 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}).$$

### Безгорищне покриття

Прийнявши попередньо середню теплову інерцію огорожуючої конструкції, обчислимо величину потрібного опору теплопередачі. Обчислюємо величину потрібного опору теплопередачі за формулою:

$$R_{заг}^{номп} = \frac{n * (t_{вн.} - t_{зов.})}{\Delta t^n * a_{в.}}$$

де n-коефіцієнт, який приймається в залежності від положення зовнішньої поверхні огорожуючих конструкцій по відношенню до зовнішнього повітря за табл. 3\* [2],

$t_{в}$ -розрахункова температура внутрішнього повітря,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{зов}$ - розрахункова зимова температура зовнішнього повітря,  $^\circ\text{C}$ ;

$t^n$  - нормативний температурний перепад для безгорищного покриття згідно з табл.2\* [2]  $\Delta t^n = 5,5^\circ\text{C}$ ;

$a_{в}$  -коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожуючих конструкцій, приймаємо за табл.4[2]  $a_{в} = 8,7 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$  -для стіни.

$$R_{заг}^{номп} = \frac{1 * (16 - (-24))}{5,5 * 8,7} = 0,84 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

З урахуванням  $\gamma_{еф} = 1,3$  за табл.9 а \* [2]  $R_{заг} = 0,84 * 1,3 = 1,1 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ .

Приймаємо таку конструкцію безгорищного покриття :

- гравій на бітумній мастиці  $\delta = 10 \text{ мм}$ ;  $\lambda = 0,23 \text{ Вт}/(\text{м} \text{ } ^\circ\text{C})$ ;  $S = 3,6 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ ;

-чотири шари рубероїду  $\delta = 6 \text{ мм}$ ;  $\lambda = 0,17 \text{ Вт}/(\text{м} \text{ } ^\circ\text{C})$ ;  $S = 3,53 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ ;

-цементно-піщана стяжка  $\delta = 15 \text{ мм}$ ;  $\lambda = 0,93 \text{ Вт}/(\text{м} \text{ } ^\circ\text{C})$ ;  $S = 1,09 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ ;

-керамзитобетон  $\delta = 100 \text{ мм}$ ;  $\lambda = 0,92 \text{ Вт}/(\text{м} \text{ } ^\circ\text{C})$ ;  $S = 12,33 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ ;

-збірна залізо-бетонна плита  $\delta = 50 \text{ мм}$ ;  $\lambda = 2,04 \text{ Вт}/(\text{м} \text{ } ^\circ\text{C})$ ;  $S = 16,95 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ .

Як утеплювач застосовано пінобетон  $\lambda = 0,15 \text{ Вт}/(\text{м} \text{ } ^\circ\text{C})$ ;

$\delta = 2,42 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ .

Визначимо товщину утеплювача

$$R_{заг} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{зовн}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,2} + \frac{0,006}{0,17} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{\delta_{ут}}{0,15} + \frac{0,1}{0,92} + \frac{0,05}{2,04} + \frac{1}{23} \geq 1,1$$

м<sup>2</sup>С/Вт

При товщині утеплювача  $\delta_{ут}=0,15$ м.

$$R_{заг} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_{зовн}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,2} + \frac{0,006}{0,17} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{0,15}{0,15} + \frac{0,1}{0,92} + \frac{0,05}{2,04} + \frac{1}{23} = 1,39 \text{ м}^2\text{С/Вт}$$

Вт

Визначимо теплову інерцію споруди

$$D = \sum \frac{\delta}{\lambda} * S = \frac{0,01}{0,2} * 3,6 + \frac{0,006}{0,17} * 3,53 + \frac{0,015}{0,93} * 1,09 + \frac{0,15}{0,15} * 2,42 + \frac{0,1}{0,92} * 12,33 + \frac{0,05}{2,04} * 16,95 = 4,4$$

9

Теплова інерція безгорищного покриття відповідає середній.

Коефіцієнт теплопередачі конструкцій  $k=1/R_{заг}=1/1,39=0,72 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{С})$ .

Вікна

Потрібний опір теплопередачі вікон за дод. 6[18] дорівнює  $R_{заг}^{потр} = 0,54 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{С}/\text{Вт}$  за дод. 6[18]. Приймаємо віконні блоки з ПВХ з двокамерними склопакетами, засклені простим віконним склом.  $R_{заг} = 0,54 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{С}/\text{Вт}$ .

Коефіцієнт теплопередачі конструкцій  $K=1/R_{заг} = 1/0,54 = 1,85 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{С})$ ,

## Характеристика огороджуючих конструкцій будинку

Найменування огороджуючої конструкції	Опір тепло пер., м <sup>2</sup> С/Вт			Коефіцієнт пер. К, Вт/См <sup>2</sup> °С)	Товщина констр. б'яз, ММ
	$R_{заг}^n$	$R_{заг}^{номр} * \Gamma_{еф}$	$R_{заг}$		
Зовнішня стіна	1,98	-	2,3	0,435	525
Безгрищне покриття	-	1,1	1,39	0,72	286
Вікна	-	0,54	0,54	1,85	
Неутеплена підлога					
1 зона	-	-	2,1	0,48	
2 зона	-	-	4,3	0,23	
3 зона	-	-	8,6	0,12	
4 зона	~	-	14,2	0,07	

### 4.2 Розрахунок тепловтрат

У відповідності з додатком 12\* та зміною №2 [1] розрахункові теплові втрати  $Q_1$ , Вт, опалювального будинку слід обчислювати за формулою:

$$Q_1 = Q_{ог} + Q_в$$

де  $Q_{ог}$ -тепловтрати через огороджуючі конструкції будівлі, Вт;

$Q_в$ -тепловтрати на нагрівання вентиляційного повітря, Вт.

Тепловтрати через огороджуючі конструкції складаються з основних  $Q_о$  та додаткових  $Q_д$  тепловтрат і обчислюються з округленням до 10 Вт за формулою:

$$Q_{ог} = Q_о + Q_д = Q_о(1 + \sum \beta)$$

де  $\sum \beta$ - сума додаткових тепловтрат, виражених в частках від основних тепловтрат.

Основні тепловтрати через огороджуючі конструкції і приміщення визначають підсумовуванням тепловтрат через окремі огороджуючі конструкції, обчислених за формулою:

$$Q_о = (A/R_{заг}) * (t_p - t_{ext}) * n$$

де  $A$ -розрахункова площа огороджуючої конструкції, м<sup>2</sup>;

$R_{заг}$  –опір теплопередачі огороджуючі конструкції, м<sup>2</sup> °С/Вт;

$t_p$  -розрахункова температура повітря в приміщенні, °С;

$t_{ext}$ -розрахункова температура зовнішнього повітря, °С;

$n$ - коефіцієнт урахування положення зовнішньої поверхні огородження

стосовно до зовнішнього повітря.

Тепловтрати через внутрішні огородження суміжних приміщень враховується при різниці розрахункових температур повітря в цих приміщеннях більше 3°С.

Додаткові тепловтрати в частках від основних тепловтрат приймають у таких розмірах:

через зовнішні вертикальні стіни, двері, вікна, звернені на північ, схід, північний схід і північний захід – в розмірі  $\beta=0,1$  ; на південний схід і захід – в розмірі  $\beta=0,05$ .

Так як в данному проекті ми використовуємо металопластикові вікна, через які не надходить зовнішнє повітря, втрати теплоти на нагрівання зовнішнього повітря відсутні. Враховуємо лише втрати теплоти на нагрівання зовнішнього повітря, що надходить через відчинені зовнішні двері при відсутності повітряно-теплових завіс.

$$Q_B = 0,7 * b_B * (H + 0,8p) * (t_{вн} - t_{зовн5})$$

де  $H$ -висота будинку , м;

$p$  –кількість людей, що знаходяться у будівлі;

$b_B$  –коефіцієнт, що враховує кількість вхідних тамбурів, для двох тамбурів

$b_B=0,6$ .

Результати розрахунку представлені у таблиці 5.

## Розрахунок тепловтрат у приміщеннях житлового будинку

Приміщення			Огородження					$(t_{вн} - t_{зовн5})n, \text{ } ^\circ\text{C}$	$1 + \Sigma\beta$	Тепловтрати		
№ п/п	Найменування та $t_{вн}, \text{ } ^\circ\text{C}$	$A_{л}, \text{ м}^2$	Позначення	Орієнтація	Розміри, кількість $(a \cdot b)n, \text{ м}$		$A, \text{ м}^2$			$K, \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{ } ^\circ\text{C}$	$Q_{ог}$	$Q_{в}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>101</b>	<b>Ж. К.</b>	9,8	<b>ЗС</b>	<u>ПнС</u>	3,2	3,3	10,5	0,463	42,0	1,05	214	
	<b>20</b>		<b>ЗС</b>	<u>ПдС</u>	0,2	3,3	0,5	0,463	42,0	1,00	9,73	
			<b>ДВ</b>	<u>ПдС</u>	1,2	1,5	1,8	1,918	42,0	1,00	145	
			<b>БД</b>	<u>ПдС</u>	0,8	2,2	1,8	1,918	42,0	1,00	142	
			<b>ПЛ</b>	-	2,9	3,5	9,8	0,451	25,2	1,00	112	98
											623	301
												<b>830</b>
<b>201</b>	<b>Ж. К.</b>	9,8	<b>ЗС</b>	<u>ПнС</u>	3,2	3,0	9,5	0,463	42,0	1,05	193	
<b>801</b>	<b>20</b>		<b>ЗС</b>	<u>ПдС</u>	0,2	3,0	0,5	0,463	42,0	1,00	8,75	
			<b>ДВ</b>	<u>ПдС</u>	1,2	1,5	1,8	1,918	42,0	1,00	145	
			<b>БД</b>	<u>ПдС</u>	0,8	2,2	1,8	1,918	42,0	1,00	142	98
											488	301
												<b>700</b>
<b>901</b>	<b>Ж. К.</b>	9,8	<b>ЗС</b>	<u>ПнС</u>	1,2	3,3	3,8	0,463	42,0	1,05	77,3	
	<b>20</b>		<b>ЗС</b>	<u>ПдС</u>	0,2	3,3	0,5	0,463	42,0	1,00	9,6	
			<b>ДВ</b>	<u>ПдС</u>	1,2	1,5	1,8	1,918	42,0	1,00	145	
			<b>БД</b>	<u>ПдС</u>	0,8	2,2	1,8	1,918	42,0	1,00	142	
			<b>СТ</b>	-	2,9	3,5	9,8	0,39	37,8	1,00	145	98
											519	301
												<b>730</b>
<b>202</b>	<b>Ж.К.</b>	18,9	<b>ЗС</b>	<u>ПдС</u>	0,0	3,0	0,0	0,463	40,0	1,00	0	
<b>802</b>	<b>18</b>		<b>ДВ</b>	<u>ПдС</u>	1,2	1,5	1,8	1,918	40,0	1,00	138	189
											138	555
												<b>510</b>
<b>203</b>	<b>Ж.К.</b>	11,9	<b>ЗС</b>	<u>ПнС</u>	2,0	3,0	5,9	0,463	42,0	1,05	119	
<b>803</b>	<b>20</b>		<b>ЗС</b>	<u>ПдС</u>	3,8	3,0	11,3	0,463	42,0	1,00	219	
			<b>ДВ</b>	<u>ПдС</u>	1,2	1,5	1,8	1,918	42,0	1,00	145	119
											338	364
												<b>590</b>
<b>204</b>	<b>Кухня</b>	8,3	<b>ЗС</b>	<u>ПдС</u>	2,4	3,0	7,2	0,463	40,0	1,00	133	
<b>804</b>	<b>18</b>		<b>ДВ</b>	<u>ПдС</u>	1,2	1,5	1,8	1,918	40,0	1,00	138	83
											271	243
												<b>440</b>
<b>205</b>	<b>Ж.К.</b>	9,8	<b>ЗС</b>	<u>ПдС</u>	3,2	3,0	9,5	0,463	42,0	1,00	184	
<b>805</b>	<b>20</b>		<b>ЗС</b>	<u>ПдЗ</u>	3,8	3,0	11,3	0,463	42,0	1,00	219	
			<b>ДВ</b>	<u>ПдЗ</u>	1,2	1,5	1,8	1,918	42,0	1,00	145	
			<b>БД</b>	<u>ПдЗ</u>	0,8	2,2	1,8	1,918	42,0	1,00	142	98
											548	301
												<b>760</b>
<b>206</b>	<b>Ж.К.</b>	18,9										
<b>806</b>	<b>18</b>		<b>ЗС</b>	<u>ПдЗ</u>	3,6	3,0	10,8	0,463	40,0	1,00	200	
			<b>ДВ</b>	<u>ПдЗ</u>	1,2	1,5	1,8	1,918	40,0	1,00	138	189

											338	555	710
<b>207</b>	<b>Ж.К.</b>	11,9	<b>ЗС</b>	ПдС	2,0	3,0	5,9	0,463	42,0	1,00	114		
<b>807</b>	<b>20</b>		<b>ЗС</b>	ПдЗ	3,8	3,0	11,3	0,463	42,0	1,00	219		
			<b>ДВ</b>	ПдС	1,2	1,5	1,8	1,918	42,0	1,00	145	119	
											478	364	<b>730</b>
<b>208</b>	<b>Кухня</b>	8,3											
<b>808</b>	<b>18</b>		<b>ЗС</b>	ПдЗ	2,4	3,0	7,2	0,463	40,0	1,00	133		
			<b>ДВ</b>	ПдЗ	1,2	1,5	1,8	1,918	40,0	1,00	138	83	
											271	243	<b>440</b>
<b>209</b>	<b>Ж.К.</b>	9,8	<b>ЗС</b>	ПдЗ	3,2	3,0	9,5	0,463	42,0	1,00	184		
<b>809</b>	<b>20</b>		<b>ЗС</b>	ПнЗ	3,8	3,0	11,3	0,463	42,0	1,00	219		
			<b>ДВ</b>	ПнЗ	1,2	1,5	1,8	1,918	42,0	1,00	145		
			<b>БД</b>	ПнЗ	0,8	2,2	1,8	1,918	42,0	1,00	142	98	
											689	301	<b>900</b>
<b>210</b>	<b>Ж.К.</b>	18,9	<b>ЗС</b>	ПнЗ	3,6	3,0	10,8	0,463	40,0	1,00	200		
<b>810</b>	<b>18</b>		<b>ДВ</b>	ПнЗ	1,2	1,5	1,8	1,918	40,0	1,00	138	189	
											338	555	<b>710</b>
<b>211</b>	<b>Ж.К.</b>	18,1	<b>ЗС</b>	ПдЗ	2,0	3,0	5,9	0,463	42,0	1,00	114		
<b>811</b>	<b>20</b>		<b>ЗС</b>	ПнЗ	5,6	3,0	16,7	0,463	42,0	1,00	324		
			<b>ЗС</b>	ПнС	3,8	3,0	11,3	0,463	42,0	1,05	230		
			<b>ДВ</b>	ПнС	1,2	1,5	1,8	1,918	42,0	1,05	152		
			<b>БД</b>	ПнС	0,8	2,2	1,8	1,918	42,0	1,05	149		
			<b>ВС</b>	ПдЗ	1,8	3,0	5,4	3,572	42,0	1,00	810	181	
											1778	554	<b>2160</b>
<b>212</b>	<b>Кухня</b>	8,1											
<b>812</b>	<b>18</b>		<b>ЗС</b>	ПнС	3,6	3,0	10,8	0,463	40,0	1,05	210		
			<b>ДВ</b>	ПнС	1,2	1,5	1,8	1,918	40,0	1,05	145	81	
											355	238	<b>520</b>
<b>213</b>	<b>Ж.К.</b>	11,9	<b>ЗС</b>	ПнС	3,8	3,0	11,3	0,463	42,0	1,05	230		
<b>813</b>	<b>20</b>		<b>ЗС</b>	ПнЗ	2,0	3,0	5,9	0,463	42,0	1,00	114		
			<b>ДВ</b>	ПнЗ	1,2	1,5	1,8	1,918	42,0	1,00	145	119	
											488	364	<b>740</b>
<b>214</b>	<b>Кухня</b>	8,3	<b>ЗС</b>	ПнС	2,4	3,0	7,2	0,463	40,0	1,05	140		
<b>814</b>	<b>18</b>		<b>ДВ</b>	ПнС	1,2	1,5	1,8	1,918	40,0	1,05	145	83	
											285	243	<b>450</b>
<b>А</b>	<b>С.К.</b>	16,8	<b>ЗС</b>	ПнЗ	3,6	3,0	10,8	0,463	38,0	1,00	190		
	<b>16</b>		<b>ДВ</b>	ПнЗ	1,2	1,5	1,8	1,918	38,0	1,00	131		
			<b>ДД</b>	ПнЗ	1,2	2,2	2,6	2,326	38,0	1,00	233		

			ПЛ	-	5,3	3,6	18,9	0,451	22,8	1,00	194		
			СТ	-	5,3	3,6	18,9	0,39	38,0	1,00	280	168	
											1029	4028	<b>4890</b>

#### 4.3 Розрахунок теплової потужності системи опалення.

У відповідності з додатком 12\* та зміною №2 [1] розрахункова теплова потужність системи опалення визначається по формулі:

$$Q=(Q_1*b_1*b_2+Q_2-Q_3)*1,1$$

де  $Q_1$ -розрахункові тепловтрати будівлі ,Вт;

$b_1$ -коефіцієнт урахування додаткового теплового потоку прийнятих до установки опалювальних приладів , який виникає внаслідок округлення їх поверхні понад розрахункову величину;

$b_2$ -коефіцієнт урахування додаткових втрат теплоти опалювальними приладами, розташованими у зовнішніх огорожень;

$Q_2$ -втрати теплоти, Вт, трубопроводами, що прокладаються в неопалювальних приміщеннях;

$Q_3$ -тепловий потік, Вт, що надходить від освітлення, обладнання і людей.

У відповідності з додатком 12\* та зміною №2 [1] розрахункова теплова потужність опалювального приладу визначається по формулі:

$$Q_{оп} = 1,1*(Q_{ог} + Q_{в} + Q_{вн} - 0,9Q_{тр} - Q_{зп}),$$

де  $Q_{ог}$  - тепловтрати через огорожуючі конструкції будівлі ,Вт;

$Q_{в}$  - тепловтрати на нагрівання вентиляційного повітря ,Вт;

$Q_{вн}$  - втрати,Вт, через внутрішні стіни, що відокремлюють приміщення, для якого розраховують теплову потужність опалювального приладу, від суміжного приміщення, в якому можливе експлуатаційне зниження температури при регулюванні величину  $Q_{вн}$  слід враховувати тільки при розрахунку опалювальних приладів, обладнаних автоматичними терморегуляторами. При цьому слід розраховувати величину  $Q_{вн}$  тільки через одну внутрішню стіну (перегородку) при різниці температур між суміжними приміщеннями  $8^{\circ}\text{C}$ ;

$Q_{тр}$ -тепловий потік , Вт, від неізолюваних трубопроводів системи опалення, що прокладаються в приміщеннях;

$Q_{зп}$ -тепловий потік , Вт, котрий регулярно надходить від технологічного обладнання, людей, тощо, при розрахунку теплової потужності опалювальних приладів житлових , громадських і адміністративно-побутових приміщень величина  $Q_{зп}$  не враховується.

Питомий тепловий потік для систем опалення повинен бути менший за контрольні показники питомого теплового потоку для систем опалення (додаток 25 [1] )

Для міста Києва  $q_k = 42 \text{ Вт/ м}^2$

$$q_{пит} = Q_{со} / \sum A ,$$

$$q_{пит} = 57590 / (613+276+613)=41 < 42 \text{ Вт/ м}^2$$

Знайдена величина питомої теплової потужності  $q_{пит}$  не перевищує контрольного значення  $q_k$ , а значить умова виконується.

Визначаємо величину питомого річного теплоспоживання системою опалення:

$$w_{пит} = W / A_{к.п} ,$$

де  $W$ -величина розрахункового теплоспоживання системою опалення гДж/рік.;

$A_{к.п}$  –корисна площа будівлі , $\text{м}^2$ ;

Величину розрахункового теплоспоживання системою опалення гДж/рік розрахуємо за формулою:

$$W = 3.6 Q_{со} 24 S_{ос} 10^{-6} / (t_{вн} - t_{зовн.5}) ,$$

де  $Q_{со}$  - розрахункова теплова потужність системи опалення Вт;

$S_{ос}$  –клькість градусодіб опалювального сезону;

$t_{вн}$ - розрахункова температура внутрішнього повітря  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_{зовн.5}$  - середня температура зовнішнього повітря найхолоднішої п'ятиденки  $^{\circ}\text{C}$ .

$$W = 3.6 * 57590 * 24 * 3572 * 10^{-6} / (18 + 22) = 444,33 \text{ гДж/рік,}$$

$$w_{пит} = 444,33 / 1707 = 0,26 \text{ гДж/м}^2 \text{ рік}$$

Для міста Києва для приміщень магазинів та кафе  $w_{пит} = 0,27$  гДж/м<sup>2</sup> рік. Знайдена величина питомого теплоспоживання системою

опалення не перевищує контрольного значення  $W_{\text{пит}}$ , а значить умова виконується.

## 5. Опалення

### 5.1 Двотрубна горизонтальна поквартирна система водяного опалення з попутнім рухом води.

Переваги двотрубних горизонтальних по квартирних систем водяного опалення:

- економічні показники вигідно відрізняються від економічних показників інших систем опалення: менші затрати енергетичних ресурсів на нагрівання теплоносія до визначеної температури - в двотрубних системах опалення перепад температур води у кожному опалювальному приладі постійний; середня температура води в будь-якому приладі двотрубного стояка також однакова. За цими показниками можна зробити висновок щодо економічної доцільності використання запропонованої системи опалення.

- має ряд технічних переваг: обмежене число проходів через перекриття; повне використання тепловіддачі трубопроводів, що зменшує об'ємність опалювальних приладів; в порівнянні з однотрубними СВО - більше число можливого встановлення опалювальних приладів; втрати тиску у однотрубній системі значно перевищують втрати в двотрубній системі; система опалення має достатньо спрощену схему гідравлічного розрахунку при запропонованому попутньому русі теплоносія; можливість поквартирного відключення приладових віток при проведенні регламентних та експлуатаційних робіт.

- горизонтальна система опалення забезпечує кращі санітарно-гігієнічні умови, має більш естетичний вигляд, так як є можливість прокладання горизонтальних ділянок трубопроводу в підлозі, або застосувати плінтусний варіант прокладання трубопроводів, дає можливість регулювання кількості теплоти, яка надходить до приміщення,

за допомогою термостатичних клапанів та можливість контролю витрати коштів на опалення кожним власником квартири окремо за допомогою встановлення водоміра.

Недоліки цієї системи водяного опалення:

– більша металоємність системи при порівнянні з однотрубною, значне використання часу на монтаж та введення в експлуатацію - мається на увазі проведення пуско-налагоджувального (первинного) регулювання тепловіддачі опалювальних приладів, що є характерним для двотрубною системи.

#### Опалювальні прилади

Для обраної системи опалення пропонується застосовувати опалювальні сталеві панельні радіатори RADIK VENTIL КОМПАКТ виробництва Чехії з природньою течією повітря вздовж гріючої поверхні. Дані радіатори з вбудованими вентелями виготовляються з холоднокатаної сталі; продукція відповідає нормі EN 442. Застосовуються в двохтрубних і однотрубних системах опалення з вертикальним і горизонтальним розміщенням приладових віток, які поєднують окремі опалювальні прилади; придатні до різних варіантів підключення. Радіатори можуть застосовуватись як в насосних або елеваторних, так і в гравітаційних системах опалення. Безпосередньо на вентиль монтується термостатичні приводи, виробництва фірми HERZ типу Herz-TS серії 7000 "СТАНДАРТ" з різьбою М30х1,5. Витримують робочий тиск до 0,87 МПа. Максимальна робоча температура 120 °С.

Отже, застосування такого типу радіаторів в умовах запроектованої двотрубною горизонтальною поквартирною системи водяного опалення є доцільним, як за технічними так і за економічними параметрами.

#### Запірна та регулююча арматура

В даному проекті приймаємо надійну гарнітуру підключення до радіаторів - ГЕРЦ – 3000. Завдяки невеликій кількості компонентів виникає

можливість здійснювати багато комбінацій в різних системах водяного опалення. Точний режим налаштування і оптимальна прохідність радіатора забезпечують зручність та комфорт.

На підводках до опалювальних приладів встановлюємо термостатичні приводи HERZ-TS. Вони реагують на щонайменшу різницю температур; найбільш точно дотримуються налаштованої температури і використовує такі теплові джерела як освітлення, електричні прилади, сонячне випромінювання; автоматичні термостатичні головки економлять витрату води майже на 30%; мають привабливий зовнішній вигляд.

З кожного опалювального приладу і в верхніх точках стояка передбачаємо видалення повітря, що доцільно для горизонтального прокладання трубопроводів.

### Трубопроводи

Вибираємо металопластикові трубопроводи фірми Aquatechnik для прокладки в квартирах і сталеві водогазопровідні звичайні труби (ГОСТ 3262-89\*) для вертикальних та горизонтальних стояків. Труби Aquatechnik виготовлені із високоякісного металопластику, який витримує високі температури, стійкі до корозії, відсутність відкладень, час експлуатації не менше ніж 50 років; швидкий монтаж. Труби, які проходять у приладових вітках прокладаємо в спеціальному плінтусі біля зовнішніх стін.

### Теплоізоляція

Трубопроводи ізолюємо теплоізоляцією із спученого поліетилену Thermaflex. Типи: теплоізоляцією Thermaflex FRZ (теплоізоляція для труб, розміщених у будівельних розчинах) і Thermoflex Ultra M (для захисту від ультрафіолетових променів), що перешкоджає замерзанню трубопроводів, перегріву приміщення, зайвих тепловтрат.

## 5.2 Гідравлічний розрахунок системи опалення

Гідравлічний розрахунок системи опалення виконуємо за методом характеристик опорів. Спосіб розрахунку по методу характеристик опорів

базується на рівнянні:

$$\Delta P = SG^2,$$

де  $G$  – масова витрата води на розрахунковій ділянці, кг/год;

$S$  – характеристика гідравлічного опору ділянки, Па/(кг/год)<sup>2</sup>, визначається по формулі:

$$S = A \left( \frac{\lambda}{d} l + \sum \xi \right),$$

де  $A$  – питомий динамічний тиск на ділянці, Па/(кг/год)<sup>2</sup>, розраховується

за формулою:

$$A = 6,25 / 10^8 \rho d^4,$$

$\lambda$  – коефіцієнт гідравлічного тертя;

$l$  і  $d$  відповідно довжина і внутрішній діаметр трубопровода ділянки системи опалення, м;

$\sum \xi$  – сума коефіцієнтів місцевих опорів.

Цей спосіб отримав широке розповсюдження через схожість результатів розрахунків з реальними експлуатаційними умовами.

Розрахунковий циркуляційний тиск в системі опалення визначається за формулою:

$$\Delta P_{co} = \Delta P_n + B \Delta P_{pr},$$

де  $\Delta P_n$  – тиск, що створюється насосом;  $\Delta P_{pr}$  – природний тиск, що виникає внаслідок охолодження води в опалювальних приладах і трубопроводах системи опалення, Па;  $B$  – коефіцієнт, що визначає частку максимального природного тиску, котру необхідно врахувати. Приймаємо для двотрубно~~ї~~ системи опалення з нижньою розводкою  $B = 0,75$ . Природний тиск, що утворюється внаслідок охолодження води в опалювальних приладах і трубопроводах системи опалення дорівнює:

$$P_{e.op.} = \rho g h_i,$$

де  $h_i$ -вертикальна відстань між усіма умовними центрами охолодження в гори зонтальних приборних вітках, або опалювальних приладах з умовним центром нагрівання.

Результати гідравлічного розрахунку поквартирних систем опалення зведені в таблицю 6.

Таблиця 6

Гідравлічний розрахунок по квартирних систем опалення

Розрахункові величини	Поверх								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Qп.в., Вт	3640	3060	3060	3060	3060	3060	3060	3060	3220
Gп.в., кг/год	157	132	132	132	132	132	132	132	138
V, м/с	0,20	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18
$\Delta P_{потр.п.в.}$ , Па	12726	12442	12311	12313	12426	11707	11464	11561	11622
$S_{потр.}$ , Па/(кг/год) <sup>2</sup>	0,51948	0,71866	0,71109	0,71117	0,71772	0,67619	0,66216	0,66776	0,60620
$S_{без Str}$ , Па/(кг/год) <sup>2</sup>	0,36161	0,36161	0,36161	0,36161	0,36160	0,36161	0,36161	0,36161	0,36161
$S_{потр.Str.}$ , Па/(кг/год) <sup>2</sup>	0,15786	0,35705	0,34948	0,34955	0,35612	0,31458	0,30055	0,30615	0,24459
$\Sigma \xi_{Str.потр}$	188	426	417	417	425	375	359	365	292
$\xi_1$	134,00	335,00	335,00	335,00	335,00	335,00	335,00	335,00	225,00
Ступ. настройки Str.1	1,75	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,50
Ступ. настройки Str.2	2,25	2,00	2,00	2,00	2,00	2,25	2,50	2,50	2,25
$\xi_2$	38,10	85,70	85,70	85,70	85,70	38,10	21,30	21,30	38,10
$\Sigma \xi_{Str}$	172	421	421	421	421	373	356	356	263
$S_{п.в.}$ , Па/(кг/год) <sup>2</sup>	0,5058	0,7142	0,7142	0,7142	0,7141	0,6743	0,6602	0,6602	0,5821
$\Delta P_{п.в.}$ , Па	12392	12364	12364	12364	12364	11674	11430	11430	11159
$H_{п.в.}$ , %	2,63	0,63	-0,43	-0,42	0,50	0,28	0,30	1,13	3,98

### 5.3. Розрахунок опалювальних приладів

У відповідності з додатком 12\* та зміною №2 [1] розрахункова теплова потужність опалювального приладу по формулі:

$$Q_{оп} = 1,1 \cdot (Q_{ог} + Q_{в} + Q_{вн} - 0,9Q_{тр} - Q_{зп}),$$

де  $Q_{ог}$ -тепловий потік через огороджуючі конструкції, кВт;

$Q_{в}$ - втрати теплоти на нагрівання вентиляційного повітря, кВт;

$Q_{вн}$ -втрати теплоти через внутрішні стіни, що відділяють опалювальне приміщення, від суміжного у якому можливе експлуатаційне пониження температури, кВт;

$Q_{тр}$ -тепловий потік від неізольованих трубопроводів, що проходять через приміщення, кВт,

$Q_{зп}$ - тепловий потік від електричного обладнання, кВт.

Тепловий потік опалювального приладу, що відрізняється від нормованих, визначають за формулою:

$$Q = Q_n \cdot \varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b \cdot c \cdot \psi_1 \cdot \psi_2 \cdot \psi_3,$$

де,  $Q_n$  - номінальний тепловий потік опалювальних приладів при нормованих умовах, Вт;

$\varphi_1$  - поправочний коефіцієнт, що враховує змінення теплового потоку опалювального приладу при відміні розрахункового температурного напору  $\Delta t_t$  від нормованого  $\Delta t_n$ ;

$\varphi_2$  - поправочний коефіцієнт, що враховує змінення теплового потоку опалювального приладу при величині при відміні розрахункової витрати води  $G_{оп}$  від нормованої  $G_n$ ;

$b$  - коефіцієнт, що приймається за графіком в залежності від розрахункового барометричного тиску  $P_b$ , гПа для конкретного географічного пункту;

$c$  - поправочний коефіцієнт, який враховує схему руху води в опалювальному приладі та змінення показника степеня  $\rho$  при різних діапазонах витрати теплоносія;

$\psi_1$  - поправочний безрозмірний коефіцієнт, який враховує зменшення теплового потоку опалювального приладу при русі води в ньому за схемою "згори - вниз";

$\psi_2$  - поправочний коефіцієнт на число рядів опалювальних приладів по вертикалі, який враховує зменшення теплового потоку верхніх приладів, що омиваються нагрітим потоком повітря від розташованих нижче приладів;

$\psi_3$  - поправочний коефіцієнт, який враховує зменшення теплового потоку опалювальних приладів при їх установці в два ряди у глибину.

Розрахунок опалювальних приладів здійснюється у такій послідовності:

За формулою обчислюємо температуру води, що надходять у кожний опалювальний прилад:

$$t_{ex} = t_r - \frac{0.86 \times Q_1 \times B_2 \times B_3}{G_{cm}}$$

де  $Q_1$  – сума тепловтрат приміщень, які обслуговуються однією приладовою віткою;

$B_2$ -коефіцієнт урахування додаткових втрат теплоти опалювальними приладами розташованими у зовнішніх огорожень;

$B_3$ -коефіцієнт урахування способу установки опалювальних приладів;

$G_{cm}$ -витрата води в стояку.

Визначаємо перепад температур води в радіаторах за формулою:

$$\Delta t_{o.п.} = \frac{0.86 \times Q_1^* \times B_3}{G_{cm} \times \alpha}$$

Температурний напір в кожному радіаторі обчислюємо за формулою:

$$\Delta t_r = t_{ex} - \frac{\Delta t_{o.п.}}{2} - t_{вн}$$

Розрахункову теплову потужність кожного радіатора обчислюємо за формулою:

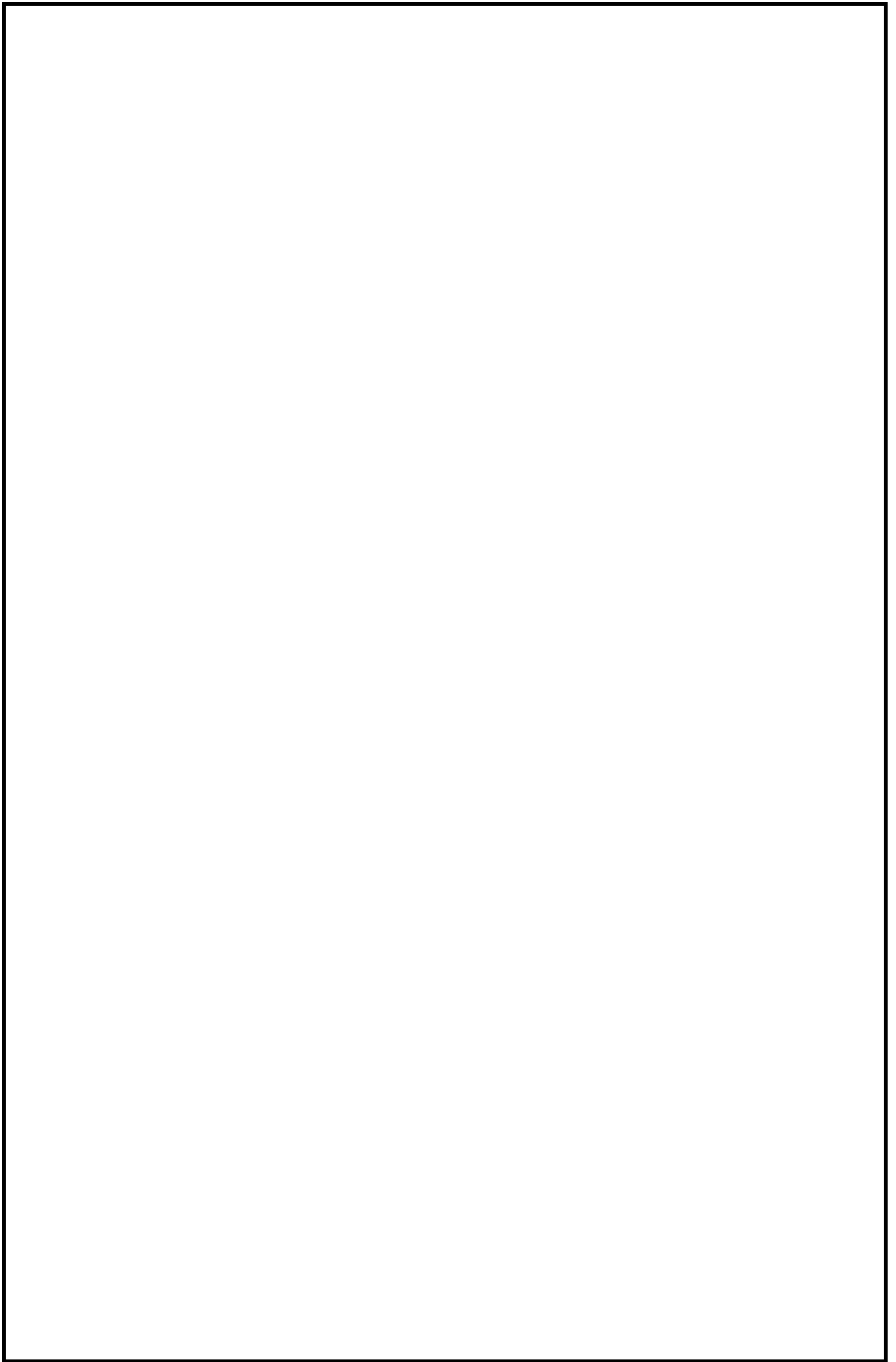
$$Q_{o.п.} = (Q_1 - 0.9 \times Q_{mp}) \times B_2 \times B_3$$

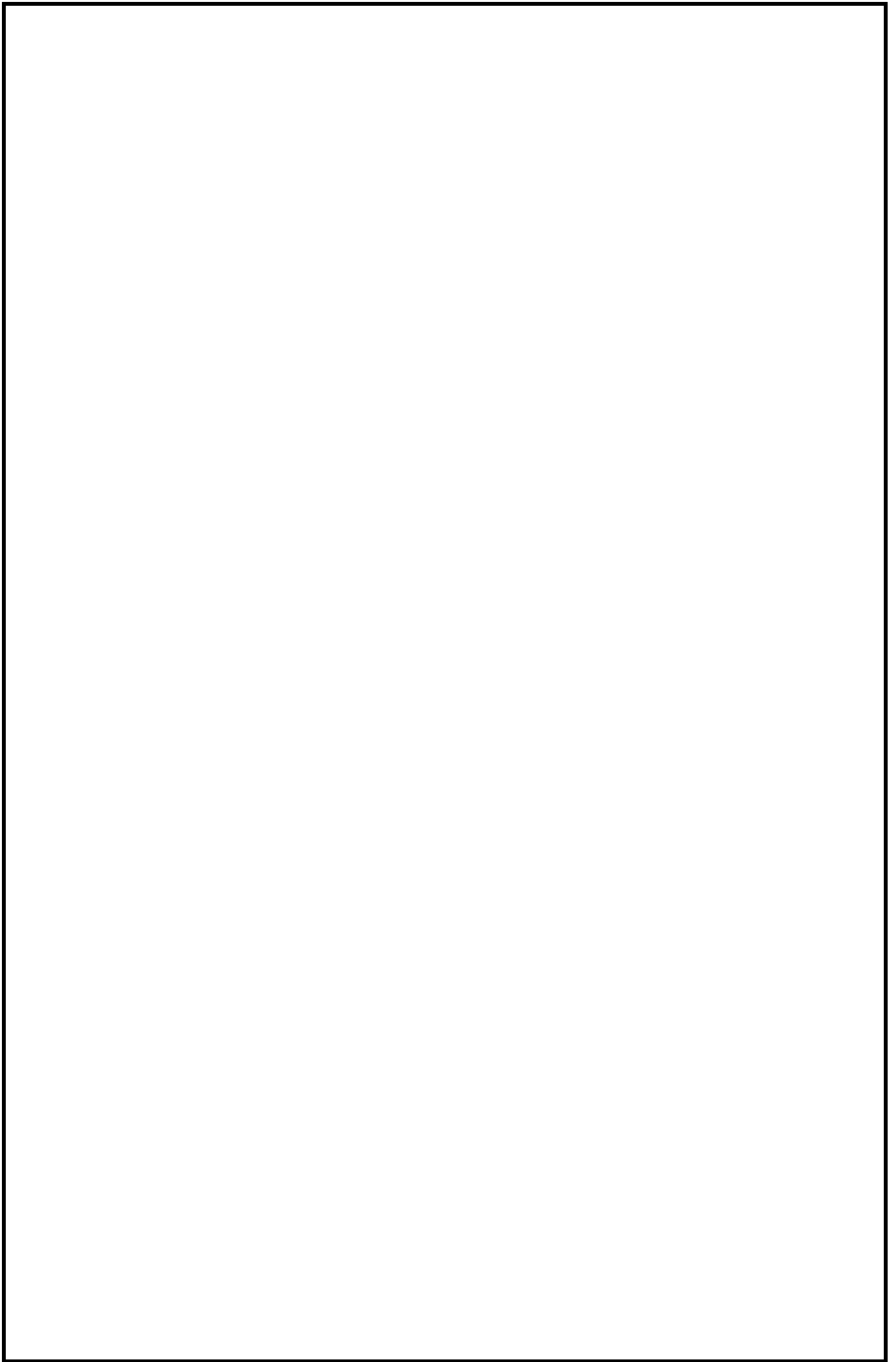
У відповідності з [19] для досягнення найбільш енергозберігаючого ефекту від використання терморегуляторів авторитет опалювального приладу Аоп повинен знаходитись в межах від 0,5 до 1.

Авторитет опалювального приладу – частка необхідної теплопередачі опалювального приладу Qоп від теплової потреби приміщення Qп.

$$A_{op} = Q_{op} / Q_p,$$

Результати розрахунку опалювальних приладів представлені в таблиці 7.





## 6. Експлуатація системи опалення

Надійна робота систем опалення забезпечується проведенням організаційних та технічних заходів. До складу організаційних заходів входить розробка структури служби експлуатації та ремонту систем теплоспоживання, в задачі якої входить планування, матеріально-технічне забезпечення, розробка технічної документації, контроль за вірною експлуатацією та дотримання техніки безпеки, підготовка кадрів і т.і. Технічні заходи передбачають технічне обслуговування та ремонт систем опалення, дотримання необхідних режимів роботи системи тепlopостачання. Організаційна структура експлуатації систем тепlopостачання залежить від типу та потужності системи тепlopостачання, характеру теплоспоживання.

На невеликих промислових підприємствах експлуатацію систем опалення покладено на інженерів або техніків, що підпорядковані головному механіку підприємства та керують черговими слюсарями - сантехніками. Ремонт всіх санітарно - технічних систем, як правило, виконуються силами виробничих цехів або ремонтно-механічним цехом підприємства. Надійна та економічна робота системи опалення і теплових пунктів забезпечується виконанням наступних заходів системи планово-попереджувальних ремонтів (ППР): плануванням профілактичних та ремонтних робіт з визначенням їх трудомісткості для різноманітних видів обладнання; встановленням тривалості ремонтних циклів, міжремонтних періодів і структури ремонтних циклів з врахуванням специфіки роботи обладнання; організацією проведення запланованих робіт, забезпечення їх необхідними матеріалами, запчастинами, технічною документацією; розробкою основних правил по обслуговуванню та ремонту обладнання з дотриманням вимог техніки безпеки; контроль за якістю робіт, що виконуються .

Система ППР включає міжремонтне обслуговування, періодичні профілактичні роботи, планові (поточний та капітальний) ремонти.

Міжремонтне обслуговування включає в себе спостереження за станом обладнання, усуненням незначних неполадок, налагодження теплових

пунктів і систем опалення, дотримання в умовах експлуатації діючих інструкцій і правил техніки безпеки.

Перед вводом в експлуатацію тепловий пункт повинен бути відремонтований, промитий та опресований. Слюсарі - обходчики не менше одного разу в два тижня перевіряють стан приміщень, обладнання, запірно -регулюючої арматури трубопроводів, контрольно- вимірювальних приладів та засобів автоматики, наявність пломб на елеваторах, дросельних діафрагмах і приладах, призначених для обліку теплової енергії. Після цього в журнал теплового пункту заносять значення тиску температури та витрати води , заносять всі виявлені неполадки і відмітки про їх усунення. На кожний тепловий пункт складають паспорт.

Основними задачами технічного обслуговування системи опалення є:

- підтримання системи в робочому стані;
- систематичний контроль за її роботою;
- усунення незначних неполадок;
- забезпечення правильної експлуатації системи.

Слюсарі-сантехніки по технічному обслуговуванню повинні періодично оглядати ситему опалення для виявлення недоліків в її роботі та їх усуненню. Опалювальні прилади, трубопроводи і запірно-регулюючу арматуру слід оглядати не менше двох разів за опалювальний сезон з метою контролю якості обігріву приміщень, перевірки щільності з'єднань і стану кріплення опалювалювальних приладів та трубопроводів. Обхід всієї системи опалення виконують два рази в рік: осінню- при перевірці готовності системи до опалювального сезону і весною- для виявлення неполадок і уточнення об'єму робіт по плановому ремонту, який виконується в літній період. Незначні неполадки усувають нагайно. При незначній течії в трубах допускається встановлення тимчасових хомутів. Теплову ізоляцію, що вийшла з ладу, удаляють ,труби очищують від іржі, покривають антикорозійним шаром, після чого накладають нову теплову ізоляцію.

Обслуговуючий персонал зобов'язаний усувати неполадки за заявками споживачів виконувати поточний ремонт, брати участь в планових ремонтах системи опалення, ліквідації аварій.

При кожному обході системи опалення необхідно з неї випускати повітря через повітрозбірники, повітряні труби та повітряні крани біля опалювальних приладів.

Обслуговуючий персонал повинен знайомити споживачів з правилами експлуатації систем опалення, засобом регулювання тепловіддачі опалювальних приладів, пояснювати причини їх незадовільної роботи.

Після закінчення опалювального сезону для запобігання проникнення повітря до системи опалення до початку ремонту її залишають заповненою сітьовою водою.

В процесі підготовки до опалювального сезону система повинна бути відремонтована, промита, а також підлягає гідравлічному випробуванню.

Профілактичні роботи, що проводяться згідно з графіком ППР, включають періодичні огляди та профілактичні випробування.

Огляди проводяться для обладнання, яке характеризується великою трудомісткістю ремонту. Під час огляду перевіряють стан обладнання, виконують дрібний ремонт, чистку, промивку, виявляють дефекти експлуатації. Періодичність огледів встановлює головний інженер підприємства.

Профілактичні випробування як самостійні операції планують і проводять раз на рік в літній період між двома черговими плановими ремонтами тільки для особливо відповідального обладнання.

Поточний ремонт є основним видом профілактичного ремонту, спрямованого на забезпечення тривалої та безвідмовної роботи системи опалення, попередженні її зношення та усунення неполадок. Під час його проведення обладнання теплового пункту та системи опалення відключається від теплової мережі і виконують необхідні ремонтні операції. Поточний ремонт теплових пунктів та систем опалення виконують в літній період.

Найбільш характерними роботами дід час поточного ремонту є: заміна окремих ділянок трубопроводів та, при необхідності, опалювальних приладів; часткова заміна негідної запірно-регулюючої арматури, фланців та прокладок; відновлення теплової ізоляції трубопроводів; чистка та ремонт повітрозбірників та іншого обладнання теплових пунктів і систем опалення.

Здача в перевірку контрольно-вимірювальних приладів; промивка системи та її гідравлічне випробування.

Капітальний ремонт є складним і повним по об'єму видом планового ремонту. При його проведенні виконується повне розбирання обладнання теплових пунктів, відновлення та заміна зношених деталей, налагодження обладнання та мережі трубопроводів. При проведенні капітальних ремонтів передбачаються заходи, щодо покращення техніко-економічних показників систем, підвищення їх ефективності внаслідок реконструкції та модернізації обладнання.

При проведенні ремонтних робіт необхідно суворо дотримуватися правил техніки безпеки. Тепловий пункт, що підлягає ремонту, повинен бути за допомогою запірної арматури вимкнений з теплової мережі. Проводити ремонтні роботи при надлишковому тиску в трубопроводах забороняється.

## 7. Автоматика систем опалення

### 7.1 Функції систем автоматики.

Сучасні технологічні та виробничі процеси вимагають безперервного спостереження за різними показниками. Відхилення параметрів від заданих значень призводить до порушення виробничих процесів. В деяких випадках недопустиме відхилення загрожує здоров'ю людей.

Сучасні громадські будівлі обладнують важким санітарно-технічним обладнанням. Складне обладнання, велика кількість величин, що потребують безперервного та точного контролю, ускладнюють роботу обслуговуючого персоналу. Єдиним засобом, що дозволяє звільнити людину від стомлюючих операцій і забезпечити точність ведення процесів, є автоматизація виробництва.

Невід'ємними елементами автоматизації є дистанційне і автоматичне управління силовими електроприводами обладнання і виконуючими механізмами регулюючих органів, технічне і захисне блокування, а також світлова і звукова сигналізація.

Головною функцією системи автоматизації є підтримання в приміщенні необхідних параметрів у проєктованих приміщеннях. Зокрема у приміщенні залу ресторану необхідно підтримувати

у теплий період року  $t_{в}=24^{\circ}\text{C}$ , у холодний період  $t_{в}=21^{\circ}\text{C}$

$$\varphi < 65\%$$

Крім того автоматизація вміщує в себе наступні функції:

1. Всі види вимірів необхідних параметрів, в тому числі місцевий контроль, дистанційне вимірювання, автоматичний контроль з автоматичним записом параметрів на спеціальних діаграмах.

2. Всі види управління, тобто місцеве управління, телеуправління, зблоковане та автоматичне управління.

3. Всі види світлової та звукової сигналізації, в тому числі сигналізації роботи обладнання, технологічної сигналізації, що сповіщає про граничні значення параметрів.

4. Автоматичне регулювання, що вміщує автоматичне регулювання заданими значеннями параметра регулюємої величини, програмне та спостерігаюче регулювання.

Керування силовими приводами і електричними виконуючими механізмами, контроль і сигналізація виконуються за допомогою електроапаратури, яка використовується в усіх галузях будівництва. Найбільш розповсюдженими елементами керування і автоматизації є реле різних типів, підсилювачі сигналів, лампи і табло, дзвінки.

Керування санітарно-технічними системами можна умовно розділити на місцеві, дистанційні та автоматичні.

Місцеве управління — здійснюється за допомогою апаратури, яка розміщена на невеликій відстані механізму. Місцевий контроль виконується за допомогою показуючих приладів. Він передбачається для наступних параметрів: температури зовнішнього повітря, повітря в приміщенні, припливного повітря, теплоносія на вході та виході з калорифера, тиску повітря або перепаду тисків в повітропроводах та в приміщеннях, де потрібно підтримувати тиск чи перепад тисків.

Дистанційне керування здійснюється технічним обладнанням на відстані. Дистанційний контроль рекомендується застосовувати тільки для основних параметрів, що характеризують роботу систем в цілому. Самозаписуючі прилади слід застосовувати лише в тих випадках, коли якість технологічного виробу залежить від параметрів повітря в приміщенні, що вентилюється. Слід передбачати сигналізацію відхилень параметрів, які можуть привести до аварій обладнання системи вентиляції, або погіршенню якості технологічного виробу.

При індивідуальному дистанційному управлінні кожен двигун вмикається та вимикається окремою кнопкою або ключем, також вимикаються повітряні клапани. Сигналізація відбувається за допомогою сигнальних ламп.

Автоматичне керування дозволяє керувати техобладнанням в залежності від протікання технологічного процесу чи по заданій програмі. Автоматичне регулювання передбачається для стабілізації температури

припливного повітря, або повітря в приміщенні. Крім стабілізації температури припливного повітря при автоматичному регулюванні забезпечується синхронізація роботи виконавчих механізмів, які управляються одним регулятором.

При автоматизації санітарно-технічного обладнання силові прилади і виконуючі, мають так звані блокуючі зв'язки, які управляються місцевими, автоматичними або дистанційним керуванням (в різних залежностях).

### 7.2 Указівки про заходи для техніки безпеки

При підготовці системи до роботи необхідно додатково до основних операцій по підготовці технологічного устаткування до роботи перевірити наявність заземлення на стійках, панелях і пультах, де розміщені технічні засоби СА, а також перевірити цілість і міцність кріплення живих силових кабелів на клемних колодках, що підводять, чи автоматичних вимикачах.

При перевірці і підготовці до роботи шаф і пультів, у яких розміщені технічні засоби СА, необхідно остерігатися механічних ушкоджень від відкритих дверей (кришок), а по закінченні цих робіт обов'язково щільно закрити їх.

При експлуатації СА необхідно дотримувати додаткові заходи обережності при огляді керованих із СА електроприводів, тому що вони автоматично можуть чи включитися змінити швидкість обертання.

### 7.3 Зведення про склад персоналу

До експлуатації СА допускається оперативний персонал (технологи, оператори) і обслуговуючий персонал (інженери СА, наладчики і прибористи)

До роботи із СА допускаються особи, які вивчили дійсний документ, інструкцію з техніки безпеки при роботі на даному устаткуванні, а також минулий місцевий інструктаж з техніки безпеки праці і навчання прийомам і методам роботи із СА.

Обслуговуючий персонал повинний мати кваліфікаційну групу не нижче 3-й і 3-4-й розряд.

Оперативний і обслуговуючий персонал повинний пройти навчання по пристрої і правилам експлуатації СА і допускається до роботи із СА після здачі кваліфікаційного іспиту і видання відповідного наказу по підприємстві.

Навчання оперативного й обслуговуючого персоналу проводиться по експлуатаційній документації на СА з залученням, при необхідності, фахівців розроблювача СА.

Допуск оперативного й обслуговуючого персоналу до роботи із СА визначає кваліфікаційна комісія підприємства, до складу якої включаються представники постачальника СА.

#### 7.4 Порядок перевірки правильності функціонування СА

Зміст основних перевірок СА обслуговуючим персоналом

Основні перевірки правильності функціонування СА полягають в аналізі інформації:

про тестові перевірки працездатності СА ;

про правильність виконання функцій СА .

Тестові перевірки працездатності СА включають:

перевірку стану технічних засобів СА ;

перевірку роботи програмного забезпечення СА .

Перевірки правильності виконання функцій СА включають:

перевірку відповідності стану технологічних параметрів режимним параметрам, що задаються в регламенті;

перевірку відповідності стану устаткування режимним параметрам, що задаються в регламенті;

перевірку відповідності повідомлень про стан технологічних параметрів і устаткування системи.

Інформацію про стан технічних засобів СА чи оператор обслуговуючий персонал спостерігає:

на ПУ - при відсутності зв'язку зі ЩМУ чи ЩА - по індикаторах відповідного устаткування (вентиляторів, клапанів, регуляторів), по СД "ВКЛ", "ДИСТ", відсутність силового харчування й ін.;

на модулях контролера ШУ - по індикаторах на модулях харчування, контролера і введення-висновку сигналів.

Інформацію про стан програмного забезпечення СА чи оператор обслуговуючий персонал спостерігає за повідомленнями на ПУ чи стану індикаторів на модулі контролера: повинні мигати світодіоди - внутрішньосистемного контролю, обміну з ПУ.

Більш докладну інформацію про стан програмно-технічних засобів СА можна одержати у відповідних тестах і буферних файлах, формованих програмою контролера.

Тестова перевірка технічних засобів проводиться з ПУ при вході в один з тестових каталогів. Інформація, що знаходиться в них, аналізується фахівцями постачальниками устаткування налагоджувальної організації.

Методика основних перевірок правильності виконання функцій СА

Інформацію про стан технологічних параметрів і устаткування оператор одержує з пульта керування ШУі з місцевих щитів і приладів.

Це дозволяє оператору оцінити правильність виконання необхідних функцій системою.

При необхідності оператор за допомогою клавіатури для видачі команд і вибору різних режимів роботи може переконатися в правильності дій системи в позаштатних і аварійних ситуаціях.

## 7.5 Указівки про дії в різних режимах

Дії при пусковому режимі

Дії оперативного персоналу при пусковому режимі полягають у проведенні операцій по підготовці устаткування до пуску: виконанні необхідних ручних операцій по включенню устаткування, включенню електроживлення системи, а також включенню і контролю технологічного устаткування.

Дії при зупинному режимі

Дії оперативного персоналу при зупинному режимі полягають у проведенні операцій по відключенню устаткування: відключенню електроживлення системи, відключенню всього технологічного устаткування.

Дії при предаварійному стані

Дії оперативного персоналу при предаварійному стані об'єкта автоматизації полягають у відстеженні оператором предаварійних ситуацій і прийнятті відповідних рішень по усуненню предаварійної ситуації.

Дії оперативного персоналу при аварійному стані системи кондиціонування полягають у відстеженні причини аварії, контролі за відключенням всього електроустаткування, якщо воно саме не є причиною останова. Тому після визначення причини останова оператор здійснює перевірку роботи устаткування з використанням дистанційного режиму.

Дії при аварійному відключенні технічних засобів системи

Дії оперативного персоналу при аварійному відключенні технічних засобів полягають у визначенні причини несправності технічних засобів і її усуненні з залученням, при необхідності, фахівців підприємства-постачальника системи.

Якщо відмовлення викликало часткове відключення устаткування системи, оперативний персонал повинний забезпечити підтримку параметрів кондиціонування за допомогою ручних засувок, використовуючи, при необхідності, дистанційний чи ручний режим керування працездатним устаткуванням.

# **ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНО-МОНТАЖНИХ РОБІТ**

Організація будівельного виробництва - це сукупність технічних, технологічних і організаційних рішень, що забезпечують правильне виробництво робіт і своєчасне забезпечення об'єкта технологічними обладнанням, будматеріалами і робочими ресурсами.

Цілю організації будівельного виробництва є максимально вдале поєднання трудового процесу: знаряддя праці і предметів праці для досягнення максимальної працездатності.

На сучасному етапі будівництво представляє собою складну динамічну систему і забезпечує всіх елементів будівельного виробництва можна тільки при умові припинення наукової системи її методики організації, планування і керування будівництвом.

### **Проект виробництва робіт.**

Для створення необхідних умов своєчасного і планомірного виконання будівельне - монтажних робіт розробляється проект організації робіт.

Вихідні дані для розробки проекту організації робіт є: проектно - кошторисна документація, затверджені строки виробництва робіт, діючі норми і розрахунки на виробництво монтажних робіт і правила по охороні праці.

Проект виробництва робіт складає монтажна організація на основі робочих креслень.

В проекті виробництва робіт визначається:

- почерговість виконання робіт;
- строки виконання робіт;
- методи виробництва робіт;
- необхідність в матеріалах;
- строки їх поставки;
- необхідність в робочий силі і транспортних засобах.

## **Вибір методу організації монтажних робіт.**

Організація монтажних робіт може вироблятися послідовним, паралельним і поточним методом.

**Послідовний метод** заключається в тому, що наступний вид робіт починається тільки після закінчення попереднього. Недоліком методу є те, що збільшуються строки будівництва.

**Паралельний метод** заключається у проведенні робіт паралельно з будівництвом. В цьому випадку комплекс робіт розбивається на самостійні ділянки - захватки, які можуть бути виконані незалежно від інших робіт, які можуть бути виконані незалежно від інших робіт.

**Поточний метод** - об'єкти поділяються на ряд захваток, а комплекс робіт поділяється на ряд циклів однакової трудоемності. Кожна бригада виконує свій цикл, а потім переходить із однієї захватки на іншу. Цей метод ефективний на будівництві цілих комплексів.

## **Складання календарного плану монтажних робіт.**

Календарний план будівельне - монтажних робіт складається з двох частин:

- лівої - розрахункової,
- правої - графічної;

Порядок розробки календарного плану;

- визначають номенклатуру та об'єм робіт по робочим кресленням, методи виробництва кожного виду робіт та обирають механізми, необхідні для їх виробництва;
- розраховують в людино - діб трудоемність робіт; встановлюють зміну робіт;
- виявляють технологічну послідовність та тривалість кожної з робіт;
- визначають склад бригади ланцюгів;
- встановлюють процент виконання норм виработки;

- складають праву частину плану.

Номенклатуру робіт складають в технологічній послідовності її виконання. При цьому окремі дрібні роботи групуються, а їх трудоемність підсумовують та показують однією лінією.

Тип та потужність машин для будівництва зовнішніх теплових мереж обирають виходячи з об'ємів робіт, умови та строків будівництва.

Графік робіт (права частина календарного плану) уявляє собою лінійне зображення технологічного процесу монтажу, починає з підготовчих робіт до здавання в експлуатацію. Кожній роботі чи групі робіт відповідає лінія, довжина якої відповідає строку виконання даного процесу.

Зверху над лінією вказують кількість робочих, зайнятих у виробництві робіт.

Загальний відсоток виконання норм будівельне - монтажних робіт:

$$V_0 = Q_{\text{норм}} / Q_{\text{план}} \cdot 100\%$$

де  $Q_{\text{норм}}$  ~ нормативна трудоемність, визначають підсумком даних, люд / діб;

$Q_{\text{норм}}$  - планувальна трудоемність по календарному графіку руху робочих, люд / діб. (Кількість днів помножують на кількість робочих).

Моделі календарного плану у вигляді циклограм дають можливість відобразити розвиток будівельних процесів у часі та просторі, і крім цього вказує на технологічний взаємозв'язок всіх робіт

## **ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА**

Вартість будівництва визначається за ДБН.Д.1-1-200.

Дійсні будівельні норми встановлюють основні правила визначення вартості будівництва, розширення, реконструкції, технічного переоснащення підприємств, ремонту житла та ін. видів будівництва.

Для будівництв, фінансування яких здійснюється за рахунок не бюджетних коштів, дані норми носять рекомендаційний характер.

Правила поширюються на підрядний, господарчий и змішаний способи будівництва.

Система ціноутворення в будівництві містить кошторисні нормативи, правила визначення вартості будівництва і складання інвесторської кошторисної документації.

Кошторисні нормативи – це узагальнена назва комплексу кошторисних норм, які об'єднуються в окремі збірники. Разом з правилами і положеннями, що містять необхідні вимоги, вони служать для визначення вартості будівництва.

Кошторисною нормою називається сукупність ресурсів, встановлена на прийнятій визначник будівельних і монтажних робіт, а також конструкцій, виражається як правило в натуральних (фізичних) величинах або у відносній формі (у вигляді коефіцієнтів).

Головна функція кошторисних норм – визначення нормативної кількості ресурсів, необхідних для виконання відповідного виду робіт, як основи для наступного переходу до цінових показників.

В кошторисних нормах врахований повний комплекс операцій, необхідних для виконання певного виду робіт в нормальних умовах труда, що не ускладнені зовнішніми факторами.

При виконанні робіт в ускладнених умовах до кошторисних норм застосовуються коефіцієнти, що приведені в загальних вказівках до нормативів.

Під звичайними умовами виконання робіт мається на увазі виконання робіт, складування, внутрішньо будівельне транспортування необхідних

матеріалів, виробів і конструкцій без впливу специфічних факторів і умов, що ускладнюють роботу.

Коефіцієнти до нормативних показників, приведені в окремих збірниках кошторисних норм, не застосовуються до норм інших збірників кошторисних норм за винятком випадків, обумовлених в технічних частинах відповідних збірників.

Вартість будівництва відображена у договірній ціні на будівельні роботи.

Договірна ціна формується на підставі кошторисних розрахунків.

Кошторисна документація складається зі зведеного кошторису, який в свою чергу складається з об'єктних та локальних кошторисів.

В локальному кошторисі розраховується вартість якогось одного виду робіт або вартість робіт по одній частині великого об'єкту.

Локальні кошторису по об'єкту об'єднуються у об'єктний кошторис, тобто до нього вже входить вартість робіт по декільком роботам або частинам об'єкту.

І нарешті в зведеному кошторисі відображена ціна об'єкту в цілому.

В кошторисах окрім безпосередньої вартості робіт і витрат труда відображаються різні статті витрат організацій, такі як адміністративні витрати, податок на додану вартість і т. і.

Щоб виділити лише цінові показники по кошторисам, існує зведений кошторисний розрахунок.

**ΟΧΟΡΟΝΑ ΠΡΑΨΙ**

**1. АНАЛІЗ ПРОЕКТУ ПО ОСНОВНИМ НЕБЕЗПЕЧНИМ ТА ШКІДЛИВИМ ФАКТОРАМ, ЩО ДІЮТЬ ПРИ СПОРУДЖЕННІ ОБ'ЄКТУ**

Таблиця

<b>№ п/п</b>	<b>Небезпечні та шкідливі виробничі фактори</b>	<b>Джерело, види робіт</b>	<b>Кількісні оцінки</b>	<b>Норматив</b>
1.	Падіння людей з висоти	Монтажні	h=4,0 м, h=4,2 м	СНиП III-4-80* п.12.2-12.12 ГОСТ23407-78
2.	Падіння предметів з висоти	Монтажні	h=4,0 м, h=4,2 м	СНиП III-4-80* п.12.2-12.4 п.12.12;12.15 т.1
3.	Електричний струм	Експлуатація технологічної оснастки	U=380В	СНиП III-4-80* п.4.2-4.8;4.11 п.4.13,п.4.16
4.	Вібрація	Наладка і пуск систем в дію	f=150 Гц, v=0,02м/с	ДБН 3.3.6-039-99
5.	Виробничий шум	Наладка і пуск систем в дію	Рівень < 85 Дб	ДСТУ 2325-93 ГОСТ 12.1003-83*
6.	Освітлення робочих місць	Монтажні	30 лк	СНиП II-4-79 ГОСТ12.1.046-85 ГОСТ 12.1.005-88
7.	Шкідливі речовини	Зварювальні	ГДК <sub>CO2</sub> = 1,20 мг/м <sup>3</sup>	СНиП III-4-80* п.8.8-8.14

8.	Атмосферна електрика	Блискавкозахи ст	Сердне число ударів на 1 км <sup>2</sup> - 7	РД 34.21.122 - 87
9.	Термічний фактор	Зварювальні	t <sub>зварки</sub> = = 1200 °С	СниП III-4-80* п.15.7 п.8.5-8.8
10.	Пожежна небезпека	Зварювальні	Категорія пожежонебезпечності – А. Межа вибухонебезпечності – 65 г/м <sup>2</sup> . Ступінь вогнестійкості – II	НАПБ Б 07.005-86 ППБ-05-86 ОНТП24-86 НАПБ А 0.00-1.01-95

## 2. ЗАХОДИ ПРОФІЛАКТИКИ ВИЯВЛЕНИХ ФАКТОРІВ

### 2.1. Падіння людей з висоти

Організація робочого місця повинна забезпечувати безпеку праці, а також безпечний та зручний доступ до робочого місця. Одною з основних вимог безпечної праці по відношенню до організації безпечних умов праці монтажників – є застосування захисних пристосувань в місцях виробництва монтажних робіт.

Безпека працюючих на висоті при прийманні, встановленні та проектному закріпленні конструкції забезпечує, як правило, застосування засобів колективного захисту. При цьому найбільш часто застосовуються приставні сходи з робочими площадками, металеві площадки, підмостки по підкрановим балкам, а також площадки для з'єднання стиків збірних залізобетонних колон багатоповерхових будівлях.

Поряд з вищеперерахованими засобами колективного захисту в даний час застосовуються захисні сітки з синтетичних матеріалів: капронові та лавсанові.

## **2.2. Падіння предметів з висоти**

Падіння предметів з висоти в процесі монтажу являється одним з найбільш вирішальних факторів профілактики виробничих травматизмів.

В практиці монтажу будівельних конструкцій мали місце втрати міцності та стійкості конструкцій із-за недостатнього врахування по будь-яким організаційно-технічним причинам степені впливу на них монтажних навантажень.

Нормами проектування будівельних конструкцій передбачається забезпечення їх міцності та стійкості в процесі монтажу. У відповідності з цим в проектах будівельних конструкцій приводять місця строповки, якізначаються виходячи з потреб. Розташування зв'язків, які забезпечують стійкість закріплених конструкцій, вирішується в проекті виробництва робіт.

## **2.3. Електричний струм**

При виконання робіт поблизу струмоведучих частин, які знаходяться під напруженням, існує небезпека випадкового до них торкання.

Основні ізолюючі електрозахисні засоби, які можуть довгий час витримувати робоче напруження та їх використання дає можливість торкання до частин електроустановки яка знаходиться під напруженням (до 1000В). До них відносяться діелектричні гумові рукавиці, інструмент з ізольованими рукоятками, струмошукачі, в електроустановках напруження вище 1000В – ізолюючі штанги, ізолюючі та струмоведучі клещі.

## **2.4. Вібрація**

Розробка заходів по захисту від вібрації робочих місць повинна починатися на стадії проектування технологічних процесів та машин, розробки плану виробничого приміщення, схеми організації робіт. Методи зменшення шкідливих вібрацій від працюючого обладнання можна поділити на дві основні групи: 1) методи, ґрунтовані на зменшенні інтенсивності збуджуючих сил в джерелі їх виникнення; 2) методи послаблення вібрації на шляху їх розповсюдження через опорні зв'язки від джерела до інших машин та будівельних конструкцій.

Технологічні засоби по боротьбі з шкідливими вібраціями складаються з вибору таких технологічних процесів, в яких використовуються машини, які збуджують мінімальні динамічні навантаження.

Ефективним засобом боротьби з шкідливою вібрацією є пасивна віброізоляція з застосуванням віброгасячих основ.

## **2.5. Виробничий шум**

До технологічних заходів по боротьбі з шумом відноситься вибір таких технологічних процесів, в котрих використовуються механізми та машини, які збуджують мінімальні динамічні навантаження.

Для захисту працюючих в виробничих приміщеннях з шумним обладнанням, застосовуються: звукоізоляція допоміжних приміщень, суміжних з шумною виробничою ділянкою; кабінки наглядання та дистанційного управління; акустичні екрани та звукоізоляційні кожухи; обробку стін та стелі звукопоглинаючим облицюванням або застосування штучних поглиначів.

В необхідних випадках засоби колективного захисту доповнюються застосуванням засобів індивідуального захисту від шуму у вигляді різних навушників, вкладишів, шлемів.

## **2.6. Освітлення робочих місць**

Освітленість на робочих місцях повинна відповідати характеру зорової роботи. Збільшення освітленості робочих поверхонь підвищує продуктивність праці. Однак існує межа, при якій подальше збільшення освітленості не дає ефекту та є економічно недоцільно.

Достатньо рівномірне розподілення яскравості на робочій поверхні. При нерівномірній яскравості в процесі праці очі вимушені переадаптуватися, що призводить до стомлення зору.

Відсутність різких тіней на робочих поверхнях. В полі зору людини різкі тіні призводять до викривлення розмірів та форм об'єктів, що збільшує стомленість зору, а рухомі тіні можуть призвести до травматизму.

Постійність освітленості по часу. Коливання освітленості викликають переадаптацію ока, призводять до значного стомлення.

## **2.7. Шкідливі речовини**

При виконанні ізоляційних робіт із застосуванням волокнистого азбесту, мінераловати та шлаковати в повітряне середовище виділяється пил. При роботі з ізоляційними матеріалами необхідно користуватись індивідуальними засобами захисту органів дихання і очей (респіратори та окуляри). Ізолювальники повинні бути забезпечені бавовняними комбінезонами, шкіряним взуттям та брезентовими або гумовими рукавицями.

Шлаковату, мінераловату або волокнистий азбест, що застосовується при ізоляційних роботах, необхідно підіймати на висоту у спеціальній тарі (контейнерах), обережно складати та не кидати.

## 2.8. Атмосферна електрика

Для захисту будинку від блискавки на покрівлі будівлі встановлена блискавкоприймальна сітка (кроком 0,5x0,5м, Ø 0,25мм). Блискавкоприймальна сітка з'єднується з контуром заземлення за допомогою токовідводів, виконаних з круглої сталі діаметром 10мм.

## 3. ЧАС ЕВАКУАЦІЇ ЛЮДЕЙ ІЗ ОКРЕМИХ ПРИМІЩЕНЬ І БУДИНКУ В ЦІЛОМУ

Розрахунковий час евакуації людей із приміщень і будинків визначають по розрахунковому часі руху одного або багатьох людських потоків через евакуаційні виходи від найбільш віддалених місць розміщення людей.

При розрахунку весь шлях руху людського потоку поділяється на відрізки (прохід, коридор, дверний тамбур) довжиною  $L_i$ , шириною  $W_i$ . Початковими відрізками являються проходи між робочими місцями, обладнанням, рядками крісел і т.д.

При розрахунку розрахункового часу довжина і ширина кожного відрізка шляху евакуації приймається по проекту. Довжина шляху по сходишковим маршам, а також пандусам вимірюється по довжині маршу. Довжина шляху в дверному отворі приймається рівною нулю. Отвір, розміщений в стіні товщиною більше 0,7м, а також тамбур слід приймати як горизонтальний шлях, маючий кінцеву довжину  $l_i$ .

Розрахуємо час евакуації людей з одного відрізка загального шляху евакуації, а саме з одного поверху.

Розрахунковий час евакуації людей  $t_p$  визначається як сума часу руху людського потоку по окремим частинам шляху:

$$t_p = t_1 + t_2 + \dots + t_i,$$

де  $t_1$  – час руху людського потоку на першому відрізку, хвил;  $t_2, \dots, t_i$  – час руху людського потоку на кожному із слідуєчих після першого відрізка шляху, хвил.

Час руху людського потоку на першому відрізку шляху:  $t_1 = l_1/u_1$ ,

де  $u_1$  – швидкість руху людського потоку на горизонтальному шляху на першому відрізку визначається по табл 26.2 (7) в залежності від густини  $D_1$ , м /хв.

Густина людського потоку  $D_1$  на першому відрізку шляху ,маючи довжину  $L_i$  і ширину  $v_i$  рівна :

$$D_1 = N_1 f / l_1 v_1,$$

де  $N_1$ - кількість людей на першому відрізку;  $f$  – середня площа горизонтальної проекції людини, прийнята по табл 26.1 (7).

$$D_1 = 5 \times 0.125 / 29.75 \times 11.25 = 0.003 \text{ м/хв};$$

$$t_1 = 29,75 / 100 = 0,29 \text{ хв};$$

$$D_2 = 5 \times 0.125 / 29.75 \times 11.25 = 0.003 \text{ м/хв};$$

$$t_2 = 29,75 / 100 = 0,29 \text{ хв};$$

$$D_3 = 5 \times 0.125 / 29.75 \times 11.25 = 0.003 \text{ м/хв};$$

$$t_3 = 29,75 / 100 = 0,29 \text{ хв};$$

$$D_3 = 5 \times 0.125 / 29.75 \times 11.25 = 0.003 \text{ м/хв};$$

$$t_3 = 29,75 / 100 = 0,29 \text{ хв};$$

$$D_5 = 20 \times 0.125 / 32,5 \times 15 = 0.01 \text{ м/хв};$$

$$t_5 = 32,5 / 100 = 0,32 \text{ хв};$$

Розрахунковий час евакуації людей  $t_p$ :

$$t_{\Sigma} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4,$$

$$t = 0.29 + 0.29 + 0.29 + 0.29 + 0.32 = 1,48 \text{ хв}.$$





**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ  
ЛІТЕРАТУРИ**

1. ДБН В.2.5-67: 2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. – Чинні від 01.09.2013 – 167 с.

2. ДСТУ–Н Б В.1.1-27: 2010. Будівельна кліматологія.

3. Методичні вказівки до курсового проекту "Гаряче водопостачання та тепловий пункт жилого будинку" для студентів напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» професійного спрямування "Теплогазопостачання та вентиляція" усіх форм навчання /Укладачі: О.В. Гвоздецький, В.І. Романтовський, І.І. Улан-ченко. – Харків: ХНУБА, 2015. – 88 с.

4. Теплові мережі. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди: ДБН В.2.5-39:2008. – [Чинні з 2008-01-07]. – Офіц. вид.

– К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 56 с. – (Державні будівельні норми України).

5. ДСТУ Б А.2.4-1:2009. СПДБ. Умовні зображення і позначення трубопро- водів та їх елементів.

6. ДСТУ Б А.2.4-8:2009. СПДБ. Умовні графічні зображення і позначки елементів санітарно-технічних систем.

7. П.М. Єнін, Н.А. Швачко. Теплопостачання. – К.: Кондор, 2007. – 242с.

8. Методичні вказівки до виконання розділу «Теплотехнічний розрахунок і підбір огорожувальних конструкцій» курсового проекту / уклад.: Ю.К. Росковшенко, О.П. Любарець, М.П. Сенчук, В.О. Мілейковський, В.О. Любарець. – К.: КНУБА, 2013. – 32 с.

9. Методичні вказівки до виконання розділу «Гідравлічний розрахунок систем водяного опалення» курсового проекту з дисципліни О85 опалення для студентів напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» за професійним спрямуванням «Теплогазопостачання і вентиляція» / Уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Мілейковський, В.О.Любарець. – К.: КНУБА, 2015. – 40с.

10. Методичні рекомендації до практичних занять, курсового та дипломного проектування з курсу “Опалення” на тему: “Тепловий розрахунок опалювальних приладів систем водяного опалення” для студентів спеціальності 7.092108 .“Теплогазопостачання і вентиляції”/Укл. Є.С.Зайченко – К.: КНУБА, 1999. – 36 с.

11. Методичні рекомендації до практичних занять, курсового та дипломного проектування з курсу “Опалення” на тему: “Тепловий розрахунок опалювальних приладів

12. ДСТУ Б EN 12831:2008. Системи опалення будівель. Метод визначення проектного теплового навантаження.

13. Методичні вказівки до виконання розділу «Теплотехнічний розрахунок і підбір огороджувальних конструкцій» курсового проекту / уклад.: Ю.К. Росковшенко, О.П. Любарець, М.П. Сенчук, В.О. Мілейковський, В.О. Любарець. – К.: КНУБА, 2013. – 32 с.

14. Любарець О.П., Зайцев О.М., Любарець В.О. Проектування систем водяного опалення. Посібник для проектувальників, інженерів і студентів технічних ВНЗ. – Відень-Київ-Сімферополь: Vello-print (Болгария), 2010, 200 с.

15. Методичні вказівки до виконання розділу «Теплова потужність систем водяного опалення» курсового та дипломного проектів з дисципліни опалення для студентів спеціальності «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації

«Теплогазопостачання і вентиляція»./ Уклад.: О.П.Любарець, М.П.Сенчук, В.О.Любарець. – К.: КНУБА, 2016. – 34с.

16. Енергетична ефективність будівель: методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи / уклад. К.М.Предун, О.В.Скорород, А.С.Москвітін - К.: КНУБА, 2018 - 76с.

17. ДБН В.2.6-31:2016 “Теплова ізоляція будівель”.

Результати розрахунку радіаторів.

№ опал. приміщ.	№ опал. пр.	Необхідна розрахункова теплова потужність	Розрахункова теплова потужність ОП	Витрата води у ОП	Температура води на вході у ОП	Перепад температури води в опал. приладі	Розрахункова температура приміщення	Температурний напір ОП	Тепловіддача відкрито прокладених труб	Розрахункова теплова потужн. опал. приладу	Поправ. коеф. на витрату води в ОП	Поправ. коеф. на температурний напір ОП	Потрібний тепловий потік опал. приладу	Фактичний тепловий потік опал. приладу	Тип опал. Приладу	Довжина опал. приладу	Нев'язка	
№ прим.	№ рад.	$Q_1$ , Вт	$Q_1 * \varphi_{со}$ Вт	$G_{оп}$ , кг/год	$t_{вх}$ , °C	$\Delta t_{о.п.}$ , °C	$t_{вн}$ , °C	$\Delta t_T$ , °C	$Q_{тр}$ , Вт	$Q_{оп}$ , Вт	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$Q^{потр.н.}$ , Вт	$Q_{н.ф.}$ , Вт		L, мм	M, %	
101	1	830	910	39	90	20	20	60	0	919	0,70	1,00	1323	1350	11VK	1000	2,01	
102	2	610	670	29	90	20	18	62	0	677	0,76	1,00	904	945	11VK	700	4,58	
103	3	700	770	33	90	20	20	60	0	778	0,70	1,00	1120	1152	20VK	800	2,87	
104	4	530	580	25	90	20	18	62	0	586	0,76	1,00	782	810	11VK	600	3,55	
105	5	910	1000	43	90	20	20	60	0	1010	0,70	1,00	1454	1485	11VK	1100	2,11	
106	6	850	930	40	90	20	18	62	0	939	0,76	1,00	1254	1296	20VK	900	3,33	
107	7	870	960	41	90	20	20	60	0	970	0,70	1,00	1396	1440	20VK	1000	3,14	
108	8	530	580	25	90	20	18	62	0	586	0,76	1,00	782	810	11VK	600	3,55	
109	9	1070	1170	50	90	20	20	60	0	1182	0,70	1,00	1702	1728	20VK	1200	1,55	
110	10	850	930	40	90	20	18	62	0	939	0,76	1,00	1254	1296	20VK	900	3,33	
111	11	2570	2810	121	90	20	20	60	0	2838	0,70	1,00	4087	4196	2-21VK	600	2,68	
112	12	620	680	29	90	20	18	62	0	687	0,76	1,00	917	945	11VK	700	3,04	
113	13	880	970	42	90	20	20	60	0	980	0,70	1,00	1411	1440	20VK	1000	2,08	
114	14	540	600	26	90	20	18	62	0	606	0,76	1,00	809	810	11VK	600	0,10	
													19196	19703				2,64
201/801	1	700	770	33	90	20	20	60	0	778	0,70	1,00	1120	1152	20VK	800	2,87	
202/802	2	510	560	24	90	20	18	62	0	566	0,76	1,00	755	810	11VK	600	7,25	
203/803	3	590	650	28	90	20	20	60	0	657	0,70	1,00	945	945	11VK	700	0,00	
204/804	4	440	490	21	90	20	18	62	0	495	0,76	1,00	661	675	11VK	500	2,14	

205/805	5	760	840	36	90	20	20	60	0	848	0,70	1,00	1222	1224	21VK	700	0,19
206/806	6	710	780	34	90	20	18	62	0	788	0,76	1,00	1052	1080	11VK	800	2,66
207/807	7	730	800	34	90	20	20	60	0	808	0,70	1,00	1163	1215	11VK	900	4,43
208/808	8	440	490	21	90	20	18	62	0	495	0,76	1,00	661	675	11VK	500	2,14
209/809	9	900	990	43	90	20	20	60	0	1000	0,70	1,00	1440	1485	11VK	1100	3,14
210/810	10	710	780	34	90	20	18	62	0	788	0,76	1,00	1052	1080	11VK	800	2,66
211/811	11	2160	2370	102	90	20	20	60	0	2394	0,70	1,00	3447	3496	2-21 VK	1000	1,43
212/812	12	520	570	25	90	20	18	62	0	576	0,76	1,00	769	810	11VK	600	5,37
213/813	13	740	810	35	90	20	20	60	0	818	0,70	1,00	1178	1224	21VK	700	3,90
214/814	14	450	500	22	90	20	18	62	0	505	0,76	1,00	674	675	11VK	500	0,10
													16139	16546			2,52

901	1	730	800	34	90	20	20	60	0	808	0,70	1,00	1163	1215	11VK	900	4,43
902	2	540	600	26	90	20	18	62	0	606	0,76	1,00	809	810	11VK	600	0,10
903	3	620	680	29	90	20	20	60	0	687	0,70	1,00	989	1008	20VK	700	1,93
904	4	460	510	22	90	20	18	62	0	515	0,76	1,00	688	720	20VK	500	4,68
905	5	800	880	38	90	20	20	60	0	889	0,70	1,00	1280	1296	20VK	900	1,26
906	6	750	830	36	90	20	18	62	0	838	0,76	1,00	1119	1152	20VK	800	2,91
907	7	770	850	37	90	20	20	60	0	859	0,70	1,00	1236	1264	33VK	400	2,25
908	8	460	510	22	90	20	18	62	0	515	0,76	1,00	688	720	20VK	500	4,68
909	9	940	1030	44	90	20	20	60	0	1040	0,70	1,00	1498	1557	22VK	700	3,94
910	10	750	830	36	90	20	18	62	0	838	0,76	1,00	1119	1152	20VK	800	2,91
911	11	2260	2480	107	90	20	20	60	0	2505	0,70	1,00	3607	3794	2-33VK	600	5,19
912	12	550	610	26	90	20	18	62	0	616	0,76	1,00	823	864	20VK	600	5,02
913	13	780	860	37	90	20	20	60	0	869	0,70	1,00	1251	1296	20VK	900	3,62
914	14	470	520	22	90	20	18	62	0	525	0,76	1,00	701	720	20VK	500	2,66
													16972	17568			3,51