



ЕНЕРГЕТИЧНІ ЕКСПРЕС-ОБСТЕЖЕННЯ ТА ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ, ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ТА ВЕНТИЛЯЦІЇ.



Зміст

1. Технічні рішення на влаштування ІТП для житлового будинку	1
2. Технічні рішення щодо створення системи опалення у будівлі автосалону	4
3. Оцінка відповідності прийнятої потужності котельні реальним потребам об'єкту в теплі ..	13
4. Технічне рішення по влаштуванню системи ГВП з використанням сонячних колекторів	19
5. Експрес-аналіз існуючого стану будівлі торгового комплексу з метою пошуку рішень по зниженні витрат теплової енергії	27
6. Експрес-оцінка технічних рішень щодо вентиляції приміщень басейну, ресторану та спортивної зали оздоровчого комплексу	31
7. Технічні рішення на впровадження систем опалення промислових приміщень на базі газових інфрачервоних обігрівачів	39
8. Технічні рішення на впровадження системи місцевого обігріву окремих робочих місць промислового підприємства	44
9. Технічні рішення для існуючої індивідуальної котельні адміністративної будівлі з метою створення гібридної системи теплопостачання (централізоване теплопостачання, газові котли, твердопаливні котли)	64
10. Пропозиція щодо організації процесу проектування когенераційного комплексу потужність 20 мВт	68

У цьому розділі мого Портфоліо представлені приклади виконання робіт, пов'язаних з аналізом на оцінкою вже впроваджених технічних рішень та пропозиції для запровадження нових рішень для громадських та житлових будинків, комерційних та промислових підприємств.

Ці роботи умовно можна віднести до робіт «швидкого реагування» та розглядати як передпроектні пропозиції, що являються вихідними даними для розробки завдань на проектування.

Досвід виконання таких «швидких робіт» є основою для запропонування окремого виду послуг: Підготовка та енергетичний аналіз технічних рішень, щодо утеплення огорожувальних конструкцій будівель, систем опалення та вентиляції та теплопостачання».

Список робіт цього виду, що мають багаторічну історію виконання, не обмежується переліком, приведеним вище. До цього переліку можна включати будь-які аналогічні роботи, направлені проведення енергетичних оцінок та розробки пропозицій по впровадженню заходів з підвищення енергетичної ефективності.

1. Технічні рішення на влаштування ІТП для житлового будинку



Індивідуальний тепловий пункт (ІТП) – це вузол керування системою теплопостачання будинку або частини будинку, що забезпечує:

облік витрат теплової енергії;

регулювання відпуску теплової енергії для потреб опалення.

Пропонується розглянути пропозицію на запровадження індивідуального автоматизованого теплового пункту у вузлі вводу теплової мережі у будинок.

Мета встановлення ІТП – скорочення споживання теплової енергії для потреб опалення будинку шляхом забезпечення «погодного» регулювання відпуску тепла та програмування.



Зниження споживання теплової енергії досягається за рахунок недопущення перегріву приміщень, особливу у так звані перехідні періоди року.

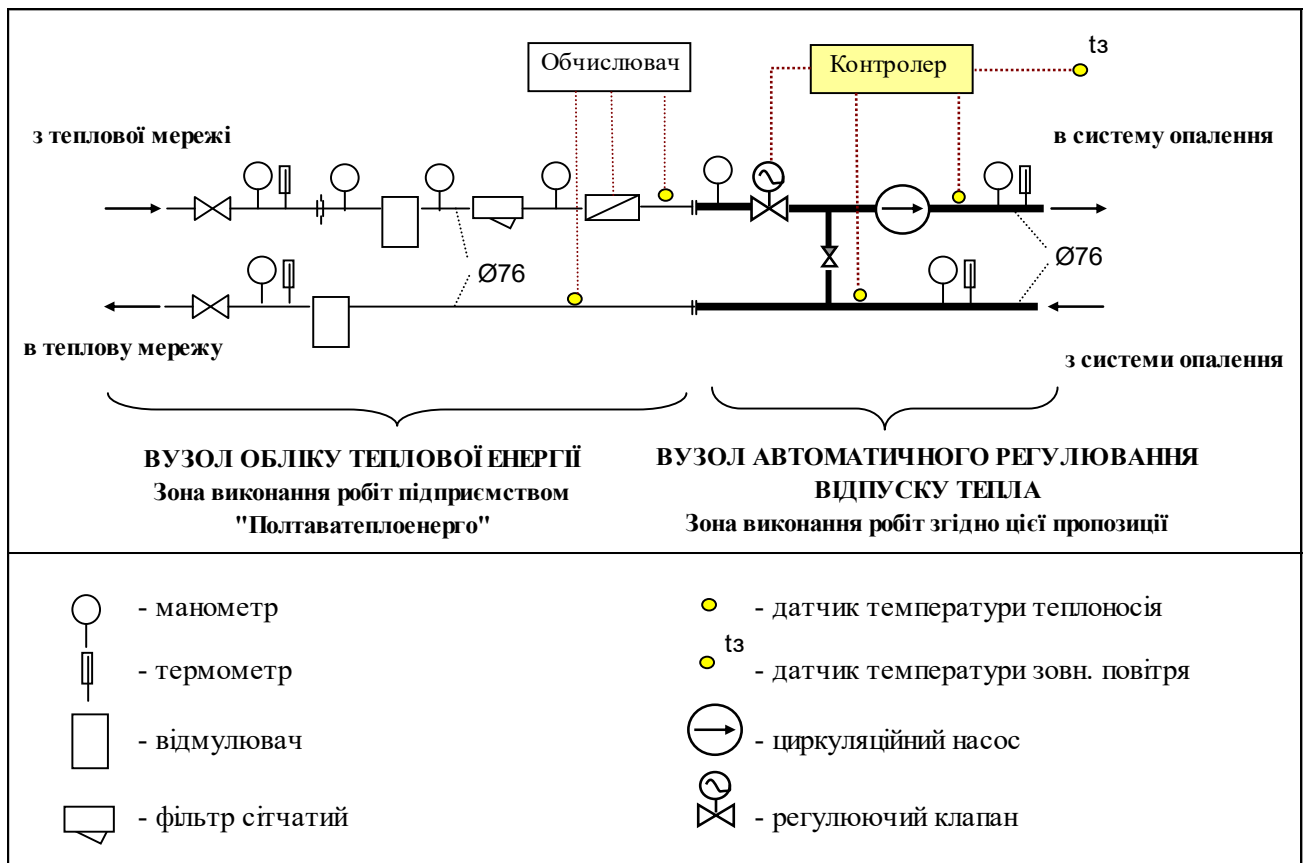
Програмування дає змогу в окремі періоди часу автоматично знижувати температуру в приміщеннях (наприклад в нічний час) з метою оптимізації витрат на опалення.

ІТП може бути встановлене у існуючому вузлі вводу теплової мережі у будинок.



Вузол обліку витрат теплової енергії і вузол регулювання відпуску теплової енергії, що входять до складу ІТП, але мають встановлюватись одночасно. Встановлення тепловипункту має здійснюватись на основі технічних вимог [redacted] обласного комунального підприємства теплового господарства «[redacted]» № 03.2-07/1266 від 08.05.2015 року.

Загальна принципова схема теплового пункту (вузла керування системою опалення) має вигляд:



Вузол обліку теплової енергії (виконується підприємством «[REDACTED]») виконує такі функції:

облік теплової енергії;
контроль параметрів теплоносія;
доочищення теплоносія;

Вузол автоматичного регулювання відпуску тепла (згідно пропозиції) виконує такі функції:

регулювання температури теплоносія за погодними умовами;
програмування відпуску теплової енергії;
регулювання витрат теплоносія;
контроль параметрів теплоносія.
забезпечення циркуляції теплоносія.

Вихідні дані для розробки індивідуального теплового пункту (автоматизованого вузла регулювання відпуску теплової енергії):

- теплове навантаження на опалення183000 ккал/год;
- розрахункові параметри теплоносія.....95/70 °C
- розрахункова температура зовнішнього повітря.....- 23 °C
- розрахунковий перепад тиску після вузла обліку тепла.....25 кПа

В таблиці 1 приведений розрахунок вартості впровадження індивідуального теплового пункту (вузла автоматичного регулювання відпуску тепла) за оптимальним бюджетним варіантом:

Таблиця 1. (варіант 1)

1 Євро 41 грн						
№ п/п	Найменування матеріалів та обладгнання	Од. вим	К-сть	Вартість з ПДВ		
				Євро		грн
				одиниці	всього	Всього
1. Матеріали та обладнання, в т.ч.						92373
1.1.	Клапан регулюючий 2-х ходовий Belimo H640N d=40 мм з рушієм	шт	1	571,00	571,00	23411,00
1.2.	Циркуляційний насос WILO TOP-S 30/10	шт	2	390,00	780,00	31980,00
1.3.	Контролер Waterheat-U4X з комплектом датчиків	к-кт	1	192,00	192,00	7872,00
1.4.	Арматура трубопровідна, контрольно-вимір. прилади	к-кт	1	400,00	400,00	16400,00
1.5.	Електротехнічні матеріали	к-кт	1	45,00	45,00	1845,00
1.6.	Труби стальні та металопрокат	к-кт	1	115,00	115,00	4715,00
1.7.	Інші невраховані матеріали	к-кт	1	150,00	150,00	6150,00
2. Монтажні роботи.						50000
3. Розробка проектної документації.						15000
4. Пусконаладжувальні роботи.						12000
Всього за розділами 1-4 (з ПДВ):						154373

В таблиці 2 приведений розрахунок вартості впровадження індивідуального теплового пункту (вузла автоматичного регулювання відпуску тепла) з використанням найбільш рекламованого та рекомендованого рядом «офіційних» осіб обладнання компанії DANFOSS (за «доступним» варіантом; Danfoss розглядає «дешевий», «доступний» і «дорогий» варіанти):

Таблиця 2

1 Євро 41 грн						
№ п/п	Найменування матеріалів та обладгнання	Од. вим	К-сть	Вартість з ПДВ		
				Євро		грн
				одиниці	всього	Всього
1. Матеріали та обладнання, в т.ч.						116090
1.1.	Клапан регулюючий 2-х ходовий Danfoss VF2 d=40 мм +AMV435	шт	1			34000,00
1.2.	Циркуляційний насос WILO TOP-S 30/10	шт	2	390,00	780,00	31980,00
1.3.	Контролер ECL Comfort 110 з комплектом датчиків	к-кт	1			21000,00
1.4.	Арматура трубопровідна, контрольно-вимір. прилади	к-кт	1	400,00	400,00	16400,00
1.5.	Електротехнічні матеріали	к-кт	1	45,00	45,00	1845,00
1.6.	Труби стальні та металопрокат	к-кт	1	115,00	115,00	4715,00
1.7.	Інші невраховані матеріали	к-кт	1	150,00	150,00	6150,00
2. Монтажні роботи.						50000
3. Розробка проектної документації.						15000
4. Пусконаладжувальні роботи.						12000
Всього за розділами 1-4 (з ПДВ):						178090

_____ С. Парасочка

2. Технічні рішення щодо створення системи опалення у будівлі автосалону

Реконструкція системи теплопостачання автосалону по вулиці [] в місті [] і пов'язана із добудовою приміщень автосалону. Ситуаційний план приведений в додатку 1 до технічного рішення.

В існуючих приміщеннях автосалону розміщена теплогенераторна з двома газовими котлами загальною тепловою потужністю **116 кВт** (1 шт АОГВ-20 та 1 шт АОГВ-96).

Згідно приведенного в додатку 1 розрахунку теплового навантаження на опалення будівель автосалону теплова потужність котельні (теплогенераторної) автосалону має становити близько **200 кВт**.

Реконструкція теплогенераторної.

Реконструкцію теплогенераторної (доведення її потужності до 200 кВт) можливо провести за двома варіантами. При цьому через підключення теплогенераторної до газопроводу низького тиску не можна виключати можливість зниження тиску газу при низьких температурах зовнішнього повітря, що може бути причиною зниження теплопродуктивності котлів.

Крім того розміщення вбудованої газової теплогенераторної в громадській будівлі має багато питань, що пов'язані з діючою нормативною базою проектування.

Варіант 1.

1. Замість існуючого газового котла АОГВ-20 встановити новий котел АОГВ-96.

2. Виконати реконструкцію вузла обліку газу із заміною газового лічильника та його встановленням безпосередньо в приміщенні теплогенераторної.

3. Виконати збільшення діаметру підвідного газопроводу з Ду32 до Ду50 мм..

Регулювання відпуску теплової енергії в цьому випадку буде здійснюватись в ручному режимі.

Розрахунок вартості реконструкції теплогенераторної за варіантом 1 приведений в таблиці 1.

Таблиця 1

№ п/п	Найменування матеріалів та робіт	Один. виміру	К-сть	Вартість, грн (зПДВ)	
				одиниці	всього
1	Обладнання та матеріали в тому числі:				33950
1.1.	Газовый стальной водогрейный котел АОГВ-96	шт	1	15350	15350
1.2.	Насос циркуляционный WILO TOP-S 30/10	шт	1	6300	6300
1.3.	Трубопроводы	компл	1	1500	1500
1.4.	Арматура трубопроводная	компл	1	800	800
1.5.	Компенсатор объема	шт	1	3000	3000
1.6.	Газоходы и димовые трубы	компл	1	4300	4300
1.7.	Электротехнические материалы	компл	1	700	700
1.8.	Неучтенные материалы (в т.ч. заміна газопаровода)	компл	1	2000	2000
2	Монтажные работы				10185
3	Пусконаладочные работы				1000
Общая стоимость комплекса работ:					45135

Варіант 2.

1. Замість існуючих водогрійних котлів встановити два котли Protherm 100 KLO.

2. Встановити засоби автоматичного погодного регулювання відпуску теплової енергії, що забезпечить економне використання газу.

3. Виконати реконструкцію вузла обліку газу із заміною газового лічильника та його встановленням безпосередньо в приміщенні теплогенераторної.

4. Виконати збільшення діаметру підвідного газопроводу з Ду 32 до Ду 50 мм.

Розрахунок вартості реконструкції теплогенераторної за варіантом 2 приведений в таблиці 2.

Таблиця 2

№ п/п	Найменування матеріалів та робіт	Один. виміру	К-сть	Вартість, грн (з ПДВ)	
				одиниці	всього
1	Обладнання та матеріали в тому числі:				107500
1.1.	Газовий водогрійний котел Protherm 100 KLO	шт	2	36000	72000
1.2.	Насос циркуляційний WILO TOP-S 30/10	шт	1	6300	6300
1.3.	Підживлювальний насос авт.	компл	1	4400	4400
1.4.	Бак запаса підживлювальної води	шт	1	1700	1700
1.5.	Трубопроводи	компл	1	2000	2000
1.6.	Арматура трубопровідна	компл	1	1500	1500
1.7.	Компенсатор об'єму	шт	1	3000	3000
1.8.	Газоходи та димові труби	компл	2	4300	8600
1.9.	Електротехнічні матеріали	компл	1	1500	1500
1.10.	Система автоматичного регулювання (контролер, датчики)	компл	1	4500	4500
1.11.	Невраховані матеріали	компл	1	2000	2000
2	Монтажні роботи				32250
3	Пусконаладочні роботи				3000
Общая стоимость комплекса работ:					142750

Приведені в таблиця 1 і 2 розрахунки вартості реконструкції теплогенераторної не враховують вартості можливих додаткових робіт: вартість проектних робіт та інших, пов'язаних із Технічними умовами підприємства « ».

Для реконструкції газової теплогенераторної пропонується використати таке обладнання:



Варіант 1

Газовий сталевий водогрійний котел АОГВ-100.
Компанія «РОСС» г. Харків



Варіант 2

Газовий водогрійний котел Protherm 100 KLO



Циркуляційний насос WILO TOP-S 30/10 (існуючий циркуляційний насос підлягає заміні)



Газоходи «сендвіч» (теплоізовані) з внутрішнім шаром із нержавіючої сталі та зовнішнім шаром із оцинкованої сталі.

Облаштування систем опалення.

У відповідності до завдання замовника та виконаних розрахунків пропонується:

- опалення основного залу прибудови здійснити шляхом встановлення повітряно-опалювальних агрегатів VOLCANO.
- у виділених допоміжних приміщеннях та місцях потенційного виділення приміщень 1-го та 2-го поверхів встановити сталі нагрівальні прилади Grandini (можливо виконувати після прийняття остаточного рішення щодо виділених приміщень).
- окреме відгалуження системи опалення виконати для підвалу із встановленням регістрів із гладких труб.

Схема розміщення систем опалення приведена на рисунках 1 – 4.



Для виділених допоміжних приміщень пропонується нагрівальні прилади Grandini



Повітряно-опалювальні агрегати VOLCANO VR-2

В якості трубопроводів для систем опалення пропонується використання труб «stabi». Пропозиція не передбачає засобів автоматизації ні для систем опалення з місцевими нагрівальними приладами, ні для системи з повітряно-опалювальними приладами VOLCANO. При цьому для системи опалення, що використовує опалювальні агрегати VOLCANO, застосування автоматичного регулювання температури в приміщенні було б доцільним.

Рисунок 1

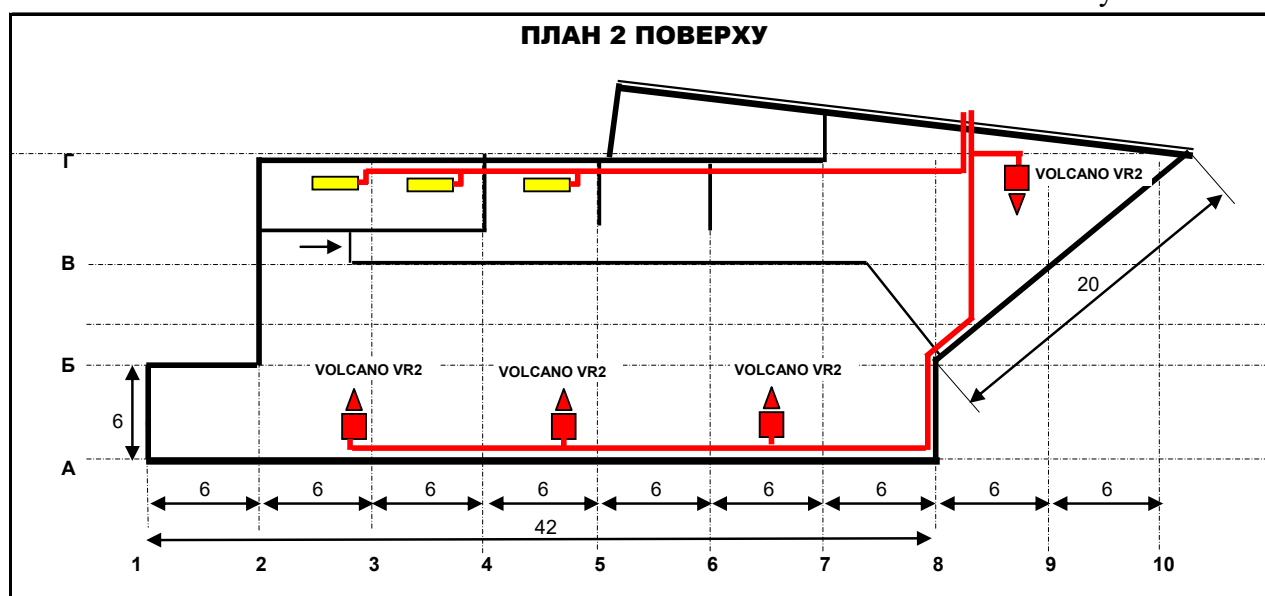


Рисунок 2

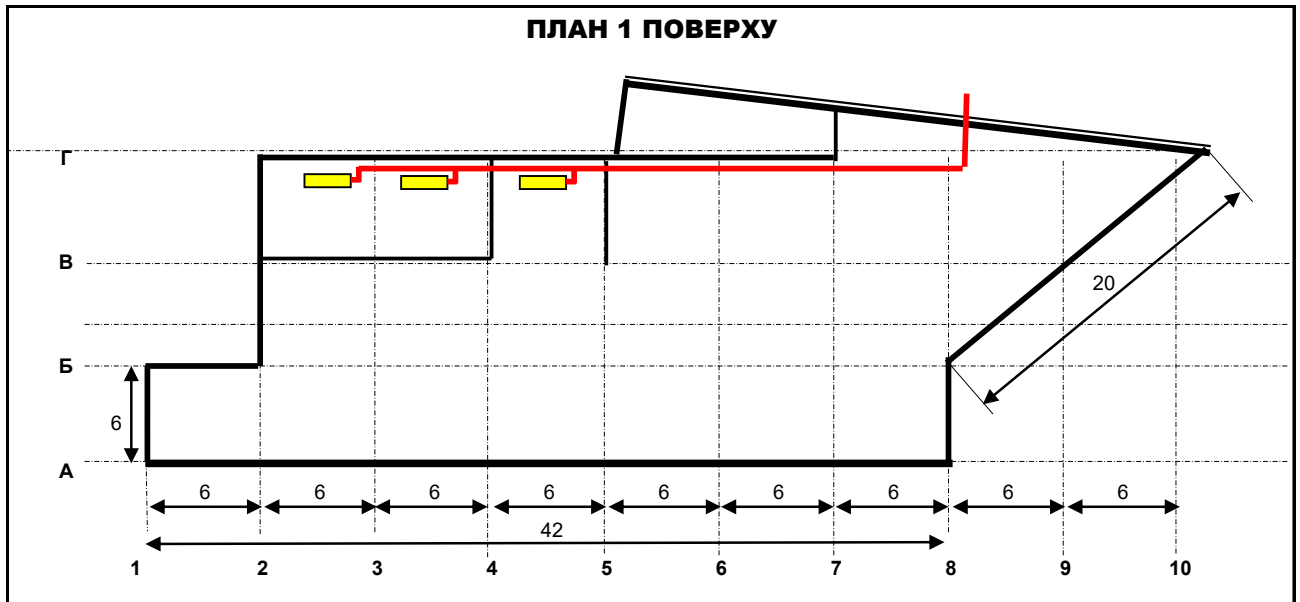


Рисунок 3

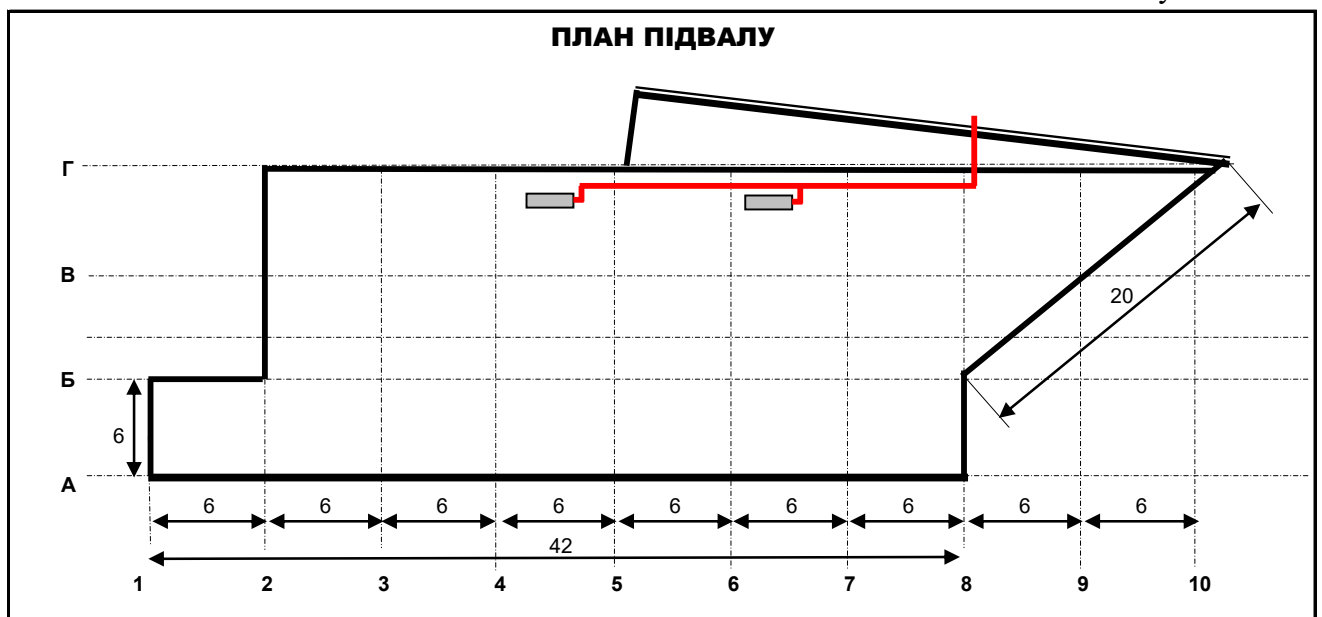
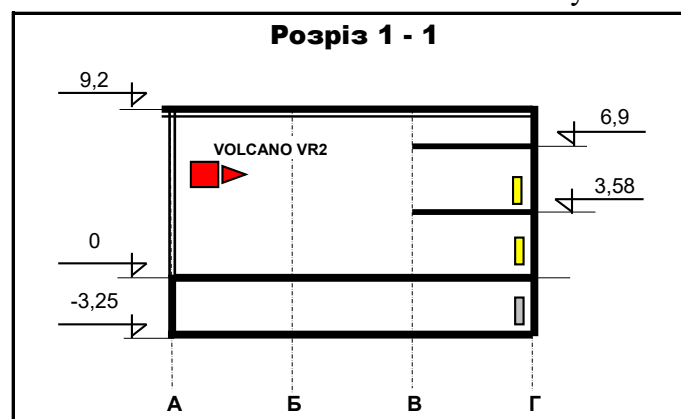


Рисунок 4



Розрахунки вартості систем опалення з агрегати VOLCANO приведені в таблиці 3

Розрахунок вартості системи опалення з агрегатами VOLCANO

Таблиця 3

№ п/п	найменування матеріалів та робіт	Один. виміру	К-сть	Вартість, грн (з ПДВ)	
				одиниці	всього
1	Обладнання та матеріали, в тому числі:				44950
1.1.	Повітряно-опалювальні агрегати VOLCANO VR2	шт	4	8500	34000
1.2.	Труби полімерні "stabi" та фасонні частини до них	компл	1	7000	7000
1.3.	Арматура трубопровідна	компл	1	450	450
1.4.	Електротехнічні матеріали	компл	1	2500	2500
1.5.	Невраховані матеріали	компл	1	1000	1000
2	Монтажні роботи				13485
Загальна вартість:					58435

Розрахунки вартості систем опалення підвалу та відокремлених приміщень 1-го та 2-го поверху приведені в таблицях 4, 5, 6

Розрахунок вартості системи опалення підвалу

Таблиця 4

№ п/п	найменування матеріалів та робіт	Один. виміру	К-сть	Вартість, грн (з ПДВ)	
				одиниці	всього
1	Обладнання та матеріали, в тому числі:				8400
1.1.	Регістр із гладких труб Д114х3 L=4 м	шт	2	2100	4200
1.2.	Труби полімерні "stabi" та фасонні частини до них	компл	1	2500	2500
1.3.	Арматура трубопровідна	компл	1	700	700
1.4.	Невраховані матеріали	компл	1	1000	1000
2	Монтажні роботи				2520
Загальна вартість:					10920

Розрахунок вартості системи опалення окремих приміщень 1-го поверху.

Таблиця 5

№ п/п	найменування матеріалів та робіт	Один. виміру	К-сть	Вартість, грн (з ПДВ)	
				одиниці	всього
1	Обладнання та матеріали, в тому числі:				8554
1.1.	Нагрівальні прилади Grandini 1500 Вт	шт	3	918	2754
1.2.	Труби полімерні "stabi" та фасонні частини до них	компл	1	4300	4300
1.3.	Арматура трубопровідна	компл	1	500	500
1.4.	Невраховані матеріали	компл	1	1000	1000
2	Монтажні роботи				2994
Загальна вартість:					11548

Розрахунок вартості системи опалення окремих приміщень 2-го поверху.

Таблиця 6

№ п/п	найменування матеріалів та робіт	Один. виміру	К-сть	Вартість, грн (з ПДВ)	
				одиниці	всього
1	Обладнання та матеріали, в тому числі:				7754
1.1.	Нагрівальні прилади Grandini 1500 Вт	шт	3	918	2754
1.2.	Труби полімерні "stabi" та фасонні частини до них	компл	1	3500	3500
1.3.	Арматура трубопровідна	компл	1	500	500
1.4.	Невраховані матеріали	компл	1	1000	1000
2	Монтажні роботи				3644
Загальна вартість:					11398

Додаток: 1. Оцінка теплового навантаження на опалення.

С. Парасочка

ОЦІНКА ТЕПЛООВОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ОПАЛЕННЯ ДЛЯ БУДІВЛІ АВТОСАЛОНУ.

Ситуаційний план будівлі:



3. Огороджувальні конструкції:

3.1. Зовнішні стіни (блоки газобетонні $v=375$ мм.....	$K =$	1,1	Вт/м ^{°C}
3.1. Зовнішні стіни підвалу (блоки бетонні $v=400$ мм.....	$K =$	2,46	Вт/м ^{°C}
3.2. Вікна однокамерні.....	$K =$	2,8	Вт/м ^{°C}
3.3. Покрівля - металеве утеплене мінераловатними плитами $v=80$ мм.....	$K =$	0,4	Вт/м ^{°C}

4. Розрахункова температура внутрішнього повітря ($t_{в}$):

- в приміщенні салону.....	16 °C
- в підвалі.....	5 °C

5. Розрахункова температура зовнішнього повітря..... $t_z = -23$ °C

Будівля автосалону складається з 2-х частин:

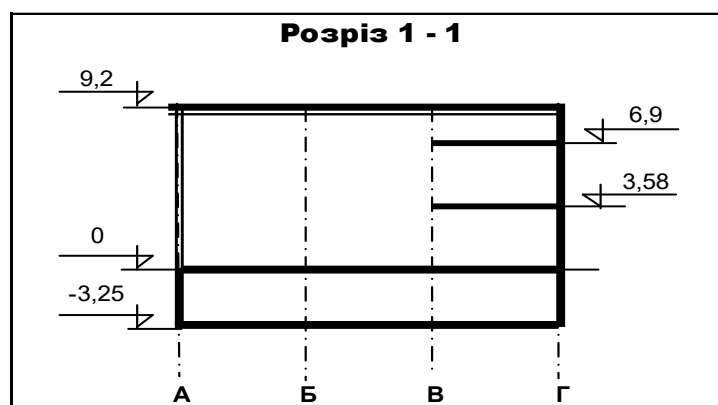
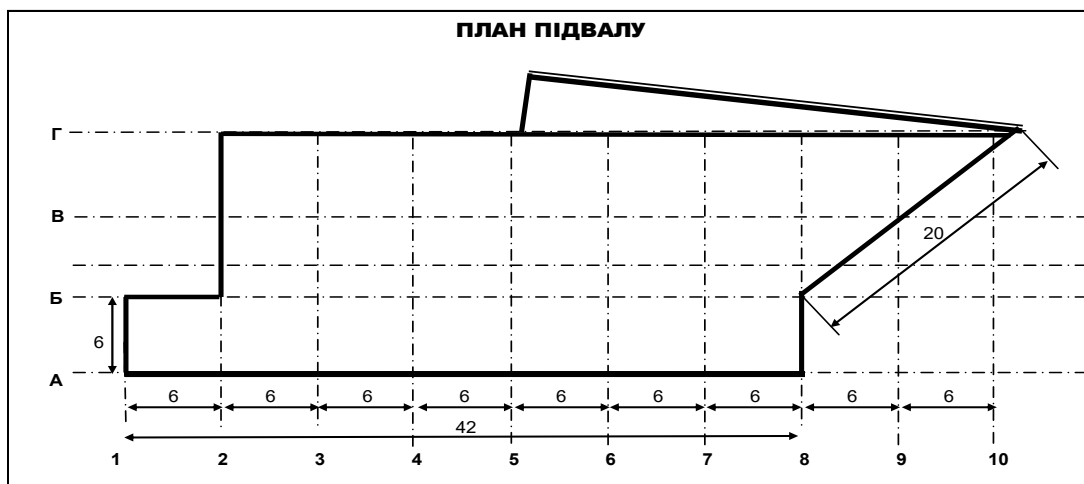
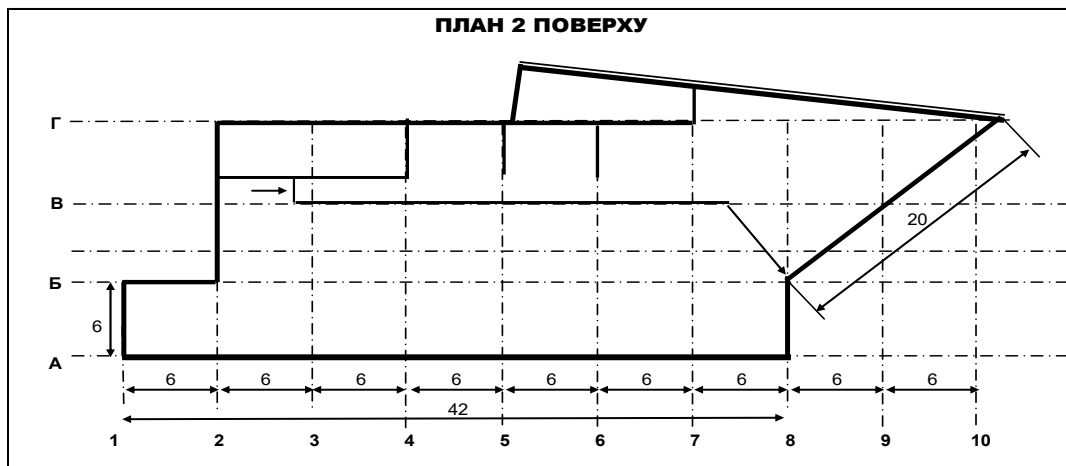
- існуюча частина автосалону;
- частина автосалону, що прибудовується.

В існуючій частині автосалону розміщується газова теплогенераторна загальною потужністю 116 кВт.

з двома водогрійними побутовими котлами: АОГВ (1 котел потужністю 96 кВт; 1 котел - 20 кВт)

Для забезпечення опалення як існуючої частини автосалону, так і новозбудованої необхідно провести реконструкцію теплогенераторної.

Для визначення необхідної потужності джерела теплової енергії автосалону проведемо розрахунок теплових втрат нової частини будівлі та повірочний розрахунок навантаження на опалення існуючої частини будівлі



Розрахунок теплових втрат новозбудованої частини будівлі.

Розрахунок теплових втрат приведений в таблиці 1 та здійснюється за формулою:

$$Q_p = F * K * (t_b - t_3) * n$$

F - площа огорожувальних конструкцій, м²;

K - коефіцієнт теплопередачі, Вт/м² * °C

n - коефіцієнт на розміщення огорожувальних конструкцій по відношенню до зовнішнього повітря.

Розрахункові коефіцієнти теплопередачі огорожувальних конструкцій прийняті у відповідності до діючих будівельних норм.

Таблиця 1

Найменування огорожувальн. конструкцій та їх орієнтація	а х в м	F м ²	K Вт/м ² * °C	n	Додатк. втрати	Qp Вт	Qp ккал/год
1-й поверх (в т.ч. приміщення антресолі 2-го поверху)							
Зовнішні стіни -Пд	42*2	84	1,1	1	0	3604	3099
Зовнішні стіни -Пн	21*7	140	1,1	1	0,1	6597	5674
Зовнішні стіни -С	6*2	12	1,1	1	0,1	566	487
Зовнішні стіни -ПдС	15*2	30	1,1	1	0,05	1351	1162
Склопакет -С	6*7	42	2,8	1	0,1	5045	4339
Склопакет -ПдС	15*7	105	2,8	1	0,05	12039	10354
Зовнішні стіни -З	18*9	162	1,1	1	0,05	7297	6276
Склопакет - Пд	42*7	294	2,8	1	0	32105	27610
Склопакет - ПдС	15*2	30	2,8	1	0,05	3440	2958
Склопакет -Пн	6*1*1,2	7,2	2,8	1	0,1	865	744
Покриття		756	0,4	1	0	11794	10142
Перекриття над підвалом		756	3,2	1	0	26611	22886
Всього 1-й та 2-й поверхи:						111314	95730
Підвал							
Зовнішні стіни - Пд	1,0*42	42	2,46	1	0,05	1193	1026
Зовнішні стіни - С	1,0*21	21	2,46	1	0,15	653	562
Зовнішні стіни - З	1,0*12	12	2,46	1	0,1	357	307
Зовнішні стіни - Пн	1,0*20	20	2,46	1	0,1	595	512
Підлога по ґрунту зона 1		120	0,443	1	0	585	503
Підлога по ґрунту зона 2		244	0,224	1	0	601	517
Підлога по ґрунту зона 3		364	0,114	1	0	456	393
Підлога по ґрунту зона 4		280	0,07	1	0	216	185
Зовнішні ворота	1.9*2.5	4,75	2,7	1	0,1	155	133
Всього підвал:						4813	4139
Теплові втрати будівлі, що прибудовується:							99869

Розрахунок теплових втрат 1-го та 2-го поверхів з врахуванням інфільтрації здійснюється за формулою:

$$Q_p^i = Q_p * (1 + K_i) = 116791 \text{ ккал/год} \quad (136) \text{ кВт}$$

K_i - коефіцієнт інфільтрації

$$K_i = 10^{-2} * \sqrt{2 * g * h [1 - (273 + t_3) / (273 + t_b) + w_0^2]} = 10^{-2} * \sqrt{486,27} = 22,05 / 100 = 0,22$$

h = 6 - висота будівлі, м

w₀ = 2 - середня швидкість вітру в опалювальний період, м/с

Загальні теплові втрати будівлі (1-й, 2-й поверхи та підвал) з урахуванням інфільтрації:

$$Q_p = 136 + 4 = 140,0 \text{ кВт}$$

Повірочний розрахунок розрахункового теплового навантаження існуючої будівлі:

Вихідні дані приведені в таблиці 2. Повірочний розрахунок розрахункового теплового навантаження для існуючої частини будівлі приведений в таблиці 3.

За базу для проведення повірочного розрахунку прийнятий 2012 рік. Суммарна річна витрата газу становить 11,65 тис.м³/рік. Фактична середня температура опалювального періоду +0,14 °С.

Таблиця 2

$$Q_{\text{рік}}^{\Phi} = V_p^{\Phi} \cdot Q_n^p \cdot \eta_k \cdot 10^{-3} \text{ Гкал/рік}$$

$Q_{\text{рік}}^{\Phi}$ - фактична річна витрата теплової енергії, що відповідає річній витраті газу V_p^{Φ}

$V_p^{\Phi} = 11,6$ - фактична річна витрата газу, тис. м³

$Q_n^p = 8200$ - теплотворність газу, ккал/м³

$\eta_k = 0,87$ - коефіцієнт корисної дії котлів (прийнято за результатами натурних вимірів)

Фактична річна витрата теплової енергії, що відповідає фактичній річній витраті газу котельнею становить: **83 Гкал/рік**

Таблиця 3

$$Q_{\text{рік}}^{\Phi} = Q_p \cdot 24 \cdot 187 \cdot [(t_{\text{ф}}^{\text{в}} - t_{\text{ф}}^3) / (t_{\text{р}}^{\text{в}} - t_{\text{р}}^3)] \text{ Гкал/рік}$$

або

$$Q_p = [Q_{\text{рік}}^{\Phi} \cdot (t_{\text{р}}^{\text{в}} - t_{\text{р}}^3)] / [24 \cdot 187 \cdot (t_{\text{ф}}^{\text{в}} - t_{\text{ф}}^3)] = 0,056 \text{ Гкал/год}$$

$Q_{\text{рік}}^{\Phi} : 83,0$ - фактична річна витрата тепла, Гкал/рік

24 - кількість годин роботи опалення за добу, год

187 - тривалість опалювального періоду, діб

$t_{\text{ф}}^{\text{в}} = 16,0$ - фактична температура внутрішнього повітря, °С

$t_{\text{р}}^{\text{в}} = 18,0$ - розрахункова температура внутрішнього повітря, °С

$t_{\text{ф}}^3 = 0,14$ - фактична середня температура зовнішнього повітря в опалювальний період °С

$t_{\text{р}}^3 = -23,0$ - розрахункова температура зовнішнього повітря, °С

Розрахункове теплове навантаження на систему опалення повинне становити

0,056 Гкал/год або **65 кВт**

Враховуючи, що прибудова зменшує теплові втрати існуючої будівлі приймемо, що розрахункові теплові втрати існуючої будівлі становлять $Q_p = 65 \cdot 0,9 = 59$ кВт

Загальне розрахункове теплове навантаження котельні (теплогенераторної) для будівлі автосалону (з урахуванням прибудови) має становити: $Q_p = 140 + 59 = 199$ кВт

Проведені розрахунки не можна вважати достовірними. Це лише оцінка розрахункового теплового навантаження, що потребує уточнень.

При цьому у зв'язку із підключенням теплогенераторної до газопроводу низького тиску, існує загроза можливого зниження тиску газу при низьких температурах зовнішнього повітря та зниження теплопродуктивності котлів.

ОЦІНКА ВІДПОВІДНОСТІ ПРИЙНЯТОЇ ПОТУЖНОСТІ КОТЕЛЬНОЇ РЕАЛЬНИМ ПОТРЕБАМ У ТЕПЛОВІЙ ЕНЕРГІЇ.

17 лютого 2015 р

Згідно запиту замовника проведено орієнтовне оціночне визначення розрахункового теплового навантаження на систему теплопостачання комплексу оздоровлення та відпочинку.



Замовником надані такі вихідні дані:

Копія технічного паспорту будівлі комплексу, згідно якого можливо визначити розміри будівлі.

Загальна оцінка системи теплопостачання:

Система опалення приміщень – 100-120 кВт		
Навантаження на мережу гарячої води – 50 кВт (у тому числі робота бойлерів)		
Система вентиляції:		
• Великий бокс – 10 кВт		
• Проміщенні бань (4 шт) – по 5 кВт		
Підігрів води в басейнах:		
• Великий басейн – 20 кВт		
• Малий басейн ("кутюр") 2 шт – по 14 кВт		
Всього по котельні – 228-248 кВт – <u>ПЕРЕНАВАНТАЖЕННЯ КОТЕЛІ</u>		
Опалювальні площі котельні на твердому паливі		
Об'єкт	Опалювальна площа, кв.м	Кількість, марка і потужність котлів, кВт
с. Боданиво	1530	2 шт, Logica 100, 100 кВт

На жаль, незважаючи на те, що будівля здана в експлуатацію 1-2 роки тому, замовником не надана будь-яка проектна та експлуатаційна документація на будівлю та інженерні мережі.

З метою збору інформації проведений візуальне обстеження будівлі та інженерних мереж комплексу оздоровлення, в процесі якого отримана така інформація:

1. Зовнішні стіни будівлі виконані із газобетону $b=375$ мм з шаром утеплення із мінеральної вати $b=100$ мм. Така конструкція стосується усіх зовнішніх стін. Технічні та теплотехнічні характеристики матеріалів, що застосовані невідомі.

2. Конструкція покриття будівлі невідома. Інформація про утеплення (не достатньо достовірною) – мінеральна вата $b=150-200$ мм.

3. В будівлі в якості вікон застосовані двокамерні пластикові склопакети.

4. Споживачами теплової енергії будівлі є:

- система опалення;
- система теплопостачання калориферів вентиляційних систем;
- система підігріву води в басейні;
- гаряче водопостачання для душових та джакузі бань;
- гаряче водопостачання для кухні;
- гаряче водопостачання для готельних номерів.

5. В оздоровчому комплексі розміщені 4 блоки бань. В кожному блоці в середньому одночасно перебувають 4-6 чоловік. Максимальна загальна кількість відвідувачів – 25-30 чоловік.

6. На другому поверсі розміщується ресторанний зал (орієнтовно до 50 місць). Та готельні номери.

7. В будівлі комплексу функціонують 5 припливно-витяжних вентиляційних установок. Візуально можливо оглянути лише одну установку – установку, що обслуговує залу басейну. Зі слів персоналу ця вентиляційна установка найбільш потужна. Інші чотири вентиляційні установки мають меншу потужність. Ці установки приховані підшивними стелями і їх огляд неможливий.



Попередньо було повідомлено, що на вентиляційних установках передбачена рекуперація тепла. При огляді вентиляційні установки зали басейну рекуператор не виявлений.

Інші 4 вентиляційні установки оглянути не вдалося.

Будь яка технічна інформація про вентиляційні установки та проект на їх встановлення відсутній.

8. У відповідності до вимог замовника теплове навантаження на первинний розігрів води в басейнах не розглядається. Інтерес представляє теплове навантаження для постійного підігріву води в басейнах.

Розрахункова температура води в басейнах 28-29 °С. Крім основного великого басейну, що має поверхню 81 м², в приміщеннях бань є ще декілька басейнів. Для подальших розрахунків приймемо, що загальна поверхня усіх басейнів, що знаходяться в приміщеннях становить близько 100 м².

Існує ще два зовнішніх невеликих басейни, але інформація про необхідність підігріву води в них відсутня.

9. Оздоровчий комплекс має свою котельню, загальною розрахунковою тепловою потужністю 200 кВт



В якості палива котельня використовує дрова. Розрахункова теплова потужність котлів може бути досягнена при використанні дров, що мають вологість на рівні 25%. Такій вологості відповідають дрова, що не менше року зберігаються в захищеному від опадів вентильованому місці.



При використанні нещодавно заготовлених дров їх вологість може сягати 50%, що значно знижує їх теплотворність.

10. Фактичне використання дров за 2013 рік:

- січень.....	48 м ³
- лютий.....	45 м ³
- березень.....	28 м ³
- квітень.....	28 м ³
- травень.....	28 м ³
- червень.....	28 м ³
- липень.....	28 м ³
- серпень.....	28 м ³
- вересень.....	28 м ³
- жовтень.....	28 м ³
- грудень.....	48 м ³

Навіть поверхневий аналіз фактичного споживання дров показує, що розрахункове споживання енергії для потреб гарячого водопостачання значно перевищує розрахункові навантаження для потреб опалення та вентиляції.

Вихідних даних для якісного визначення теплових навантажень недостатньо. Крім того, норма витрат часу на проведення цієї роботи (1–2 людино-дні), визначена замовником, недостатня для коректного та якісного виконання оцінки теплових навантажень. Тому важко вписатись в принцип: «або не робити взагалі, а якщо робити, то якісно», але треба спробувати.

ОЦІНКА ТЕПЛОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ БУДІВЛІ КОМПЛЕКСУ ОЗДОРОВЛЕННЯ.

Оцінка теплових навантажень на опалення.

За відсутності креслень будівельної частини та наявності ліміту трудовитрат оцінка характеристик огорожувальних конструкцій будівлі та їх теплотехнічних показників проведена методом експрес-оцінки:

- загальна поверхня зовнішніх стін будівлі $F_{ст} = 650 \text{ м}^2$. в тому числі:
 - власне поверхня стін..... 455 м^2 ;
 - вікна..... 195 м^2 ;
- загальна площа покриття будівлі..... 960 м^2 .
- коефіцієнт теплопередачі:
 - стін..... $0,38 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$;
 - вікон..... $1,80 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$;
 - покриття..... $0,30 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$;

Сумарні розрахункові прогнозовані показники теплового навантаження на опалення будівлі:

$$Q_{оп} = [(455 \cdot 0.38) + (195 \cdot 1.8) + (960 \cdot 0.3)] \cdot [22 - (-22)] = 37048 \text{ Вт} \quad (37 \text{ кВт})$$

З урахуванням коефіцієнту запасу, що має компенсувати не враховані фактори, теплове навантаження на опалення має становити близько **Q_{оп} = 50 кВт**

Теплове навантаження на опалення незначне, але це цілком відповідає тому рівню теплової ізоляції будівлі, про яку повідомив замовник.

Оцінка замовником навантаження на опалення (100-120 кВт) значно завищена.

Оцінка теплових навантажень на теплопостачання калориферів вентиляційних систем.

При визначенні розрахункових теплових навантажень для потреб вентиляції основними показниками являються: витрата припливного повітря, розрахункова температура нагріву повітря, режими експлуатації системи вентиляції, наявність утилізаційних установок, їх технічні характеристики та режими експлуатації.



Всі згадані вище характеристики відсутні. Існує лише один вид інформації: позначення на калориферній установці вентиляційної установки зали великого басейну

Згідно маркуванню теплообмінника вентиляційної установки зали басейну вона має тип: VO 50-25/2R. Технічні характеристики такого теплообмінника приведені нижче:

ВОДЯНОЙ КАНАЛЬНЫЙ НАГРЕВАТЕЛЬ REMAK VO 50-25/2R	
ХАРАКТЕРИСТИКИ	ЗАКАЗ ЗВОНКА
ВОДЯНОЙ КАНАЛЬНЫЙ НАГРЕВАТЕЛЬ REMAK VO 50-25/2R, ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:	
Код модели	22361
Мощность на обогрев (кВт)	23.20
Воздуховод	Прямоугольный
Назначение/применение	Обогрев воздуха в системах вентиляции и кондиционирования
Подключение (дюйм)	1
Управление	Электронное
Способ установки	В любом положении
Наличие датчика	Да
Масса (кг)	6.60
Габариты (мм)	500x250x150
Нагреватель	водной



Водяной каналный нагреватель Remak VO 50-25/2R

Розрахункова тепла потужність оглянутого теплообмінника становить **23,2 кВт**. Якщо тепла потужність решти 4-х вентиляційних установок дещо нижча, то можливо передбачити, що там використовуються калориферні установки VO 50-25/2R з тепловою потужністю **13,1 кВт** кожна

Наименование	Мощность на обогрев (кВт)	Вид теплоносителя
 Remak VO 40-20/2R	13.10	Плотная олеоф.
 Remak VO 50-25/2R	23.20	Плотная олеоф.

Тоді за умов їх одночасної роботи сумарна тепла потужність на вентиляцію має становити:

$$Q_v = 23,2 + 4 \cdot 13,1 = 75,6 \text{ кВт}$$

Далі можливо висловити припущення, що встановлена тепла потужність калориферних установок може використовуватися не на повну потужність та, що на 4-х установках (які не вдалось обстежити) є рекуперативні установки. Такі припущення доцільно розглядати. Тому

можливо константувати, що розрахункове теплове навантаження на вентиляцію буде знаходитись в діапазоні **$Q_v = 45 - 75$ кВт.**

Оцінка теплових навантажень на систему нагріву води в басейні.

Загальна площа поверхні басейнів, розташованих у приміщеннях, становить близько 100 м². Вода басейнів втрачає тепло за рахунок випаровування з поверхні басейнів та за рахунок теплопередачі. Користуючись інформацією з досвіду фахівців компанії (аналоги розрахунків) приймаємо, що загальна витрата тепла для усіх внутрішніх басейнів становитиме близько **$Q_{\text{бас}} = 20 - 30$ кВт.**

Інформація відносно нагріву води в зовнішніх басейнах відсутня.

Оцінка теплових навантажень на систему гарячого водопостачання.

Основними споживачами тепла для потреб гарячого водопостачання є бані: душові бані та джакузі. Витрата тепла на ГВП кухні буде значно нижчою. А витрати тепла для ГВП готельних номерів не співпадатиме в часі із витратами гарячої води банями. Якщо з орієнтуванням на СНиП 2.04.01-85* "Внутренний водопровод и канализация зданий" прийняти, що витрата гарячої води на одного відвідувача бані становитиме від 120 до 180 літрів, то можна розрахувати максимальне розрахункове споживання гарячої води:

$$G_{\text{р}}^{\text{ГВП}} = [25 \cdot (120 - 180) \cdot 2.4] / 8 = 900 - 1350 \text{ л/год}$$

де, 25 – загальна кількість людей в бані;

8 – кількість годин за добу користування гарячою водою в бані;

2,4 – коефіцієнт перерахунку

Розрахункове теплове навантаження на гаряче водопостачання:

$$Q_{\text{ГВП}} = (900 - 1350) \cdot (55 - 5) = 45000 - 67500 \text{ ккал/год}$$

або **$Q_{\text{ГВП}} = 52 - 78$ кВт**

Прогнозоване сумарне розрахункове теплове навантаження на систему теплопостачання комплексу оздоровлення та відпочинку приведене в таблиці:

1	Система опалення	50	кВт
2	Система вентиляції	45 - 75	кВт
3	Підігрів води в басейні	20 - 30	кВт
4	Система гарячого водопостачання	50 - 75	кВт

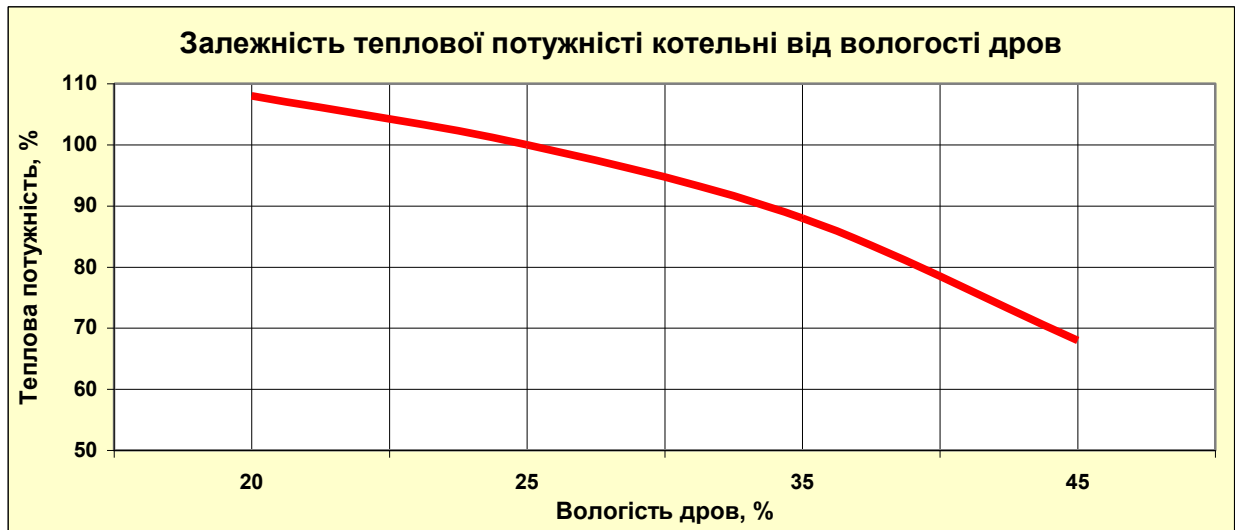
Всього: 165 – 230 кВт

Отримані результати оцінки теплових навантажень краще абсолютно достовірними не вважати через недостатність вихідних даних та експрес-характер виконаної роботи. Але певний результат проведена робота безперечно дала. Можливо зробити такі **висновки**:

Найменше сумнівів викликає навантаження на опалення. Якщо надана замовником інформація щодо теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій достовірна, то будівлю можливо вважати достатньо захищеною від теплових витрат.

Найбільш значним та найменш прогнозованим споживачем теплової енергії слід вважати систему гарячого водопостачання бань. Коливання теплових навантажень на ГВП бань можуть бути значними. Вони залежить від використання гарячої води відвідувачами. Фактичні витрати тепла на гаряче водопостачання бань може бути вище від розрахованих значень. Наявність ємкісних водопідігрівачів трохи пом'якшує гостроту цієї проблеми.

Розрахункове теплове навантаження котельні становить 200 кВт. Але така потужність котельні може бути розвинена лише за умов використання дров, що мають вологість 20-25% (минулорічні дрова). Фактично використовуються дрова, що мають вологість до 40-50%. Застосування непідготовлених дров суттєво знижає теплову потужність котельні, що наглядно ілюструється графіком:



4. Співвідношення теплової потужності котельні (з урахуванням можливості зниження теплової потужності через застосування вологих дров) та фактичного споживання тепла, що коливається в широкому діапазоні, ставить систему тепlopостачання в розряд ризикованих з точки зору гарантованого забезпечення тепловою енергією при низьких температурах зовнішнього повітря.

_____ С.О. Парасочка

ТЕХНІЧНЕ РІШЕННЯ ПО ВЛАШТУВАННЮ СИСТЕМИ ГВП З ВИКОРИСТАННЯМ СОНЯЧНИХ КОЛЕКТОРІВ.

13 січня 2016 р.

Впровадження відновлювальних джерел енергії є надзвичайно перспективною темою. Сучасна економічна ситуація та дефіцит газу буквально наполягають на їх впровадженні. Найбільш доцільним для гімназії-інтернату є впровадження геліосистеми для потреб гарячого водопостачання спального корпусу.



Згідно вихідним даним, наданим замовником, спальний корпус розрахований на 70 дітей.

Гаряче водопостачання корпусу в опалювальний період здійснюється від котельні гімназії. В теплий період року приготування гарячої води здійснюється за допомогою електробойлерів. За добу готується 1200 літрів води з температурою 70 °С. Для потреб ГВП використовується вода з температурою 50 °С. Приготування води з такою температурою здійснюється шляхом підмішування холодної води з температурою 10 °С.



Кількість холодної води, необхідної для приготування води з температурою 50 °С становить близько 800 літрів на добу. Добова витрата води (50 °С) для потреб гарячого водопостачання спального корпусу становить: $1200 + 800 = \underline{2000 \text{ л/доб}}$

Середню споживання гарячої води на одного мешканця гуртожитку становить:

$$2000/70 = \underline{28,6 \text{ л/доб}}$$

Згідно ДБН В 2.5-64:2012 норма гарячої води на одного мешканця гуртожитку має становити:

30 літрів за добу.

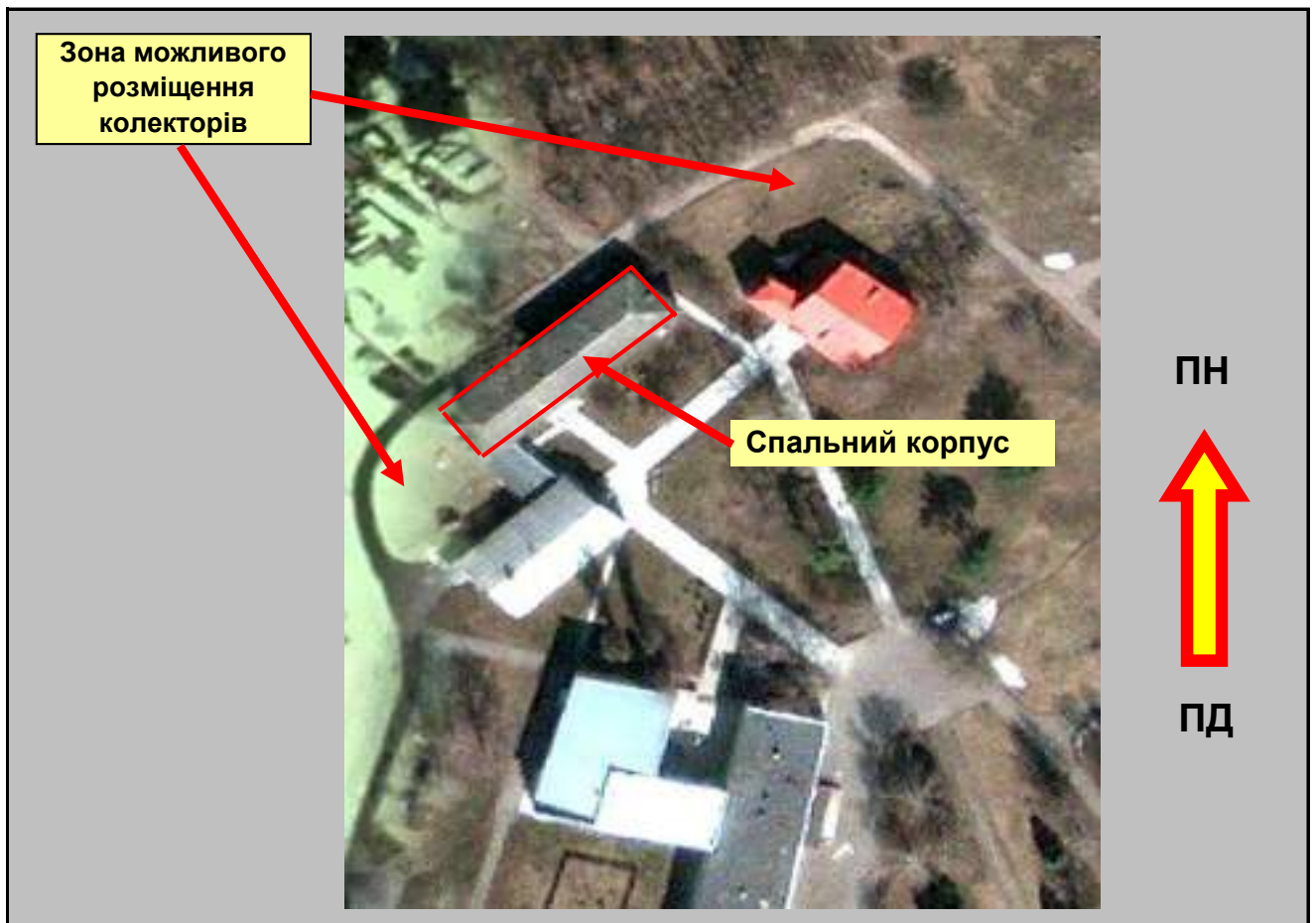
Для подальших розрахунків прийемо, що добова витрата гарячої води для потреб спального корпусу інтернату становить **2000 л/доб**

Добова витрата коштів для приготування гарячої води в літній період за діючих умов з використанням електронідегрівачів становить: $C = [1200 \cdot (70 - 10) / 860] \cdot 1.4 = 117 \text{ грн/доб}$
де, 70 – температура нагріву води в електробойлері
10 – температура холодної води
1,4 – ціна електроенергії, грн./кВт*год

Експлуатаційна вартість електроенергії для приготування гарячої води за допомогою сонячних колекторів буде становити 3-4 грн/доб

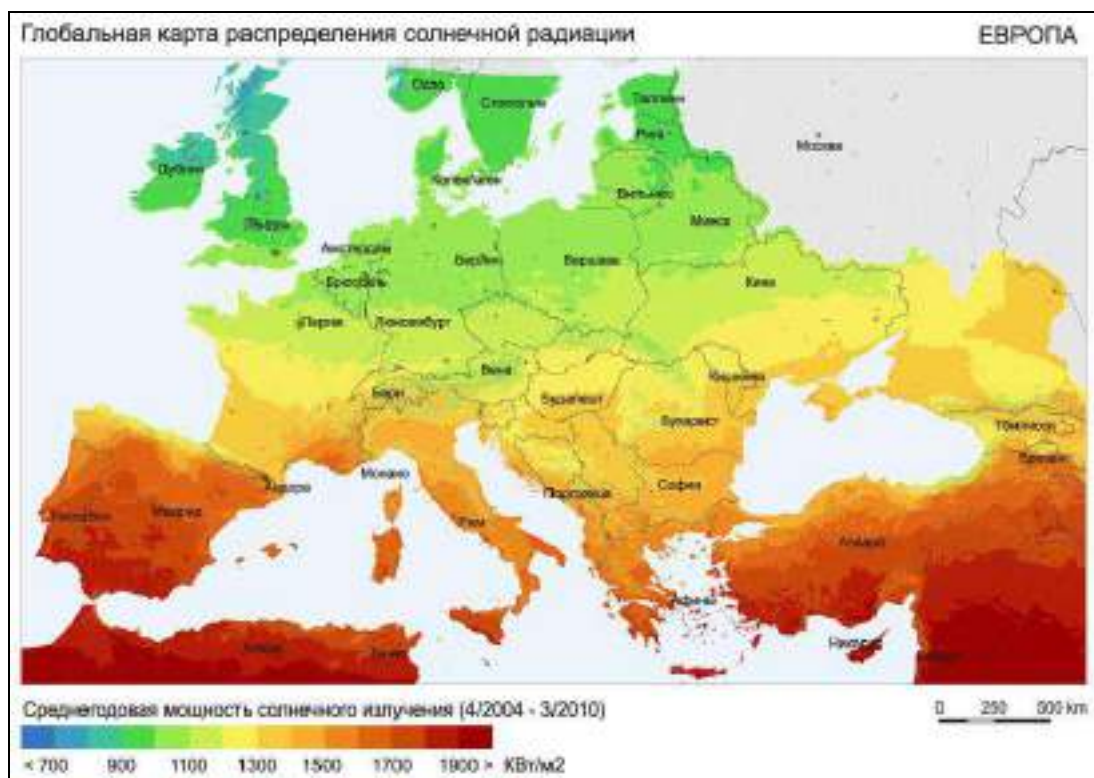
Експлуатаційні витрати при застосуванні геліосистеми для потреб гарячого водопостачання спального корпусу будуть в 30-40 разів нижчі ніж для варіанту використання електричних бойлерів та в 25-30 разів нижчі за «газовий» варіант.

Схема території гімназії-інтернату та можливого розміщення сонячних колекторів приведена на рисунку:



Сонячні колектори дають можливість в літній період взагалі не використовувати ні газову котельню, ні електричні водопідігрівачі. Крім того, за допомогою сонячних колекторів можливо частково отримувати гарячу воду і на протязі опалювального періоду.

Потенціал сонячної енергії для [] оцінюється в 1200 квт*год/м². Наприклад в Німеччині – лише 1000-1100 квт*год/м², але Німеччина має наміри до 2020 року значно збільшити частку сонячної енергії в своєму енергетичному балансі. До 2020 року частка відновлювальних джерел енергії в Німеччині має становити не менше 20%. Таким чином маємо перший аргумент на користь впровадження геліосистеми в гімназії-інтернаті.



Основні технічні характеристики модернізації системи гарячого водопостачання із встановленням сонячних колекторів.

Геліосистема, що використовується для потреб ГВП, має мати, по можливості, найбільш високі техніко-економічні показники та прийнятний термін повернення інвестицій. Розглянемо два варіанти:

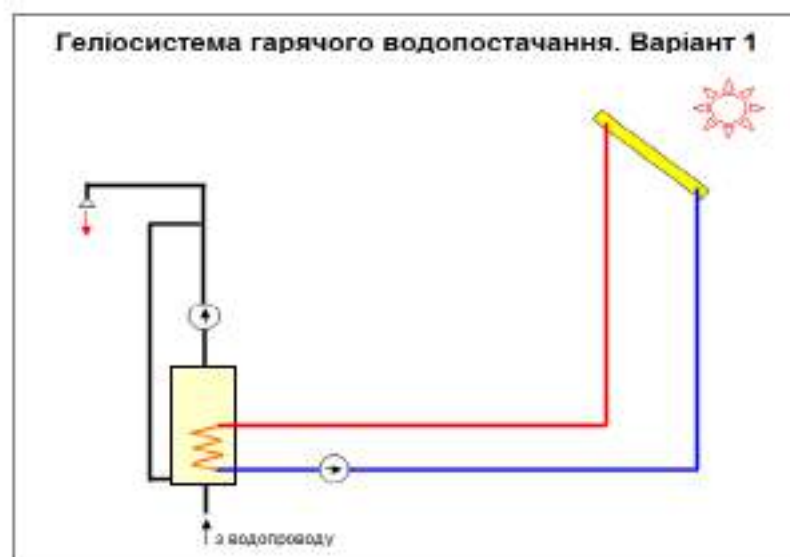
1 Варіант: сонячна система ГВП, що експлуатується на протязі року (включаючи опалювальний період), з **плоскими сонячними колекторами**.

2 Варіант: сонячна система ГВП, що експлуатується виключно на протязі літнього періоду, з **термосифонними (пасивними) сонячними колекторами**.

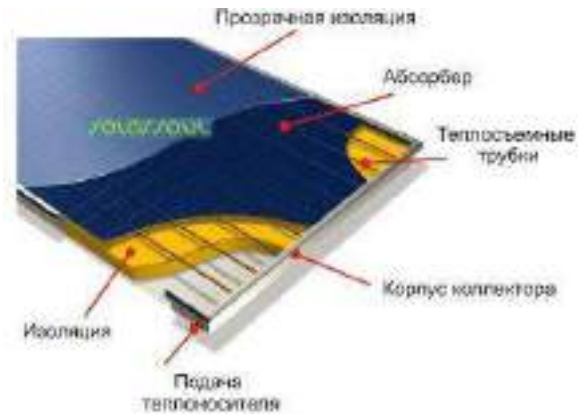
1 Варіант.

Принципова схема сонячної системи ГВП за першим варіантом (плоскі колектори) приведена на рисунку 1

Рисунок 1



В якості пристроїв для збору енергії сонця використовуються плоскі сонячні колектори, що складаються з елементів, що поглинають сонячне випромінювання (абсорберів), прозорого покриття та термоізолюючого шару.



Такі колектори – є найбільш поширеними, бо характеризуються прийнятним співвідношенням: ціна – якість.

Запропонована за варіантом 1 система ГВП на протязі травня – серпня повністю задовольняє потреби в гарячій воді без використання газової котельні. В інші місяці року потреби в гарячій воді задовольняються спільною роботою газових котлів та сонячних колекторів. При цьому частка сонячної енергії у загальних місячних потребах енергії для ГВП становитиме:

- січень.....25%
- лютий.....30%
- березень.....45%
- квітень.....70%
- травень.....100%
- червень.....100%
- липень.....100%
- серпень.....100%
- вересень.....85%
- жовтень.....45%
- листопад.....30%
- грудень20%



2 Варіант.

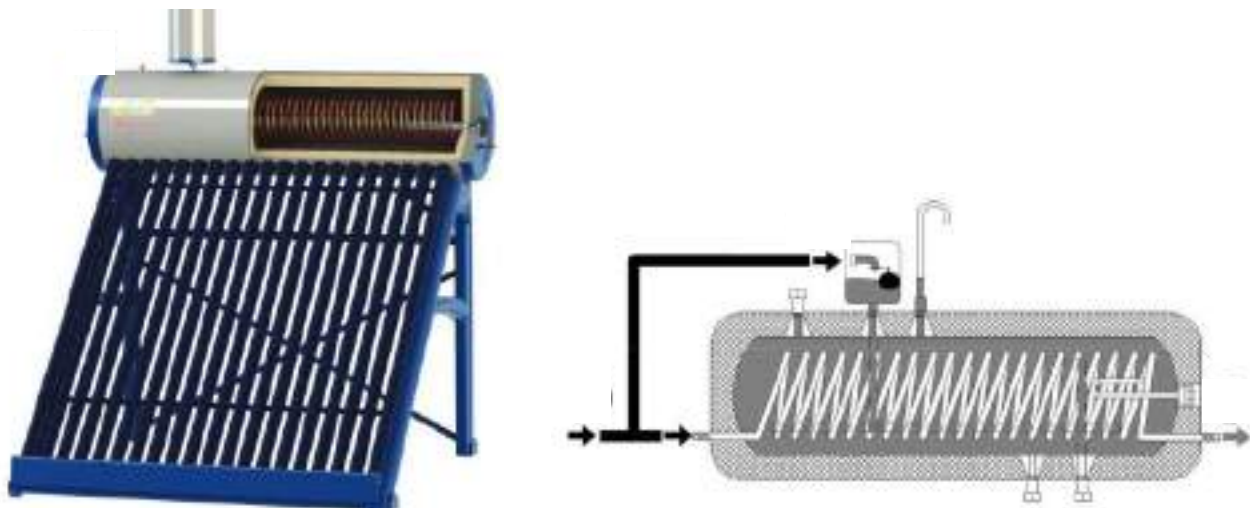
Принципова схема сонячної системи ГВП за другим варіантом приведена на рисунку 2

Рисунок 2



В якості пристроїв для збору енергії сонця за другим варіантом використовуються термосифонні (пасивні) сонячні колектори з індивідуальними баками-накопичувачами. Такі колектори – є колекторами сезонної (літньої) дії.

Ці колектори працюють за принципом термосифона, при цьому передача тепла здійснюється без використання насосів завдяки природній конвекції. Вода, що нагрівається в вакуумних трубах, піднімається в гору – в бак-накопичувач.



В баках-накопичувачах розміщуються теплообмінники, що відбирають тепло від колекторів. Термосифонні колектори доцільно експлуатувати в період квітень – вересень. На опалювальний період термосифонні колектори виводять з експлуатації.

Запропонована за варіантом 2 система сонячного ГВП забезпечить таку частку сонячної енергії у загальних річних потребах енергії для ГВП:

- квітень.....70%
- травень.....100%
- червень.....100%
- липень.....100%
- серпень.....100%.
- вересень.....85%

Основні економічні показники модернізації системи гарячого водопостачання із встановленням сонячних колекторів.

Основним елементом для будь-якої геліосистеми, що формує капітальні витрати на її впровадження, є кількість сонячних колекторів, що мають бути встановлені.

Для геліосистем ГВП рекомендованими являються **плоскі сонячні колектори** (ДСТУ НБВ.2.5-43:2010 «Настанова з улаштування систем сонячного тепlopостачання в будинках житлового і громадського призначення»). Для визначення кількості плоских колекторів, що підлягають встановленню, розрахунком визначають загальну розрахункову площу колекторів. Кількість колекторів визначається на основі технічних характеристик, прийнятих до встановлення колекторів.

При підготовці цієї пропозиції виконані розрахунки загальної площі плоских колекторів за трьома методиками, що підтвердило правильність виконаних розрахунків. Загальні площа плоских сонячних колекторів має становити **30 – 33 м²**.

Існує достатня кількість виробників обладнання для геліосистем. Розглянемо та порівняємо цінові характеристики плоских сонячних колекторів від декількох постачальників:

Таблиця 1

№ п/п	Виробник	Тип, плоского сонячного колектора	Площа 1-го колектора, м ²	Ціна валюта	грн
1	VISSMANN (Германія)	Плоский сонячний колектор Vitosol 100-F SV	2,3	642 євро	642*0,8*19 = 9760
2	VAILLANT (Германія)	Плоский сонячний колектор THERM VFK 145 V	2,35	567 євро	567*19=10700
3	Компанія «Атмосфера» (Китай)	Плоский сонячний колектор SPK-F2	1,82	\$	495*15,5= 7670

Керуючись бажанням не залякати себе високою вартістю, яку і повинне мати обладнання відновлювальної енергетики, прийемо для подальших розрахунків «народні» китайські сонячні колектори від компанії «Атмосфера». Загальна кількість колекторів $30/1,82 = 16,4$ шт

До встановлення можна прийняти 16 – 18 шт

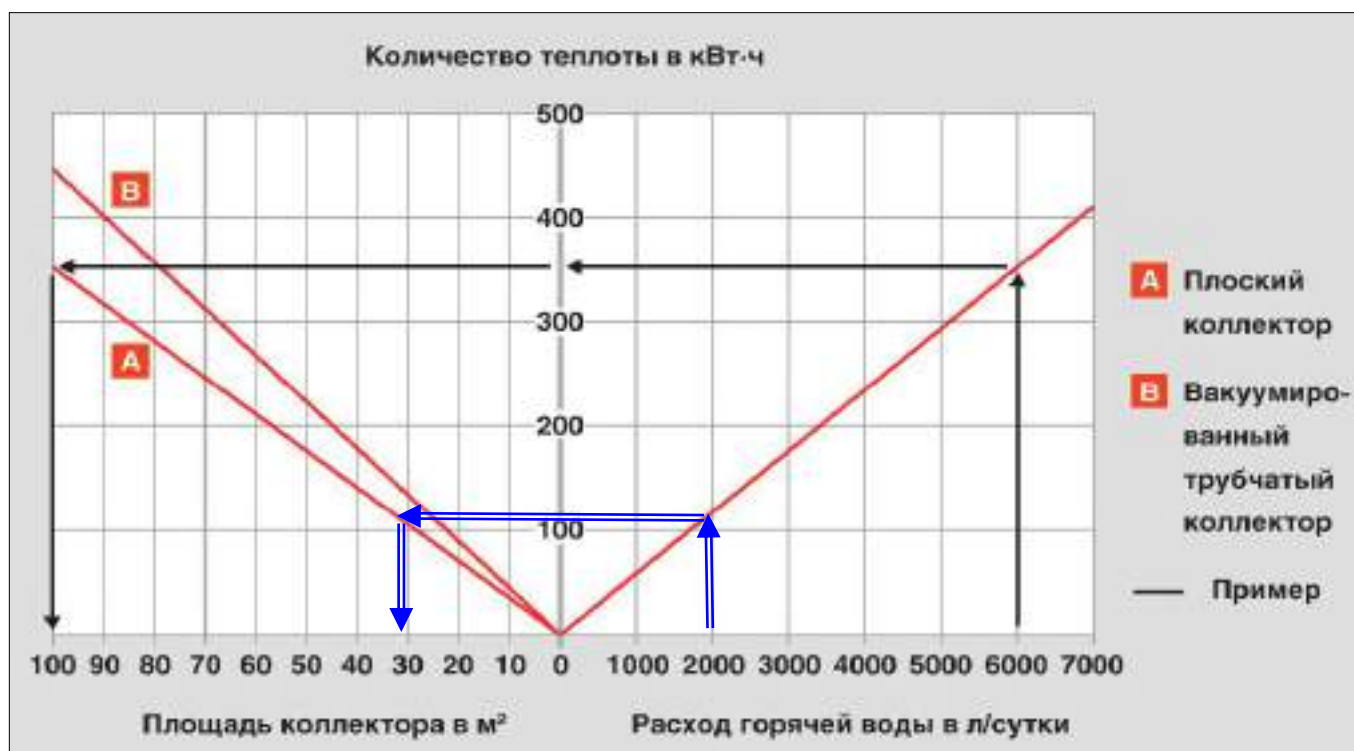
УВАГА:

Необхідно звернути увагу, що досить часто продавці сонячних колекторів навмисне занижують розрахункову кількість сонячних колекторів. Таке заниження іноді досягає 25-30%. Робиться це з метою створення показової привабливості економічних показників, що характеризують ефективність інвестицій у впровадження геліосистем

В цій пропозиції врахована кількість сонячних колекторів, що відповідає розрахункам, виконаним у відповідності до діючих нормативів та потребам замовника.

На графіку рисунку 3 приведений приклад визначення розрахункової поверхні плоских сонячних колекторів однією з найбільш авторитетних європейських компаній VISSMANN

Рисунок 3



Сонячні колектори можуть бути розміщені на покрівлі будівлі або безпосередньо на поверхні землі. В даному випадку розміщення на покрівлі будівлі (горищне перекриття з хвилювими азбо-цементними листами) значним чином ускладнене необхідністю суттєвої реконструкції конструкцій горищного перекриття, бо сонячні колектори мають достатньо велику вагу крім того орієнтація схилу покрівлі не є найкращою (ефективність використання колекторів може

бути знижена на 15-20%). Найбільш доцільним буде розміщення колекторів безпосередньо на прилеглій території. Таке розміщення може мати певні переваги:
 відносно не великі затрати на встановлення;
 найвища ефективність використання енергії сонця;
 можливість вільного доступу для обслуговування.



Розрахунок капітальних витрат впровадження геліосистеми з плоскими колекторами за Варіантом 1 приведений в таблиці 2.

Таблиця 2

№ п/п	Найменування матеріалів та обладнання	Од. вим	К-сть	Вартість з ПДВ	
				Одиниці	Всього
ГЕЛІОСИСТЕМА З ПЛОСКИМИ КОЛЕКТОРАМИ ВСЕСЕЗОННА (2000 л/доба)					
1. Матеріали для для геліосистеми, в т.ч.					242370
1.1.	Плоский сонячний колектор SPK-F2	шт	16	7670,00	122720,00
1.2.	Буферна ємність V=2000 м2	шт	1	34450,00	34450,00
1.3.	Циркуляційний насос геліосистеми WILO RSG 25/8	шт	1	8800,00	8800,00
1.4.	Компенсатор об'єму геліосистеми V=100 л	шт	1	1800,00	1800,00
1.5.	Трубопроводи та фітінги мідні	к-кт	1	25000,00	25000,00
1.6.	Арматура заповнення та зливна ємність	к-кт	1	5000,00	5000,00
1.7.	Арматура геліосистеми	к-кт	1	10000,00	10000,00
1.8.	Електротехнічні матеріали	к-кт	1	4000,00	4000,00
1.9.	Контрелер геліосисеми з датчиками	к-кт	1	4000,00	4000,00
1.10.	Поліпропіленгліколь	л	250	46,40	11600,00
1.11.	Інші невраховані матеріали (в т.ч. кріплення колекторів)	к-кт	1	15000,00	15000,00
2. Монтажні роботи.					36356
3. Розробка проекту.					10000
4. Пусконаладжувальні роботи.					7271
Всього за розділами 1-4 (з ПДВ):					285997

Геліосистеми з термосифонними колекторами — є новим видом геліосистем. Методики розрахунку таких систем відсутні, тому залишається скористатись даними постачальників такого обладнання, приведених нижче.

Модель RNB-Нерж / RNB-Эмаль / RPA –Теплообмен /

Термосифонные гелиосистемы предназначены для компенсации сезонных тепловых нагрузок. Термосифонные системы Atmosfera® отличаются эффективными трехслойными и ударопрочными вакуумными трубками. Конструкция гелиосистемы обеспечивает ее эффективную работу на всей территории Украины. Теплоизоляция бака-накопителя составляет 55 мм. Термосифонные гелиосистемы Atmosfera® отличаются простотой монтажа и эксплуатации. Срок эксплуатации термосифонной гелиосистемы не менее 25 лет. Гарантия до 5 лет.

Модель	RNB-Нерж				RPA-Теплообмен	
Описание						
Приготовление и подача горячей воды	Естественное давление (самотеком)				Под давлением (теплообмен через медный теплообменник)	
Тип нагрева	«прямой» – непосредственный нагрев в вакуумной трубе					
Количество трубок	15	20	25	30	20	30
Емкость бака, л	130	170	200	250	170	250
Полная емкость системы, л	169	222	255	328	222	328
Производительность, л/сутки	150	200	250	300	200	300

Розрахунок капітальних витрат впровадження геліосистеми з плоскими колекторами за першим варіантом приведений в таблиці 2

Таблиця 2

№ п/п	Найменування матеріалів та обладнання	Од. вим	К-сть	Вартість з ПДВ	
				Одиниці	Всього
16					
ГЕЛІОСИСТЕМА З ТЕРМОСИФОННИМИ КОЛЕКТОРАМИ (Лінійний варіант) (2000 л/доба)					
1. Матеріали для для геліосистеми, в т.ч.					153588
1.1.	Термосифонний сонячний колектор RPA- Теплообмен 30	шт	7	17184,00	120288,00
1.2.	Циркуляційний насос системи ГВП WILLO	шт	1	2500,00	2500,00
1.3.	Компенсатор об'єму системи ГВП V=100 л	шт	1	1800,00	1800,00
1.4.	Трубопроводи та фітінги мідні	к-кт	1	11000	11000,00
1.5.	Контрелер геліосисеми з датчиками	к-кт	1	4000,00	4000,00
1.6.	Електротехнічні матеріали	к-кт	1	4000,00	4000,00
1.7.					0,00
1.8.	Інші невраховані матеріали	к-кт	1	10000,00	10000,00
2. Монтажні роботи.					30718
3. Розробка проекту.					10000
4. Пусконаладжувальні роботи.					5376
Всього за розділами 1-4 (з ПДВ):					189681

Ця пропозиція технічного рішення виконана з метою аналізу техніко-економічних показників впровадження геліосистеми для гарячого водопостачання гімназії-інтернату.

Доцільно провести додатковий моніторинг та аналіз фактичного використання гарячої води, з точки зору її кількості та температури, з метою оптимізації витрат теплової енергії для ГВП та капітальних витрат на впровадження геліосистеми.

Геліосистеми мають широке розповсюдження в Європі, але і норми споживання гарячої води там значно нижчі, тому і витрати на геліосистеми відносно невеликі.

С. Парасочка

ЕКСПРЕС-АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО СТАНУ БУДІВЛІ ТОРГОВОГО КОМПЛЕКСУ З МЕТОЮ ПОШУКУ РІШЕНЬ ПО ЗНИЖЕННІ ВИТРАТ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ.

25 травня 2019 р

На запит Торгового дому проведене експрес-обстеження будівлі, збудованої в 2003-2004 роках згідно до проекту № Г-3003, розробленого підприємством «.....».



У відповідності до завдання замовника проведені такі роботи:

- аналіз проектної документації № Г-3003, том. 1, наданої замовником;
- обстеження огорожувальних конструкцій: зовнішніх стін, покриття, вікон;
- аналіз нормативної бази щодо термічного опору огорожувальних конструкцій;
- оцінка термічного опору існуючих огорожувальних конструкцій;
- оцінка потенціалу заощадження теплової енергії в разі проведення робіт по підвищенню якості теплової ізоляції будівлі.



Згідно даних проекту в будівлі встановлені «... **вікна та дверні заповнення та вітражі** — метало-пластикові із заповненням двох камерними пакетами».

Коефіцієнт термічного опору вікон та вітражів згідно проекту $R=0,5 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

Фактично в будівлі встановлені вікна — метало-пластикові із заповненням однокамерними пакетами. (Однокамерні склопакети можуть мати термічний опір $R = 0,28 - 0,5 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

Двокамерні склопакети можуть мати термічний опір $R = 0,42 - 0,66 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$)

Прийmemo, що коефіцієнт термічного опору фактично встановлених вікон та вітражів становить $R = 0,4 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

Згідно ДБН В.2.6-31:2006 для громадських будівель мінімально допустиме значення опору теплопередачі вікон $R_{\text{н}} = 0,75 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

Значна частина вікон не виконують свою основну функцію – забезпечення природним освітленням. Потреба в частині вікон у орендарів торгових площ відсутня.

З метою зниження теплових втрат через вікна доцільно розглянути варіант закриття світлових отворів мобільними або стаціонарними теплоізоляційними панелями. В якості теплоізоляційних панелей можливо використовувати панелі з утеплювачем пінополістиролом (додатково погодивши можливість його застосування в точки зору пожежної безпеки) або панелі з іншого теплоізоляційного матеріалу.

В залежності від товщини утеплюючого шару термічний опір зони вікон може мати такі значення:

- пінополістирол $v = 50 \text{ мм}$ $R = 1,65 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$ ($\lambda = 0,04 \text{ Вт}/\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$)
- пінополістирол $v = 100 \text{ мм}$ $R = 2,9 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$
- пінополістирол $v = 150 \text{ мм}$ $R = 4,15 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

Особливо суттєві втрати тепла мають місце через скління куполу атріуму. В разі якщо всупереч проекту скління куполу виконане з використанням однокамерних пакетів доцільно розглянути заміну цього скління на більш ефективне.

Фактичні коефіцієнти термічного опору склопакетів підлягають уточненню за виконавчою документацією.

Зовнішні стіни згідно проекту мають склад та характеристики приведені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Найменування елементів (шарів) стін	Товщина, м	Термічний опір $R, \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$
Металева панель (проф. настил)	0,002	0,000034
Гідробар'єрна плівка	0,0001	0
Утеплювач – мінераловатні плити	0,15	3,0
Паробар'єрна плівка	0,001	0,000017
Гіпсокартон	0,0125	0,05952

$$\Sigma R = 3,06 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Коефіцієнт термічного опору зовнішніх стін згідно даних проекту становить $3,06 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$

Як видно з таблиці 1 лише утеплювач виконує функцію збереження тепла в будівлі. Жоден інший із шарів зовнішньої стіни функцію утеплення, навіть мінімальну, не виконую.

Використаний згідно проекту утеплювач повинен мати коефіцієнт теплопровідності:

$$\lambda = v/R = 0,15/3,0 = 0,05 \text{ Вт}/\text{м} \cdot ^\circ\text{C}$$

За даними проекту шар утеплювача достатньо ефективний. Але з іншого боку, зовнішню стіну ніяк не можна вважати однорідною з надійним тепловим захистом. з цілого ряду причин:

- елементи металевого каркасу (стальні труби та профілі) відіграють роль «містків холоду»;
- відсутня будь-яка впевненість, що в каркасній вертикальній конструкції стіни забезпечена повна гарантія рівномірного розміщення утеплюючих панелей (без просідань і щілин);
- в разі попадання вологи на утеплюючий шар може мати місце втрата показників термічного опору утеплювача, що є причиною високих втрат тепла.

Не виключена можливість, що середній коефіцієнт термічного опору огорожувальних конструкцій значно нижчий проектних значень. Буде абсолютно доцільно для подальших оцінок вважати, що середній фактичний термічний опір зовнішніх стін становить близько:

$$R_f = 3,06 * 0,75 = 2,3 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$$

Для спростування приведених вище припущень, або їх підтвердження, доцільно провести вибіркове відкриття зовнішніх шарів стін для контролю якості теплової ізоляції. Іншим варіантом аналізу якості теплової ізоляції стін є дослідження поля температур внутрішніх поверхонь стін в зимовий період року за допомогою пірометра або тепловізора.

Згідно ДБН В.2.6-31:2006 для громадських будівель мінімально допустиме значення опору теплопередачі зовнішніх стін $R_n = 3,3 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$

Згідно даних проекту **перекриття (покриття)** будівлі має такі самі теплотехнічні характеристики, що і зовнішні стіни. При цьому не виключаються ті самі вади теплової ізоляції. Крім того відомо, що має місце протікання переkritтя, а отже має місце зволоження утеплювача та втрата його теплоізоляційних можливостей.

Згідно проекту для утеплення покрівлі використовується мінераловатний утеплювач $v=150 \text{ мм}$ $\lambda=0,05 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$. Проектний коефіцієнт термічного опору покриття $R=3,06 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$.

Враховуючи термін експлуатації та можливі дефекти теплової ізоляції доцільно вважати, що фактичний коефіцієнт термічного опору покрівлі значно нижчий. За відсутності достовірних даних про значні дефекти ізоляції для подальшого аналізу доцільно прийняти, коефіцієнт термічного опору покрівлі становить $R=2,3 - 2,5 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$

Згідно ДБН В.2.6-31:2006 для громадських будівель мінімально допустиме значення опору теплопередачі покриття $R_n = 5,35 \text{ м}^2\text{°C/Вт}$

ВИСНОВКИ:

1. За результатами обстежень, розрахунків та певних припущень, що ґрунтуються на досвіді інших досліджень, витрати газу на обігрів будівлі на 1 метр існуючих огорожувальних конструкцій за рік (опалювальний період) мають такі значення:

- вікна $25 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{рік}$
- зовнішні стіни..... $4,3 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{рік}$
- покриття..... $4,1 \text{ м}^3/\text{м}^2\text{рік}$

При визначенні приведених вище показників прийнято, що в приміщеннях 24 години за добу протягом 178 діб на рік підтримується температура 16 °C . При цьому зовнішня середня температура опалювального періоду становить $-0,8 \text{ °C}$.

2. Теплотехнічні характеристики зовнішніх стін потребують додаткових досліджень. Є підстави передбачати, що витрати тепла зовнішніми стінами значно перевищують проекти та ще більше перевищують сучасні вимоги.

Можливо спрогнозувати, що кожний квадратний метр зовнішньої стіни втрачає на протязі року більше теплової енергії, ніж передбачено проектом орієнтовно на:

$$Q = 1 * [1/(7/2,3 - 1/3,06)] * (16 + 0,8) * 178 * 24 = 7751 \text{ ккал/рік} \cdot \text{м}^2$$

або 1 куб. метр газу в рік на кожний квадратний метр площі зовнішніх стін

3. Згідно проекту коефіцієнт теплопередачі вікон повинен був мати значення

$$K = 1/0,5 = 2 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

Згідно наших припущень коефіцієнт теплопередачі фактично встановлений вікон становить

$$K = 1/0,4 = 2,5 \text{ Вт/м}^2\text{°C}$$

За таких умов кожний квадратний метр вікон втрачає на протязі року більше теплової енергії, ніж передбачено проектом орієнтовно на:

$$Q = 1(2,5-2,0) \cdot (16+0,8) \cdot 178 \cdot 24 = 35885 \text{ ккал/рік} \cdot \text{м}^2$$

або **5 куб. метрів газу в рік на кожний квадратний метр площі вікон**

Враховуючи температурний інгредієнтів внутрішнього повітря особливо значні втрати тепла мають місце через скління куполу.

В разі застосування утеплення вікон, які не використовуються для природного освітлення, пінополістиролом ($\lambda = 0,04 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$) в = 50–150 мм річна економія газу на 1 квадратний метр закритого вікна за рік буде становити:

- | | |
|-----------------------------|--|
| - пінополістирол в = 50 мм | - економія газу $18 \text{ м}^3/\text{рік} \cdot \text{м}^2$ |
| - пінополістирол в = 100 мм | - економія газу $21 \text{ м}^3/\text{рік} \cdot \text{м}^2$ |
| - пінополістирол в = 150 мм | - економія газу $22,5 \text{ м}^3/\text{рік} \cdot \text{м}^2$ |

4. Згідно проекту коефіцієнт термічного опору покриття мав становити $R=3,06 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$. Фактично термічний опір покриття має бути нижчий і може становити близько $R=2,4 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$, що відповідає коефіцієнту теплопередачі $K=0,42 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$.

В разі створення якісного шару утеплення з використанням мінеральної вати ($\lambda = 0,05 \text{ Вт/м} \cdot \text{°C}$) товщиною в = 50 – 300 мм термічний опір покриття та коефіцієнт теплопередачі будуть становити:

- | | | |
|------------------------------|--|--|
| - вата мінеральна в = 150 мм | $R = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ | $K = 0,313 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$ |
| - вата мінеральна в = 200 мм | $R = 4,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ | $K = 0,238 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$ |
| - вата мінеральна в = 250 мм | $R = 5,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ | $K = 0,192 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$ |
| - вата мінеральна в = 300 мм | $R = 6,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$ | $K = 0,161 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{°C}$ |

Річна економія газу на й квадратний метр покриття в рік в разі створення якісного шару теплової ізоляції із мінеральної вати:

- | | |
|------------|--|
| в = 150 мм | $B = [(0,42-0,131) \cdot 18,8 \cdot 178 \cdot 24] / (8200 \cdot 0,88) = 1,2 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{рік}$ |
| в = 200 мм | $B = [(0,42-0,238) \cdot 18,8 \cdot 178 \cdot 24] / (8200 \cdot 0,88) = 2,0 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{рік}$ |
| в = 250 мм | $B = [(0,42-0,192) \cdot 18,8 \cdot 178 \cdot 24] / (8200 \cdot 0,88) = 2,5 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{рік}$ |
| в = 300 мм | $B = [(0,42-0,161) \cdot 18,8 \cdot 178 \cdot 24] / (8200 \cdot 0,88) = 2,9 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{рік}$ |

С.Парасочка

ЕКСПРЕС-ОЦІНКА ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ВЕНТИЛЯЦІЇ ПРИМІЩЕНЬ БАСЕЙНУ, РЕСТОРАНУ ТА СПОРТИВНОЇ ЗАЛИ БУДІВЛІ ОЗДОРОВЧОГО КОМПЛЕКСУ.

25 травня 2020 р

Метою цього короткого аналізу проекту опалення та вентиляції (ОВ) є його оцінка з точки зору його відповідності технічним рішенням, закладеним в проект котельні та збір інформації, необхідної для забезпечення ефективної експлуатації котельні.

Згідно проекту котельні розрахункова теплова потужність котельні становить 1380 кВт в т.ч.:

№ п/п	Найменування споживачів	Теплові навантаження кВт	Графік роботи	Температурний графік
1	Опалення котельні	35	зима	80/60 %
2	Підлогові доріжки (обігрів)	3,8	зима, літо	45/35°C
3	Опалення басейну	126	зима	80/60°C
4	Опалення ресторану	76	зима	80/60°C
5	Вентиляція ресторану	190	зима	80/60°C
6	Вентиляція спортзалу	582	зима, літо	80/60°C
7	ГВП спортзал, ресторан	295	зима, літо	80/60°C
8	Технологія басейну	58	зима, літо	80/60°C
9	Технологія дит.басейну	10	зима, літо	80/60°C
10	Технологія грудн. басейну	5	зима, літо	80/60°C
		1380 кВт		

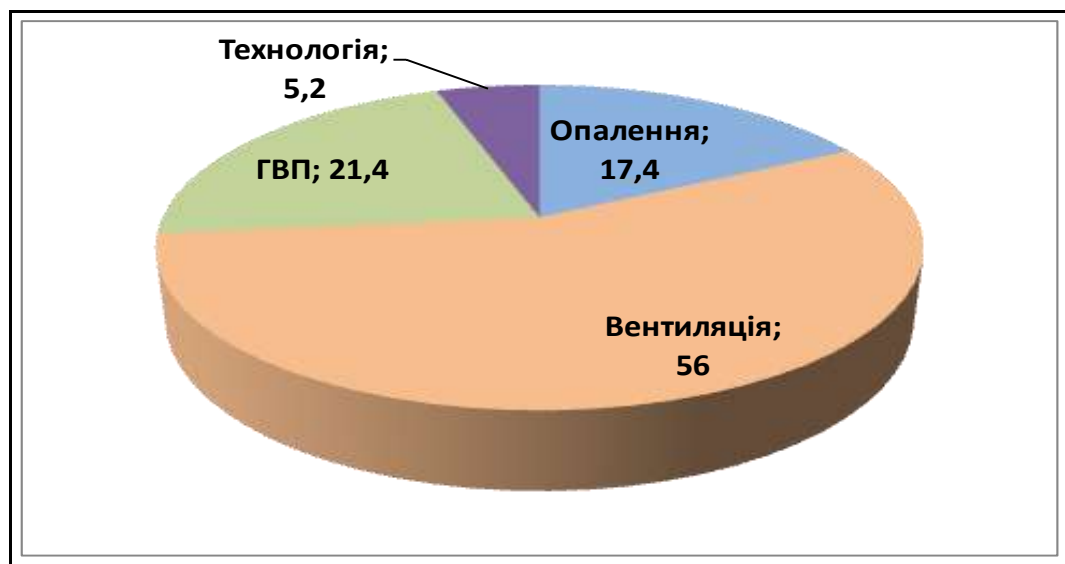
Структура теплових навантажень:

Опалення – $35+3,8+126+76=241$ кВт..... 17,4 %

Вентиляція - $190+582=772$ кВт..... 56 %

ГВП - 295 кВт..... 21,4 %

Технологія – 73 кВт..... 5,2 %



Аналіз структури теплових навантажень показує, що основним споживачем тепла, що виробляє котельня, є вентиляція. Найбільша частка потужності котельні припадає на вентиляцію – 56%. Від якості проектних рішень та якості експлуатації вентиляції залежить ефективність діяльності

всього спортивного комплексу. Саме від якості роботи вентиляції значною мірою залежать витрати енергоносіїв та якість параметрів повітря у приміщеннях спорткомплексу.

В розділі проекту «вентиляція» розрахункове споживання теплової енергії відображене дещо іншим чином (Основні показники по розділу ОВ):

Найменування будівлі	Періоди року	Витрати тепла на:			
		Опалення, кВт	Вентиляцію, теплостачання калориферів, кВт	На підігрів доріжок басейну, кВт	теплостачання баків-теплоаккумуляторів, кВт
Спортивний центр	теплый	—	200,0	3,79	205,0
	холодный	95,6	545,0	3,79	—

Порівняння двох таблиць показує, що спільного в цих таблицях досить мало. Це не може не турбувати. Співпадають лише дані по тепловим навантаженням на обігрів доріжок басейну, що становить лише 0,3% від загального теплового навантаження котельні, але цей факт дає змогу переконатись, що обидві таблиці стосуються одного об'єкту.

Сумарне теплове навантаження на вентиляцію згідно розділу «котельня» становить 772 кВт, в тому числі: вентиляція спортзалу – 582 кВт, вентиляція ресторану 190 кВт. Сумарне теплове навантаження на вентиляцію згідно розділу «ОВ» становить лише 545 кВт. Складається враження, що проект вентиляції не враховує вентиляцію ресторану.

Навантаження на опалення в розділі ОВ – 96 кВт, тоді, як згідно проекту котельні – 202 кВт, в тому числі: 76 кВт – опалення ресторану, 126 кВт – опалення басейну.

						08/15-ОВ		
						Реконструкція будівлі столової з трансформаторною підстанцією під спортивний комплекс з добудовою басейну		
Змін	Кільк	Арх	Ндк	Пл	Бат			
Розроб					10.15	Спортивний комплекс		Стадія
Передпр					10.15			Арх
Нормован					10.15	Загальні дані		Арх

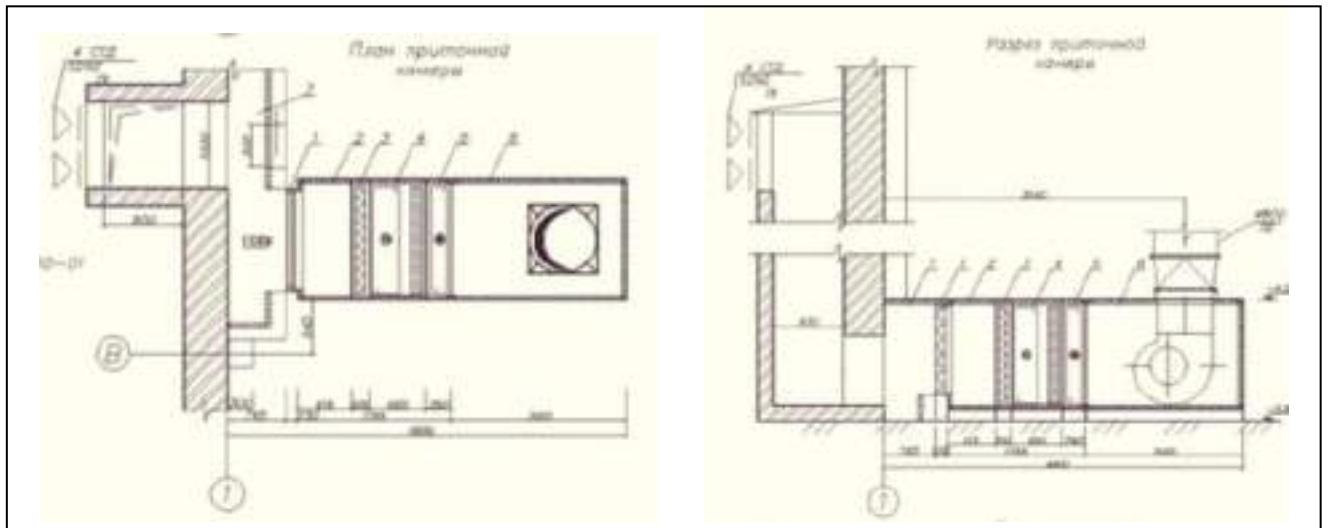
Для можливості читання та аналізу проекту вентиляції необхідно мати достатньо багато інформації, поданої в адекватному та коректному вигляді. Крім загальних планів, схем, неповних таблиць та специфікацій необхідно мати багато додаткової інформації. Нормативна база та існуючі кращі традиції, що склались роками, це підтверджують. На жаль сучасний проектувальник мене не зрозуміє, або не захоче зрозуміти Тепер такі традиції. Тепер так роблять. Професіоналізм не в моді. І ні до чого замовнику все розуміти. Але такий підхід якості проекту не додає. Є певні речі, без яких просто неможливо навіть скласти уяву про технічні якості проекту. Спробую пояснити. В додатку 1 приведений **приблизний опис проекту**, яким він має бути.

Прийняті повітрообміни та температурні і вологісні режими в приміщеннях мають бути обґрунтованими. Ці дані необхідні не лише для розробки проекту, а, що найголовніше, для експлуатації. (Виключенням може бути варіант, коли замовника цікавить лише кінцевий результат і проектувальник бере на себе подальшу експлуатації і відповідальність за її якість). Мають бути обґрунтування та відповідні розрахунки. Ці матеріали до проекту, як правило, не прикладаються, але мають бути у проектувальника та надаватись на запит замовника. Щонайменше мають бути **таблиці тепло-повітряних балансів приміщень (додаток 2)**

Путівником по проекту вентиляції та однією з найголовніших складових проекту завжди була **таблиця повітрообмінів** – це класика (додаток 3). Без цієї таблиці неможливо уявити якісний проект. Ця таблиця повністю характеризує будь-яке приміщення оснащене вентиляцією або кондиціонуванням: об'єм приміщення, розрахункові температури та вологість, кратність повітрообміну, номери вентиляційних систем, що обслуговують приміщення, наявність підпорів чи розріджень в приміщенні, категорія пожежної небезпеки.

Нормативи потребують надавати в проекті детальну таблицю, що **характеризує основне опалювально-вентиляційне обладнання та режими його експлуатації (додаток 4)**. Приведена в проекті таблиця надто формальна.

В проекті відсутні, але нормативи потребують, щоб крім загальних планів були приведені креслення розміщення опалювально-вентиляційного обладнання у збільшеному масштабі з відповідними обв'язками (плани та розрізи).



Важливим моментом являється інформація про автоматизацію систем вентиляція та кондиціонування, бо саме від якісної автоматизації залежить якість мікроклімату та ефективність використання енергоносіїв. Така інформація в проекті відсутня.

Припливно-витяжні установки, що обслуговують приміщення басейнів мають широкий перелік функцій по обробці повітря: підігрів, охолодження, другий підігрів, рекуперація тепла, осушка повітря. оцінити ефективність цих процесів без їх представлення у вигляді I-d діаграм вологого повітря неможливо.

Повний аналіз передбачених проектом можливостей забезпечення параметрів мікроклімату у приміщеннях будівлі може бути виконаний на основі згаданих вище матеріалів за такими напрямками:

- розрахункові параметри зовнішнього та внутрішнього повітря;
- теплові навантаження та сезонні витрати енергії;
- ефективність використання енергії та можливості забезпечення економної експлуатації вентиляції на різних режимах (зміна параметрів зовнішнього повітря, зміна кількості клієнтів та інше);
- ефективність технологічного процесу осушки повітря, як найбільшого споживача енергії.

За відсутності всього комплексу необхідної інформації проведемо вибірковий аналіз деяких компонентів проекту.

Розрахункові параметри зовнішнього повітря.

Одним із факторів, від якого залежить якість забезпечення параметрів внутрішнього мікроклімату та витрати енергоносіїв є розрахункові параметри зовнішнього повітря для розрахунку систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря.

Проектом прийняті такі параметри зовнішнього повітря:

Кліматичні показники				
Розрахункова температура зовнішнього повітря :				
— для проектування опалення -21 °С				
для проектування загально обмінної вентиляції:				
— в зимовий період -21 °С,				
— в теплий період +22°С.				
Середня температура опалювального періоду -0,1 °С.				
Тривалість опалювального періоду - 183 днів.				
Розрахункові параметри зовнішнього повітря для проектування кондиціонування повітря:				
Періоди року	Температура, °С	Відносна вологість, %	Ентальпія кДж/кг	Барометричний тиск, ГПа
Теплий	+32*	48*	67,1*	980
Холодний	-21	45*	-20,7	980

Розрахункові параметри зовнішнього повітря згідно п. 5.13 ДБН В 2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря» та ДСТУ Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»:

- розрахункова температура опалювального періоду для систем опалення, вентиляцій та кондиціонування **-23 °С**.

- середня температура опалювального періоду **-0,8 °С**.

- розрахункова літня температура для розрахунку вентиляції **25 °С**.

- розрахункова літня температура для систем охолодження та кондиціонування **29 °С**.

Згідно п. 5.13 ДБН В 2.5-67:2013 для міст з населенням більше 100 тис. для систем вентиляції та кондиціонування приймається температура зовнішнього повітря в літній період року до 3 оС більшею за розрахункову згідно п. 5.13. Відповідно: **25+3 = 28 °С; 29+3=32 °С**.

Для розрахунку систем опалення прийнята недостатньо низька температура (-21°С замість -23°С та -0,1 °С замість -0,8 °С).

Для вентиляції прийнята розрахункова літня температура +22°С замість +28°С.

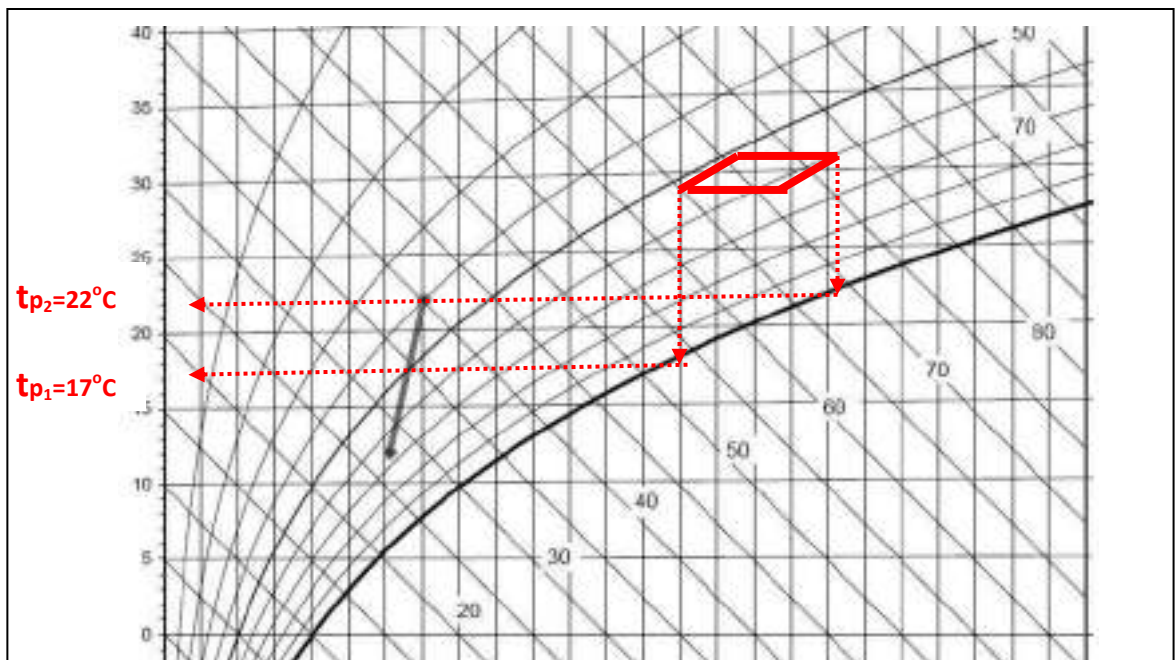
Для кондиціонування прийнята температура +32°С, що відповідає вимогам нормативів. (В той же час на тому ж листі проекту, де в якості розрахункової температури заделаровано +32°С, в таблиці «Характеристика обладнання вентиляційних систем» вказано, що реальні розрахунки велись на температуру зовнішнього повітря +29°С.)

Прийнята проектом відносна вологість та ентальпія зовнішнього повітря відповідає вимогам нормативів.

Прийняті в проекті **розрахункові температури внутрішнього повітря** стосуються лише приміщень спортивного призначення. відсутня інформація щодо приміщень ресторану.

Розрахункові параметри внутрішнього повітря в зимовий період	В літній період:
— Приміщення басейну - +30 °С (Ф=60%)	— Приміщення басейну - +30°С (Ф=60%)
— Тренажерні зали +20 °С,	— Тренажерні зали +20 °С,
— Студії (дорослі) - +19 °С,	— Студії (дорослі) - +19 °С,
— Кабінети, офіси - +24°С,	— Кабінети, офіси - +24°С,
— Роздягальні - +25°С,	— Роздягальні - +25°С,
— Зона відпочинку (після саун)- +26°С,	— Зона відпочинку (після саун)- +26°С,
— Дитячі студії - +24°С.	— Дитячі студії - +24°С.

Найбільш відповідальним, з точки зору підтримання мікроклімату, є приміщення басейнів. найбільшою проблемою є **висока вологість та конденсація** води на будь-яких поверхнях: стіни, стеля, обладнання... Тому важливим (головним) фактором є недопущення конденсації. Цього можливо досягти шляхом впровадження постійно діючого процесу осушення повітря. Але це не єдиний інструмент досягнення успіху. Не менш важливим є постійне підтримання відповідної температури на поверхнях та забезпечення постійних параметрів мікроклімату. Розглянемо цю ситуацію з використанням I-d діаграми вологого повітря. Проектом передбачається, що розрахунковими параметрами повітря у приміщенні басейну будуть: температура - $+30^{\circ}\text{C}$, відносна вологість – 60%. Як фахівець з багаторічним досвідом роботи по забезпеченню мікроклімату на підприємстві електронної промисловості стверджую, що точне підтримання цих параметрів, навіть за наявності сучасних засобів автоматизації, неможливе. Завжди будуть мати місце певні коливання температури та вологості. В ідеальному випадку розрахункові метеорологічні параметри повітря в басейні можливо виразити так: температура - $+30\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ ($28,5 - 31,5^{\circ}\text{C}$); відносна вологість - $55\pm 5\%$ ($50 - 60\%$). Таким чином з діаграми видно, що температура точки роси може коливатись в діапазоні $17-22^{\circ}\text{C}$.

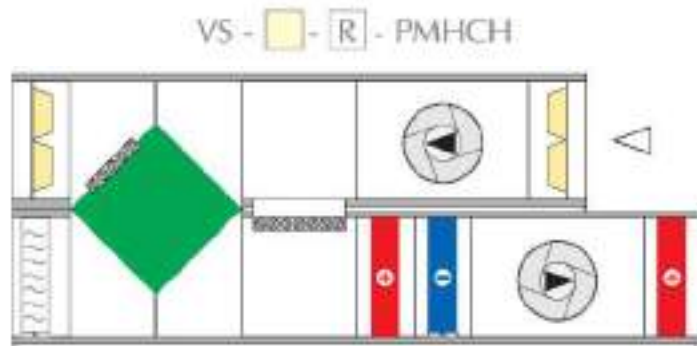


Для недопущення конденсації важливо, щоб усі огорожувальні конструкції басейну мали відповідні характеристики термічного опору і не мали містків холоду (наприклад металевий каркас)

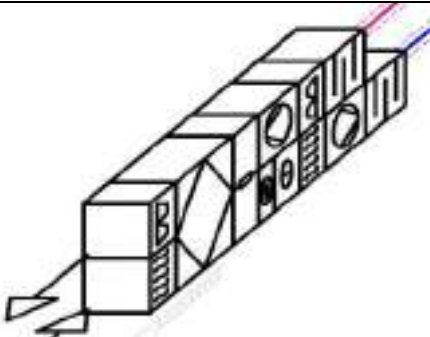
Іншим важливим фактором є постійне цілодобове функціонування системи осушення повітря, бо навіть коротка зупинка може приводити до підвищення вологості до 80-85%. При цьому температура точки роси становитиме до 27°C – гарантована конденсація. Приведені факти свідчать про важливість стабільного забезпечення мікроклімату та про те, що мої побажання щодо необхідності наявності повної технічної інформації про системи вентиляції вже на стадії проекту небезпідставні.

Спробуємо провести **аналіз** (більше схожий на шпiонські розслідування) **складу припливно-витяжних камер ПВ1 та ПВ2**, що обслуговують басейни та **процесів обробки повітря** в цих камерах.

В якості припливно-витяжних агрегатів передбачається встановлення агрегатів **VS-150-R-PMHCH** (виробник VTS). Згідно характеристики обладнання на 1-му листі проекту до складу агрегату входять такі секції нагріву і охолодження: нагрівач I нагріву, охолоджувач та нагрівач II нагріву (нічого не сказано про камеру змішування та рекуператор. Можна сподіватись, що мова йде про стандартну комплектацію згідно каталогу.



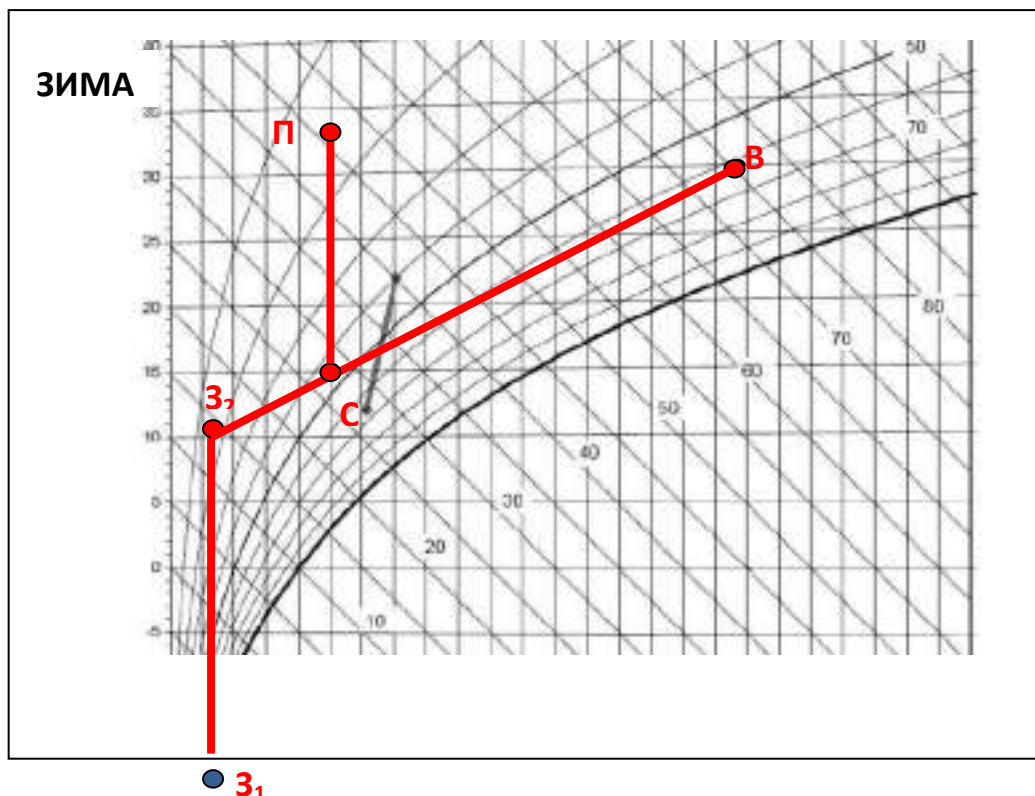
В специфікації проекту згадується дещо інший склад агрегату (відсутній нагрівач II підігріву). В специфікації є така інформація:



- Витрати повітря: - припливного – 17825 м³/год, витяжного – 17785 м³/год;
- Має місце рециркуляція – 4500 м³/год;
- У складі агрегату є секція рекуператора (технічні характеристики невідомі);
- Секція водяного підігрівача (I підігрів зима) забезпечує нагрів припливного повітря від +15,6 до 33 °С (з урахуванням змішувача) - 106 кВт
- Секція охолодження, літо (холодоносії 5-10°С) від 29,0 до 16,5 °С.

Схема агрегату (приведена в аксонометричній схемі систем вентиляції) підтверджує відсутність підігрівача II підігріву

Допускаючи, що прикрість з підігрівачем II підігріву – це технічна помилка (яка є ключем до розуміння про легковажний підхід до проекту) спробуємо відтворити процеси обробки повітря в I-d діаграмі:



Процеси підготовки повітря носять формальний характер, бо недостатньо інформації. Тому зробити якийсь кількісний аналіз неможливо.

При побудові процесі прийнято до уваги інформацію. з 1-го листа проекту:

- перший нагрів: від ...?....°C до 33,5 °C
- охолодження (літо): від 29,0 °C до 16,5 °C
- другий нагрів (літо): від 16,5 °C до 33 °C

На діаграмі, що характеризує зимовий процес обробки повітря лінії означають наступне:

$Z_1 - Z_2$ – нагрів у рекуператорі;

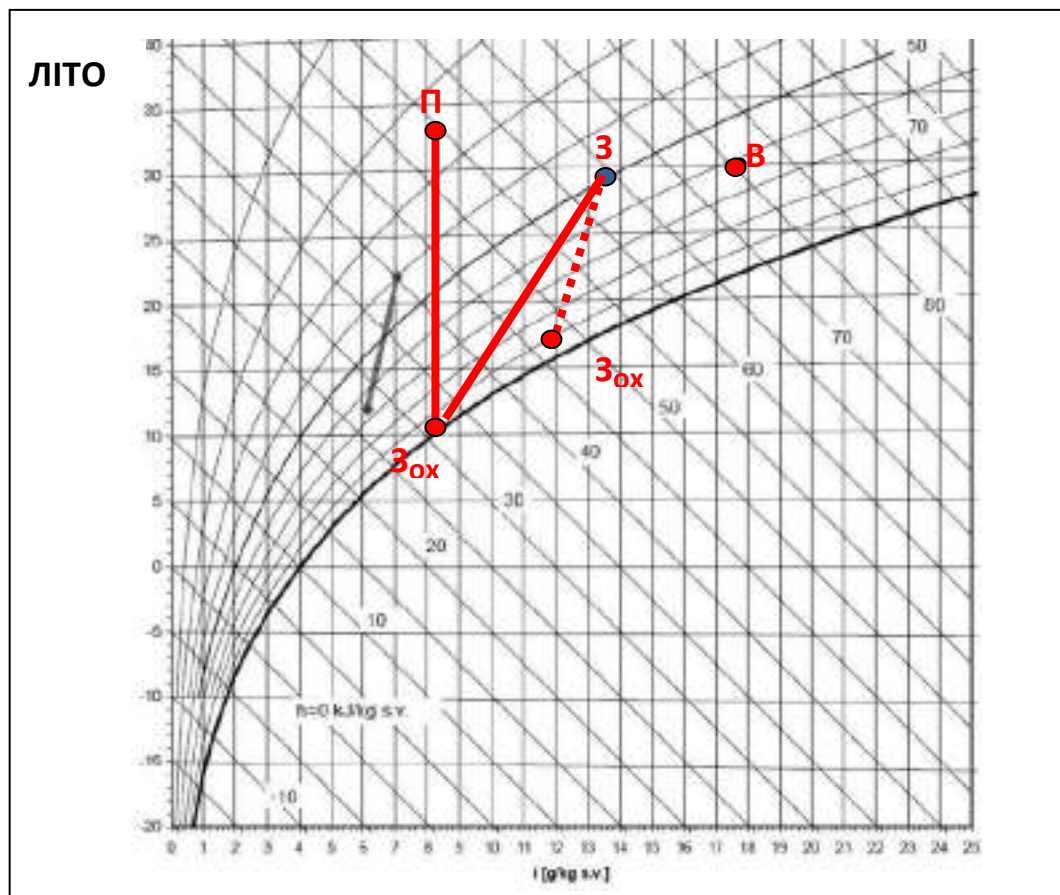
$Z_2 - B$ – змішування зовнішнього та внутрішнього повітря (рециркуляц);

$C - П$ – перший підігрів повітря;

Точка Z_1 характеризує зовнішнє повітря (-23°C). Точка B характеризує внутрішнє повітря (30°C 60%). Точка Z_2 характеризує зовнішнє повітря після нагріву у рекуператорі (температура із проекту невідома – прийнято 10 °C - формально). Точка C характеризує стан повітря після змішування з зовнішнього та внутрішнього повітря (15°C). Точка $П$ характеризує стан припливного повітря (згідно проектних даних 33,6°C)

Зимовий процес підготовки повітря носить формальний характер, виконаний з метою візуалізації процесів та підготовки інформації для подальших розрахунків (після отримання уточнень). На цьому етапі виконання кількісного аналізу неможливе.

Аналогічним чином побудована діаграма процесів обробки повітря для літнього періоду.



Розрахункова температура зовнішнього повітря в літній період дуже близька до розрахункової внутрішньої температури повітря в приміщеннях басейнів. Тому обробка припливного повітря потрібна практично виключно з причини необхідності здійснювати сушіння повітря (зменшувати кількість води в його складі). При виконанні розрахунків процесів осушення повітря необхідно виходити із повітряно-вологісного балансу. Іншими словами – із повітря треба видалити вологу в тій же кількості, що поступає у приміщення басейну. Цю роботу треба робити надзвичайно кваліфіковано та відповідально, бо це найважливіший момент у проектуванні всього об'єкту. Здається проєктанти з цією задачею справились не зовсім вдало.

Згідно даних проекту після охолодження в припливно-витяжному агрегаті температура повітря має бути 16,5°C. При такій температурі і відносній вологості повітря 95% (на лінії насичення) вміст води в повітрі буде становити близько 11,3 г/кг. Склад води в зовнішньому повітрі становить близько 13 г/кг (у фактичних умовах може бути значно більше ніж в ідеальних). Тобто навіть в ідеальних умовах кожен кілограм повітря в процесі осушення втратить 13 – 11,3 = 1,7 г/кг води. Цього явно замало. Осушка повітря має бути ефективнішою щонайменше в 3 рази (так як показано на діаграмі).

Перевіримо цей попередній висновок. Згідно загальновідомим даним, з кожного квадратного метра басейну випаровується близько 200-250 г/води за годину. При загальній площі басейнів 463 кв. метра та загальному повітрообміні приміщень басейнів $17785 \times 2 = 35570$ м³/год (42600 кг/год) кожен кілограм повітря в процесі осушки повинен втрачати: $(240 \times 463) / 42600 = 2,6$ г/кг. Запропонований проектувальниками варіант осушки не виконає поставлену задачу навіть в ідеальних умовах.

Влагодоступление (количество испаряющейся влаги) в час с кв.м. поверхности воды бассейна в зависимости от температуры воды и воздуха

количество испаряющейся влаги с поверхности бассейна (г/м2)															
Температура воздуха °C / Относительная влажность %															
t°воды	°C	24		25		26		27		28		29		30	
	% отн. Вл.	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50	60
22		204	182	197	174	190	165	182	156						
23		217	194	209	187	203	178	194	169	187	158				
24		230	108	223	200	216	191	208	182	118	172	192	162		
25				235	213	229	204	221	195	213	185	205	175	196	164
26						244	219	236	210	228	200	220	190	211	179
27								250	223	243	215	235	205	226	194
28										259	230	250	221	241	209
29												268	238	259	227
30														277	244

Аналіз можна продовжувати дуже довго. На жаль ліміт часу згідно домовленостей вичерпаний. Ця експертна оцінка носить попередній характер.

_____ С.Парасочка

ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ НА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ НА БАЗІ ГАЗОВИХ ІНФРАЧЕРВОНИХ ОБІГРІВАЧІВ.

30 червня 2015 р

Пропонуємо до розгляду технічне рішення на улаштування системи обігріву виробничих приміщень.

Важливим фактором, що визначає вартість обігріву та експлуатаційні витрати є її теплова потужність.



Особливістю будівлі, що розглядається є те, що вона була збудована, як холодильна камера, а отже теплотехнічні характеристики огорожувальних конструкцій були достатньо високими і розрахункові теплові втрати відносно невеликі.



Стіни та перекриття приміщення виконані із сендвіч-панелей, що мають ефективний теплоізолюючий шар із пінополістиролу товщиною 80-100 мм. Коефіцієнт теплопередачі такого сендвічу становить 0,35-0,4 ккал/м²*град. Загальний коефіцієнт теплопередачі стін та покриття будівлі, з урахуванням з'єднань окремих панелей та можливих дефектів становитиме 0,4-0,45 ккал/м²*град.

Згідно вимог, які пред'являються для огорожувальних конструкцій холодильних камер, коефіцієнт теплопередачі стін та покриття повинен становити 0,5-0,6 ккал/м²*град

Для подальших розрахунків прийнято, що коефіцієнт теплопередачі стін та покриття будівлі становить **0,55 ккал/м²*гр.**

Геометричні розміри будівлі становлять 54*48*7(h) м. Бокові стіни будівлі будуть мати площу скління, що становитиме близько 20% від загальної площі стін. Будуть застосовані вікна із подвійним склопакетом з коефіцієнтом теплопередачі **1,85 ккал/м²*гр.**

$$\text{Загальна площа стін становитиме } (2*54+2*48)*7*0,8 = 1142 \text{ м}^2;$$

$$\text{Загальна площа покриття становитиме } (54*48) = 2592 \text{ м}^2;$$

$$\text{Загальна площа вікон становитиме } (2*54+2*48)*7*0,2 = 286 \text{ м}^2;$$

Розрахункові теплові втрати через огорожувальні конструкції будівель становитимуть:

$$Q_p = [(1142*0,55)+(2592*0,55)+(286*1,85)]*[16-(-22)]*1,2 = (628,1+1426+529)*38*1,2 = \\ = \mathbf{117794 \text{ ккал/год або } 137 \text{ кВт}}$$

де 1,2 – коефіцієнт, що враховує теплові втрати через підлогу та інші невраховані фактори

У виробничому приміщенні за рахунок природної та механічної вентиляції створюється повітрообмін 0,5-1,0 крат (за попередньою інформацією замовника). Для розрахунків приймемо $K=0,6$

Витрати тепла на нагрів вентиляційного повітря становитимуть:

$$Q_{\text{вент}} = (54 \cdot 48 \cdot 7) \cdot 0,6 \cdot 1,2 \cdot 0,24 \cdot 38 = 119140 \text{ ккал/час або } 138 \text{ кВт}$$

Сумарне теплове навантаження на обігрів будівлі: $137 + 138 = 272 \text{ кВт}$

Розглядаються два основних варіанти улаштування системи обігріву: з використанням газу та з використанням електроенергії.

Річна витрата енергоносіїв на опалення становитиме:

- для варіанту: газ: $V_{\text{рік}} = 272 \cdot 860 \cdot [(16 + 1,9)/(16 + 22)] \cdot 24 \cdot 180 / (8200 \cdot 0,9) = 64500 \text{ м}^3/\text{рік}$
вартість річної витрати газу: $64,5 \cdot 4800 = 309600 \text{ грн/рік}$

- для варіанту: електроенергія: $N_{\text{рік}} = 272 \cdot [(16 + 1,9)/(16 + 22)] \cdot 24 \cdot 180 = 553500 \text{ кВт*год}$
вартість річної витрати електроенергії: $553500 \cdot 1,15 = 636525 \text{ грн/рік}$

де, 16 – розрахункова внутрішня температура, °C

-1,9 – середня розрахункова температура опалювального періоду, °C;

- 22 – розрахункова температура опалювального періоду, °C

24 – кількість годин в добі, год;

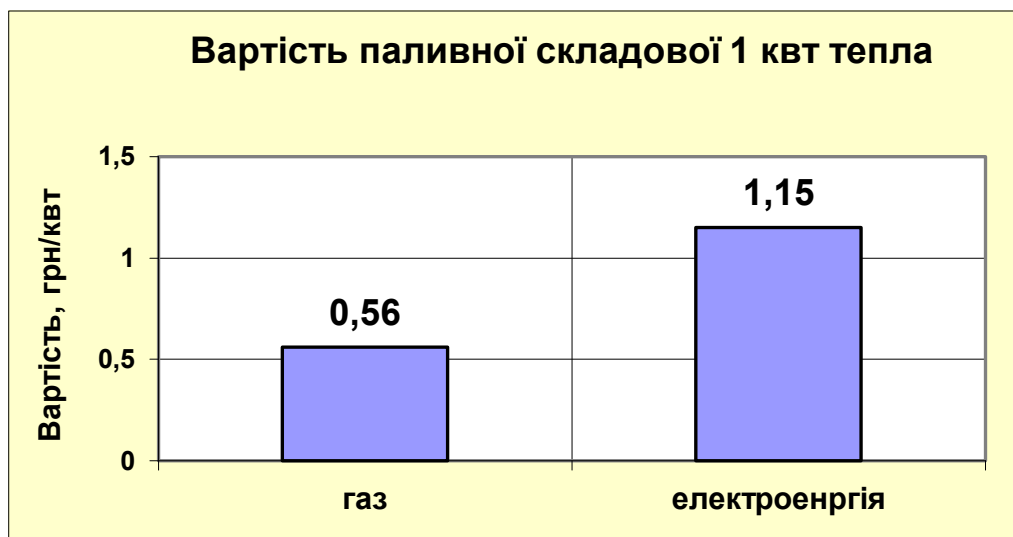
180 – тривалість опалювального періоду, діб

8200 – середня теплотворність газу, ккал/м³;

0,9 – коефіцієнт корисної дії установки обігріву

При обмеженні об'ємів вентиляції будівлі та експлуатації системи опалення неповну добу та неповну кількість діб ці витрати можуть бути нижчими.

На рисунку приведений графік, що відображає вартість паливної складової 1 кВт теплової енергії

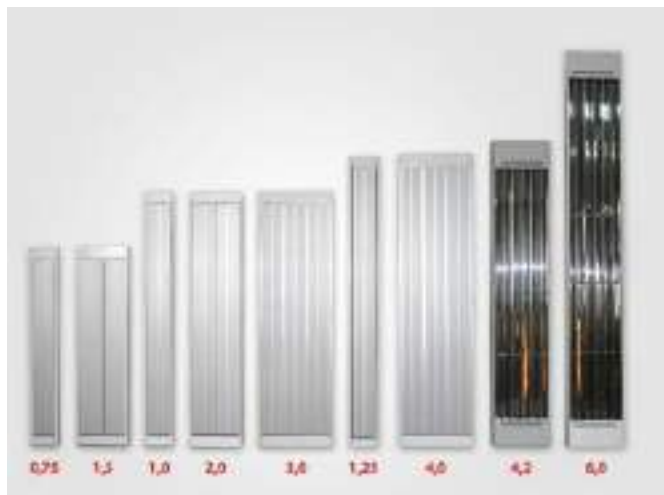


З точки зору обладнання, що використовується, існує декілька варіантів обігріву приміщень, серед них:

- варіант 1 – газові інфрачервоні обігрівачі;



варіант 2 – електричні інфрачервоні обігрівачі;



Модель	ГЕЛИОС 4,0	ГЕЛИОС 4,2 пром	ГЕЛИОС 6,0 пром
Параметр			
Номинальное напряжение, В	220	380	380
Номинальная потребляемая мощность, кВт	3x1,3	3x1,4	3x2,0
Габаритные размеры, мм длина ширина высота	1800 410 55	1800 314 70	2100 314 75
Масса, кг	5p	10	15
Минимальная высота подвеса, м	4,0	5	7
Цена, грн	2545	2768	3465

варіант 3 –
застосування тепло-повітряних агрегатів



варіант 4 –
застосування газових теплогенераторів



Найбільш економічним мав би бути варіант із використанням газових інфрачервоних обігрівачів. Але особливості огорожувальних конструкцій із сендвіч-панелей залишають сумніви відносно можливості погодження встановлення інфрачервоних обігрівачів з пожежними службами. Тому встановлення інфрачервоних обігрівачів і інших агрегатів, що використовують газ безпосередньо в приміщенні не розглядаються.

Пропонуються 2 варіанти із застосуванням тепло-повітряних агрегатів: водо-тепло-повітряні агрегати та електро-тепло-повітряні агрегати.

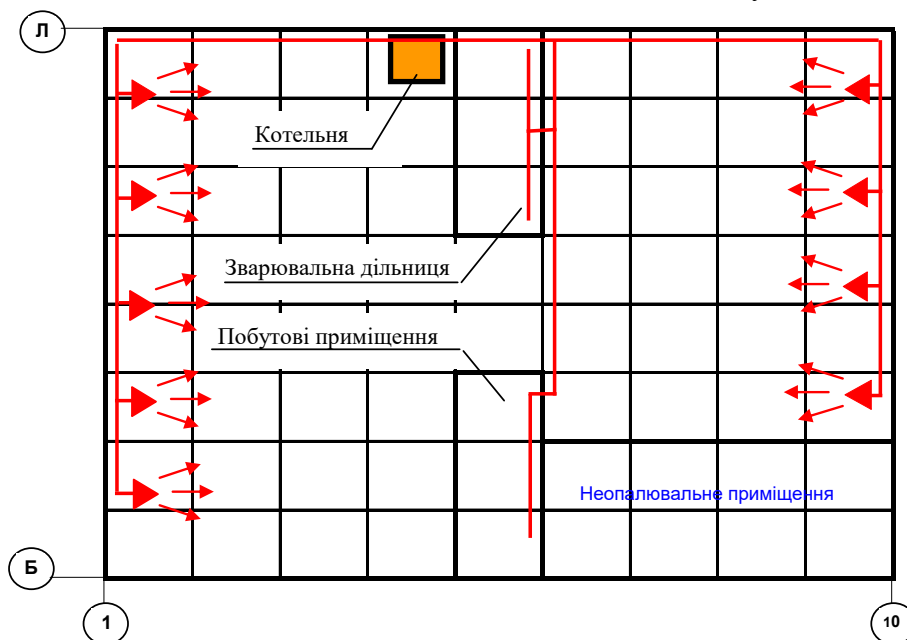
Варіант використання водо-тепло-повітряних агрегатів, що нагрівають приміщення за допомогою теплоносія, передбачає облаштування газової котельні, що готує теплоносієм-воду з параметрами 90/70 °С. Наявність теплоносія дає змогу найкращого вирішення питання опалення побутових та адміністративних приміщень та зварювальної дільниці. Розміщення котельні безпосередньо у виробничих приміщеннях будівлі чи за межами будівлі має розглядатись окремо з урахуванням протипожежних норм.

Для водо-тепло-повітряного обігріву можливо використати тепло вентилятори Volcano VR1. При використанні котельні з параметрами теплоносія 90/70 °С теплопродуктивність одного агрегата становитиме близько 25-26 квт. Виходячи з розрахункового теплового навантаження на опалення кількість агрегатів, що мають бути встановлені становлять близько 10 шт.



Орієнтовна схема встановлення тепло-повітряних агрегатів приведена нижче:

Рисунок 1



Наявність котельні надає можливість влаштування опалення з використанням місцевих нагрівальних приладів в побутових та адміністративних приміщеннях та в приміщенні зварювальної дільниці. Наявність котельні може бути використане для гарячого водо постачання побутових приміщень.

Потужність газової котельні має становити 250-300 квт. В залежності від обладнання, що застосовується та умов підключення до газових мереж питома вартість газових котелень (без врахування загально-будівельної частини орієнтовно становить 100-150 \$/квт. Таким чином витрати на облаштування котельні можуть становити від 250 до 350 тис. грн

Орієнтовна оцінка вартості системи обігріву з теплових повітряними агрегатами та котельні приведена в таблиці 1.

Варіант використання електро-тепло-повітряних агрегатів.

Можливо використати варіант встановлення електричних теплових агрегатів з розміщенням аналогічно схемі, приведений на рисунку 1. Електрична потужність такої системи має становити 270-300 квт. В якості тепло-повітряних агрегатів можливо використати:



Тепло-повітряний агрегат КЕВ 25Т 20Е електричною потужністю 25 квт
Ціна 6050 грн за 1 шт



Тепло-повітряний агрегат LEO EL електричною потужністю 27 кВт
Ціна до 16000 грн за 1 шт



Як найдешевший і, напевно, не найкращий може бути використаний тепло-повітряний агрегат Луч 27т, електричною потужністю 27 кВт
Ціна до 3100 грн за 1 шт

Оцінка вартості впровадження такого варіанту приведена в таблиці 2.

Таблиця 1

№ п/п	Найменування обладнання, матеріалів та видів робіт для впровадження водо-тепловентиляторної системи	К-сть	Вартість, грн
1	Орієнтовна вартість газової котельні	1	300000
2	Вартість матеріалів і обладнання для системи опалення в тому числі:		102000
	1.1. Тепловітряний агрегат Volcano VR1 6900*10=69000 грн	10	69000
	1.2. Труби, арматура, допоміжні матеріали	1 компл	20000
	1.3. Електротехнічні матеріали	1 компл	10000
	1.4. Невраховані матеріали	1 компл	3000
3	Проектні роботи		50000
4	Монтажні роботи		30600
5	Пусконаладжувальні роботи		3500
Всього по розділам 1 - 5 (з ПДВ):			486100

Таблиця 2

№ п/п	Найменування обладнання, матеріалів та видів робіт для впровадження електро-тепловентиляторної системи	К-сть	Вартість, грн
1	Вартість матеріалів і обладнання для системи опалення в тому числі:		85500
	1.1. Тепловітряний агрегат КЕВ 25Т 20Е 6050*10=60500	10	60500
	1.2. Електротехнічні матеріали	1 компл	22000
	1.3. Невраховані матеріали	1 компл	3000
2	Проектні роботи		10000
3	Монтажні роботи		25650
4	Пусконаладжувальні роботи		2000
Всього по розділам 1 - 4 (з ПДВ):			123150

Слід відзначити, що найбільш якісним буде 1-й варіант (за неможливості впровадження інфрачервоних обігрівачів). Електричний варіант доцільно розглядати як можливість оперативного вирішення питання опалення до початку опалювального сезону. З отриманням проблем на майбутнє. Вартість річної експлуатації електричної системи більше ніж на 300 тис. грн. вище за вартість річної експлуатації водо-повітряної системи.

В разі влаштування газової водо-повітряної системи обігріву різниця вартості двох систем, що розглядались може бути окуплена за 1-2 сезони експлуатації.

ТЕХНІЧНЕ РІШЕННЯ НА ВПРОВАДЖЕННЯ СИСТЕМИ МІСЦЕВОГО ОБІГРІВУ ОКРЕМИХ РОБОЧИХ МІСЦЬ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА.

10.05..2017

1. Вступ

Дане обстеження та розробка технічного рішення виконана з метою попередньої оцінки техніко-економічних показників облаштування систем обігріву заводу кварцового скла.

Особливістю виробництва, що розміщується в існуючій промисловій будівлі є те, що технологічні процеси та адміністративно-побутові приміщення на першому етапі (можливо відносно тривалому) будуть займати лише частину виробничих та адміністративно-побутових площ. При цьому потреба в обігріві всіх об'ємів будівель відсутня.

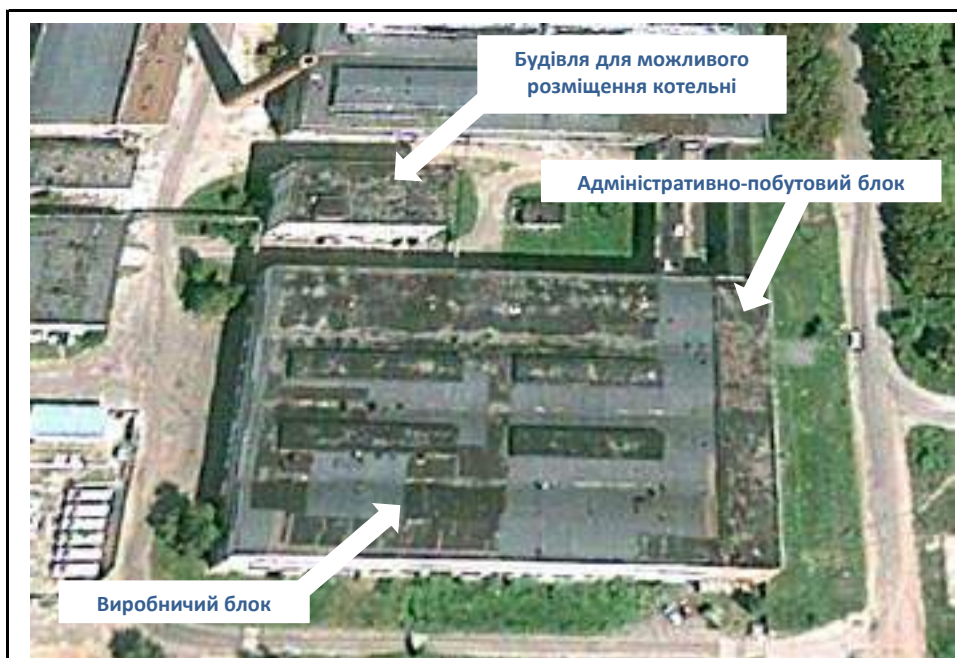
Проблема ускладнена тим фактом, що огорожувальні конструкції будівлі мають незадовільні показники термічного опору, що є причиною значних втрат теплової енергії.



В таких умовах досить складно створити допустимі метеорологічні параметри на окремих робочих місцях. Дана пропозиція щодо створення місцевих локальних зон систем обігріву, ґрунтується на сучасному досвіді використання опромінюючих (інфрачервоних) систем. Для промислових приміщень, що мають значну висоту системи інфрачервоного обігріву є найбільш прийнятними. Всі виконані розрахунки та попередні висновки носять оціночний характер, визначають загальні принципи та підлягають уточненню.

2. Вихідні дані.

Завод кварцового скла розміщується у будівлі, збудованій в 70-80 роки минулого століття і являє собою зблоковані виробничий та адміністративно-побутовий блоки.

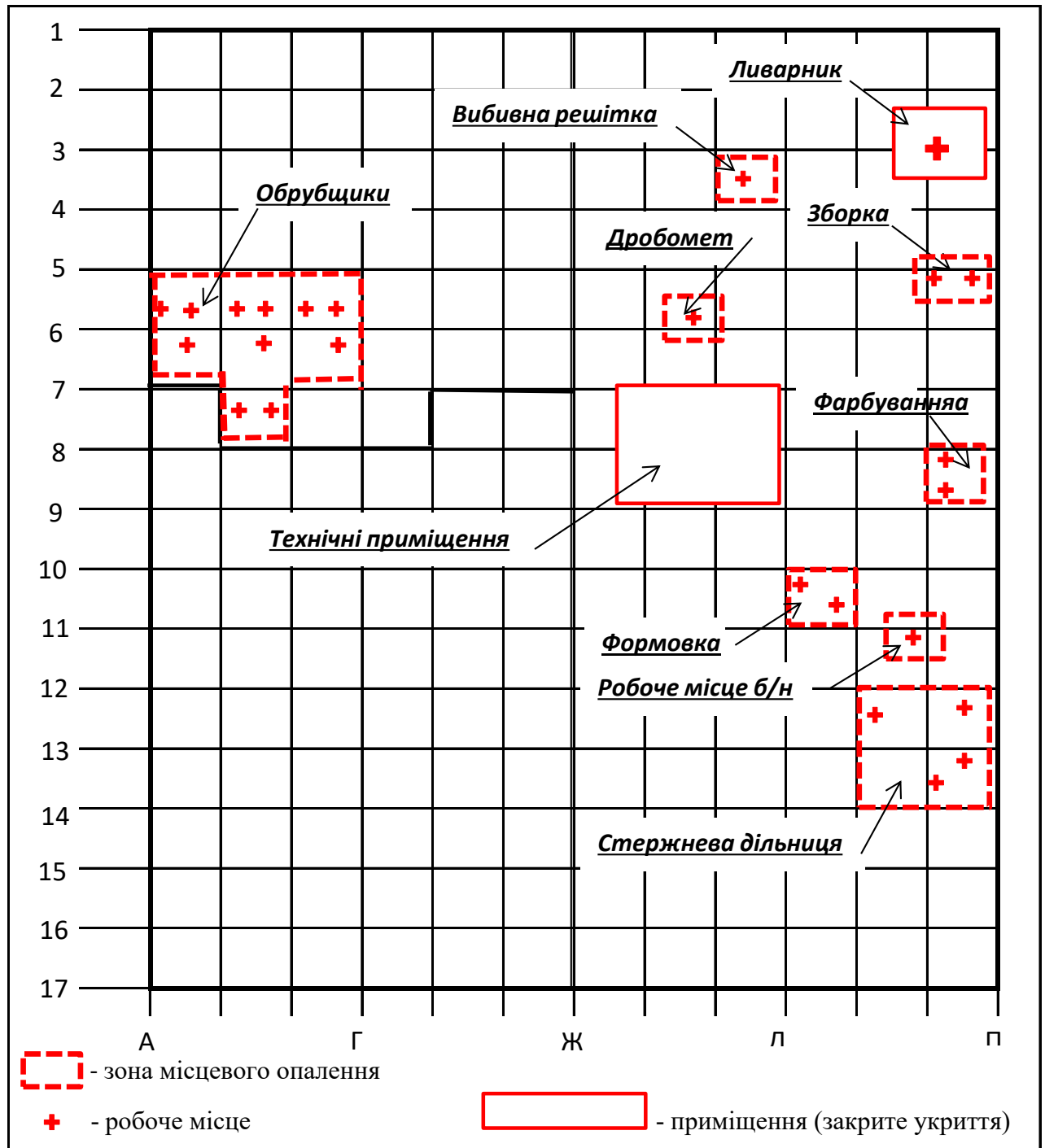


Облаштування системи обігріву адміністративно-побутового корпусу в цій роботі не розглядається. Метою цієї роботи є: оцінка необхідної потужності системи обігріву виробничого корпусу при існуючому стані огорожувальних конструкцій та в разі проведення їх утеплення; розробка пропозицій по влаштуванню на 1-му етапі систем місцевого обігріву окремих робочих місць (згідно завдання замовника);

загальна техніко-економічна оцінка системи обігріву виробничого корпусу на різних етапах її впровадження.

Згідно завдання замовника на першому етапі освоєння виробничого корпусу має бути вирішене питання місцевого обігріву робочих місць, приведених на рисунку 1.

Рисунок 1.



Середня розрахункова температура, яка має бути на робочих місцях виробничого корпусу прийнята 14 °С

Кліматичні умови міста Полтави:

Середньомісячні температури повітря, °С:

січ	лют	бер	квіт	трав	черв	лип	серп	верес	жовт	лист	груд
-5,6	-4,7	0,3	9,0						7,7	1,3	-3,4

розрахункова температура для проектування опалення $t_p^p = -23\text{ }^{\circ}\text{C}$.

тривалість опалювального періоду $n_{оп} = 178$ діб.

середня розрахункова температура за опалювальний період $t_{оп}^{cp} = -0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

При визначенні характеристик системи загального обігріву виробничого корпусу прийнято, що загальний повітрообмін в корпусі становить 0,6 – 0,8 крата

На заводі кварцового скла передбачене місце для розміщення майбутньої котельні – в корпусі, що знаходиться в безпосередній близькості від виробничого корпусу.

Джерело теплової енергії має відповідати сучасним вимогам, з точки зору ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів. Можливими видами палива можуть бути: тверде біопаливо, природний газ, електроенергія (за нічним пільговим тарифом).

3. Загальний опис виробничого корпусу та аналіз теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій.

Корпуси заводу збудовані в 60-70 роках минулого століття. Будівля виробничого корпусу залізобетонна. Стінові панелі виконані із керамзитобетонних панелей товщиною близько 250 мм. Вікна та скління ліхтарів одинарні. Підлога неутеплена.

У виробничому корпусі відсутні будь-які системи обігріву. Технологічні процеси вимагають наявності та експлуатації вентиляційних систем місцевої витяжки. На покрівлі встановлені витяжні вентиляційні шахти.

Через низьку герметичність огорожувальних конструкцій на загальний повітрообмін цеху впливає природня інфільтрація.

Стан огорожувальних конструкцій важко назвати задовільним. Термічний опір огорожувальних конструкцій низький, що є причиною очікування значних витрат тепла на опалення. Найбільші втрати будуть мати місце через покриття будівлі.

Приміщення цеху має висоту близько 15-16 метрів, що є причиною значних необґрунтованих витрат тепла через верхню зону цеху.

В таблиці 1 приведені оціночні значення фактичного термічного опору існуючих огорожувальних конструкцій та мінімальні нормативні значення термічного опору у відповідності до діючої нормативної бази України (ДБН В. 2.6-31:2006)

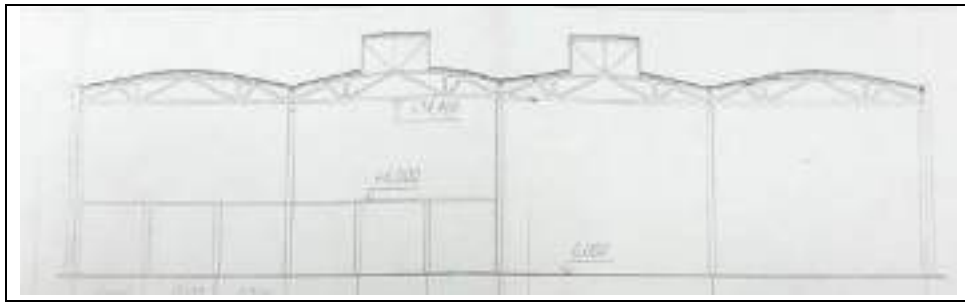
Таблиця 1

№ п/п	Найменування огорожувальних конструкцій	Фактичний термічний опір, $\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C/Вт}$	Нормативний термічний опір, $\text{м}^2\text{ }^{\circ}\text{C/Вт}$
1	Зовнішні стіни	0,6 – 0,7	1,7
2	Покриття	0,5	1,7
3	Вікна, ворота	0,15-0,20	0,45

Як видно теплоізоляційні показники існуючих огорожувальних конструкцій в 2,5 – 3,5 рази нижчі за мінімально-допустимі показники згідно діючої нормативної бази.

Цех має розміри 72 x 96 метрів. Приміщення цеху, обмежене огорожувальними будівельними конструкція являє собою об'єм, обмежений теплоізоляційною оболонкою. Ця оболонка, з точки зору проникнення тепла, недостатньо якісна, але вона є. Всі внутрішні перегородки мають значно нижчі теплоізоляційні якості і тому дуже слабо перешкоджають проникненню тепла.

Половина цеху одноповерхова. Інша половина цеху на відмітці +6,0 метрів поділяється на два поверхи.



Таким чином загальна площа цеху становить $F = (96 \cdot 36) + (96 \cdot 36) \cdot 2 = 10367 \text{ м}^2$.

На першому етапі передбачається використовувати відносно незначну виробничу площу. В цеху створено близько 3-х десятків робочих місць. Таким чином на одного працюючого припадає близько 350 кв.м. виробничих площ.

В таких умовах ефективність використання енергоносіїв та якісні температурні умови на робочих місцях – задача надзвичайно важка. Вирішення питання забезпечення допустимих умов праці лежить в площині створення місцевих систем опалення та спеціальних зон місцевого обігріву.

4. Оцінка розрахункових теплових навантажень на обігрів приміщень та втрат тепла.

Проведемо оцінку розрахункових теплових навантажень виробничого корпусу за існуючих огорожувальних конструкцій. Для виконання оцінки скористаємось методологією, що широко використовувалась в попередній період розвитку суспільства, та має назву «визначення теплових навантажень за укрупненими показниками». Для цього використаємо інформацію з книги «Проектирование систем теплоснабжения промышленных узлов» авт. Розкин М.Я и др. К. «Будівельник» 1978 г (видання цієї книги відповідає періоду будівництва будівлі цеху)

Об'єм виробничого корпусу становить: $V = 96 \cdot 72 \cdot 16 = 110600 \text{ м}^3$.

Користуючись загальною методологією розробки систем теплопостачання промислових вузлів визначимо теплові навантаження на опалення та вентиляцію за укрупненими показниками.

Питомі теплові характеристики споживання тепла для опалення та вентиляції:

$$q_{\text{опал}} = 0,38 - 0,35 \text{ ккал/м}^3 \cdot \text{год} \cdot \text{град} \quad q_{\text{вент}} = 0,128 - 0,08 \text{ ккал/м}^3 \cdot \text{год} \cdot \text{град}$$

Прийняті питомі показники відповідають механічним та слюсарним виробництвам, що близьке для існуючого в корпусі виробництва. Враховуючи, що існуюча будівля збудована близько 40 років тому, не тільки не покращила свої теплотехнічні характеристики, а навпаки через фізичний знос зазнала їх погіршення, застосування застарілої методології цілком доцільне.

Розрахункове теплове навантаження на обігрів виробничої будівлі можна розрахувати за формулою:

$$Q_{\text{розр}} = 100600 \cdot (0,38 + 0,12) \cdot (14 + 23) = 1861100 \text{ ккал/год}$$

де, 14 – прийнята до розрахунку температура, °С

-23 – розрахункова температура зовнішнього повітря, °С

Таким чином за згаданою вище методологією розрахункове навантаження на обігрів виробничого корпусу (повний загальний об'єм корпусу) оцінене як 1,86 Гкал/год (2164 кВт)

Для перевірки проведених вище розрахунків та з метою отримання достовірної інформації проведемо альтернативний розрахунок теплового навантаження на обігрів виробничого корпусу. Розрахунок проводимо з використанням класичної методології по визначенню втрат тепла через огорожувальні конструкції будівель.

Розрахунок втрат тепла через зовнішні огорожувальні конструкції здійснюється за загальновідомою та загальноприйнятою формулою:

$$Q_{ок} = F \cdot (t_{в}^p - t_{з}^p) \cdot K \cdot (1 + \sum \beta) \quad \text{Вт}$$

де, F – розрахункова поверхня огорожувальних конструкцій, м^2

$t_{в}^p = 14^\circ\text{C}$ - розрахункова температура в приміщенні, $^\circ\text{C}$

$t_{з}^p = -23^\circ\text{C}$ - розрахункова температура зовні опалювального приміщення, $^\circ\text{C}$

$K = 1/R$ – коефіцієнт теплопередачі огорожувальних конструкцій, $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

R – коефіцієнт опору теплопередачі огорожувальних конструкцій, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$
(приведено в табл.1)

$\sum \beta$ – додаткові втрати тепла в частках від основних теплових втрат. Для вертикальних огорожувальних конструкцій, орієнтовані на північ, схід, півн.-схід, та півд.-захід $\beta = 0,1$; для кутових приміщень $\beta = 0,05$. (Прийmemo усереднене значення додаткових втрат тепла $\beta_{ср} = 0,1$)

- Загальна площа поверхні зовнішніх стін (в т. ч. вікна) $F = (96+96+72) \cdot 15 = 3960 \text{ м}^2$;

- Загальна площа вікон становить біля 15-20% від загальної площі поверхні стін:

$$F_{вік} = 3960 \cdot (0,15-0,2) = 595 - 790 \text{ м}^2 \quad \text{прийmemo } F_{вік} = 690 \text{ м}^2;$$

- Чиста площа зовнішніх стін $F_{ст} = 3960 - 690 = 3270 \text{ м}^2$;

- Площа скління ліхтарів $F_{ф} = (36 \cdot 2 \cdot 4) + (30 \cdot 2 \cdot 4) = 528 \text{ м}^2$;

- Загальна площа покриття корпусу: $F_{пок} = 96 \cdot 72 = 6912 \text{ м}^2$;

Розрахунок витрат тепла огорожувальними конструкціями виробничого корпусу приведений в таблиці 1

Таблиця 2

Найменування огорожувальн. конструкцій та їх орієнтація	F м^2	K $\text{Вт}/\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$	Q_p Вт	Q_p ккал/год
Зовнішні стіни	3270	1,53	185115	159199
Покриття будівлі	6912	2	511488	439880
Вікна одинарні та остеклення фанарів	1218	5,7	256876	220914
I зона підлоги	672	0,48	11935	10264
II зона підлоги	640	0,23	5446	4684
III зона підлоги	380	0,12	1687	1451
IV зона підлоги	5220	0,07	13520	11627
Додаткові втрати $\beta_{ср} = 0,1$			98607	84802
Всього з додатковими втратами:			1084674	932819

Розрахункові втрати тепла огорожувальними конструкціями виробничого корпусу становлять

$$Q_{ок} = 1084674 \text{ ккал/год}$$

Крім витрат тепла через огорожувальні конструкції будуть мати місце витрати тепла на нагрів вентиляційного та інфільтраційного повітря. Прийmemo кратність повітрообміну виробничої будівлі на рівні $K = 0,6 - 0,8$ крат. Розрахункове теплове навантаження на нагрів повітря становитиме:

$$Q_{ок} = 110600 \cdot (0,6 - 0,8) \cdot 1,2 \cdot 0,24 \cdot (14+23) = 707130 - 942840 \text{ ккал/год}$$

Загальне навантаження на систему обігріву повного об'єму корпусу, визначене за альтернативною методологією становить:

$$Q = 1084674 + (707130 - 942840) = 1791804 - 2028514 \text{ ккал/год}$$

Проведені розрахунки за двома методологіями показали достатньо схожі результати, похибка мінімальна

Результати розрахунків дають підстави зробити висновки, що при існуючому стані огорожувальних конструкцій розрахункове теплове навантаження для забезпечення обігріву всього об'єму корпусу має становити 2,0 Гкал/год (2,3 Мвт)

Враховуючи попередню оцінку теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій, можна констатувати, що в разі доведення термічних опорів огорожувальних конструкцій до рівня мінімальних вимог потужність джерела тепла можливо знизити приблизно до 1,3-1,5 Мвт.

Вивчення стану виділення забруднюючих речовин при проведенні технологічних процесів, удосконалення систем місцевої витяжки та герметизація нещільностей огорожувальних конструкцій може дати можливість додатково значно знизити теплові навантаження на систему обігріву (витрати енергоносіїв)

5. Розробка основних напрямків забезпечення обігріву окремих робочих місць.

Створення допустимих (або наближених до допустимих) температурних умов праці лише на окремих робочих місцях у виробничих приміщеннях значних розмірів є досить складною задачею. Створення на таких робочих місцях оптимальних умов праці взагалі неможливо.

Для того, щоб зберегти рідину потрібно мати герметичну ємність. В драному відрі воду не втримаєш. Так і тепло неможливо зберегти без наявності обмеженого огороженого, та що найголовніше, теплоізольованого простору.

В той же час сучасна опалювальна техніка пропонує обладнання, яке використовує теплове випромінювання, здатне створювати у приміщеннях, що не мають суцільного опалення, острівці із сприятливими температурними умовами.



Таким обладнанням є випромінюючі панелі, які мають встановлюватись над зонами виконання робіт.

В основу принципу роботи панелей покладений принцип впливу сонячних променів.

До місцевого відноситься опалення високотемпературними приладами. Для нагріву цих приладів використовується електрична енергія або гарячі продукти спалювання природного газу.

Існує ще один різновид випромінюючих приладів, що забезпечує місцеве опалення - це панелі з теплоносієм водою, що має температуру 50–100°C. Саме такі випромінюючі панелі розглядаються у цій пропозиції.

Теплоносій для панелей має отримуватись від котельні.

Завдяки променевому теплообміну підвищується температура всіх опромінюваних поверхонь. Горизонтальне розміщення панелей над робочими зонами забезпечує променеву передачу тепла в кількості 75%. Решта тепла розповсюджується конвекцією.

Для довідки: в разі використання опалення підлогою випромінюванням передається лише 30-40%.

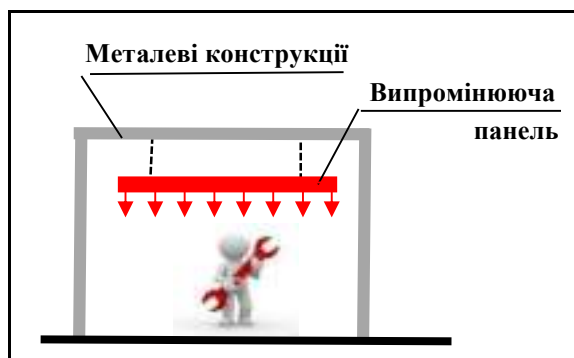
На більшості робочих місць, що розглядаються (рис. 1), проблему можливо вирішувати саме шляхом застосування випромінюючих панелей. Але для частини робочих зон обігрів має вирішуватись більш традиційними способами.

До робочих зон, для яких можливо рекомендувати встановлення опромінюючих панелей відносяться: **вибивна решітка, дробомет, зборка, фарбування, формовка та робоче місце без назви.**

Над згаданими вище робочими місцями пропонується встановлення випромінюючих панелей. За результатами попереднього аналізу доцільно розглядати влаштування «випромінюючих стель» двох типорозмірів:

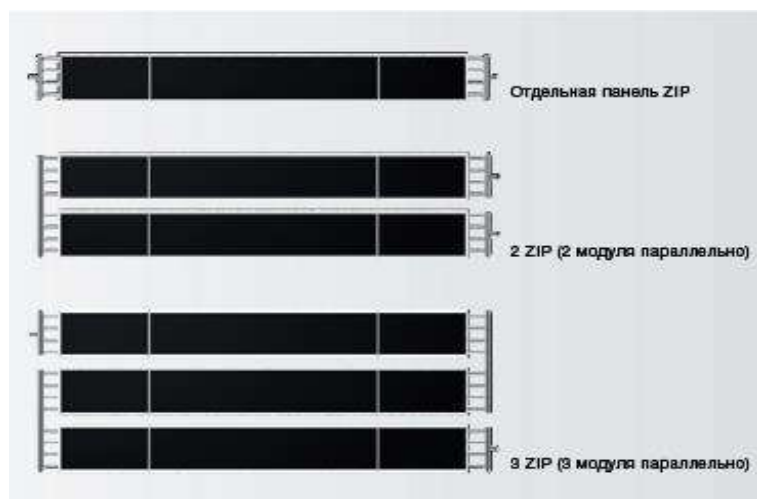
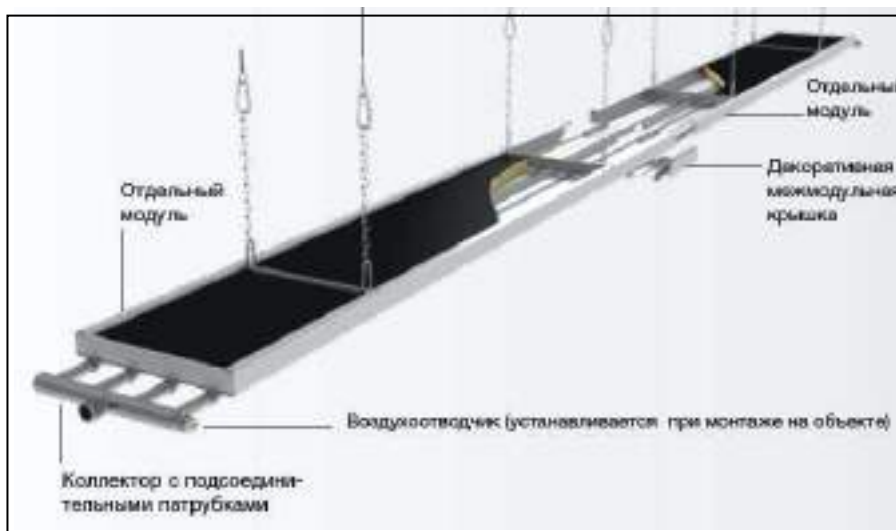
- груповий випромінювач (стеля), що опромінює площу 6 х 6 метрів;
- груповий випромінювач (стеля), що опромінює площу 6 х 4 метрів;

Висота встановлення випромінюючих панелей має становити 3,0 – 4,0 метри в залежності від конкретних умов.



Для згаданих вище робочих місць випромінювачі мають встановлюватись на металевих конструкціях. Панелі мають незначну вагу, тому ці конструкції можуть бути достатньо легкі.

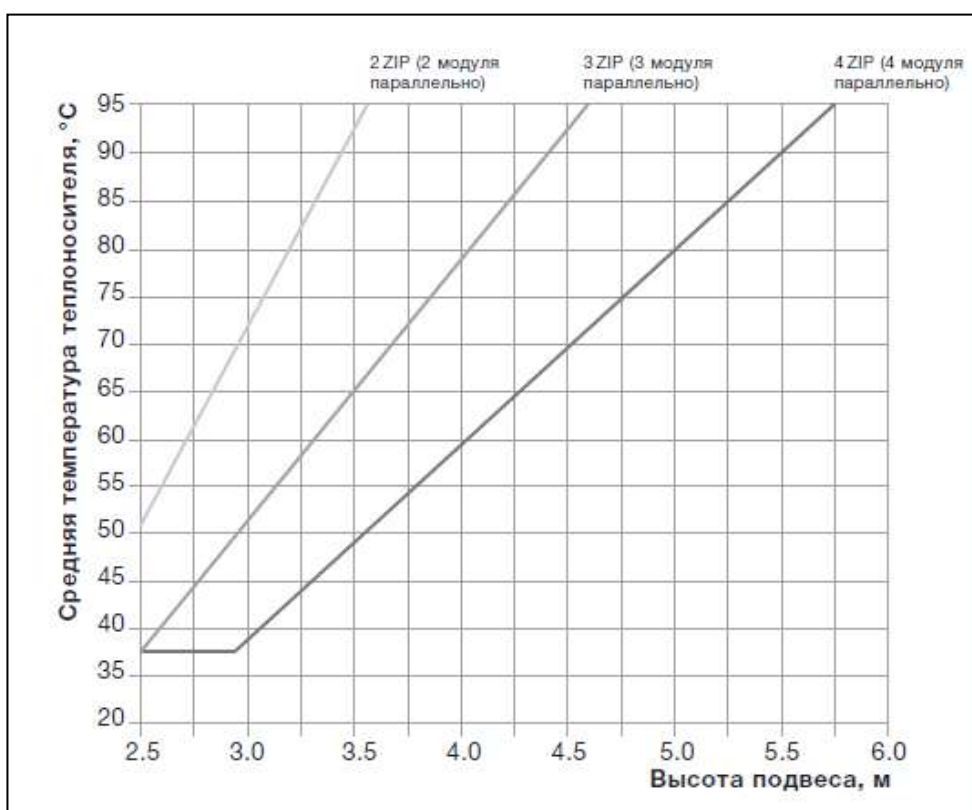
Випромінюючі панелі мають ширину 320 мм та довжину 2; 3; 4; 5 або 6 метрів.



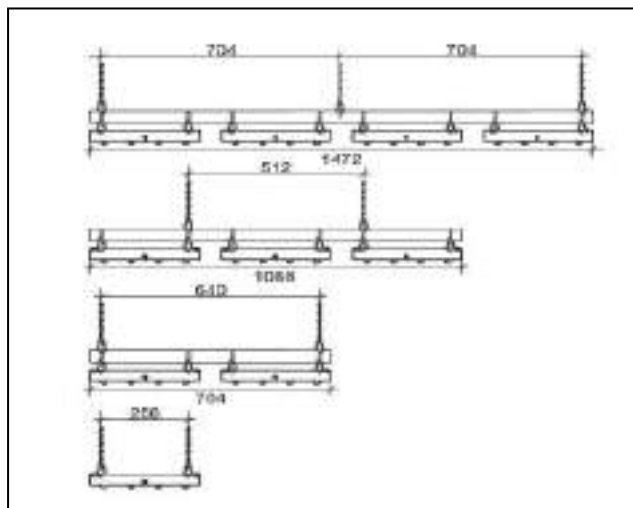
Панелі можуть комбінуватись в залежності від кількості рядів встановлення, за варіантами приведеними на рисунку

Виходячи з санітарно-гігієнічних умов (обмеження інтенсивності опромінення) температура теплоносія не повинна перевищувати значень, що залежать від висоти встановлення панелей. Крім висоти встановлення панелей гранично-допустиме значення температури також залежить від рядності встановлення панелей та частки покриття стелі випромінюючими панелями. Рішення про прийняття значення гранично-допустимої температури приймається на основі приведених нижче таблиць та графіків.

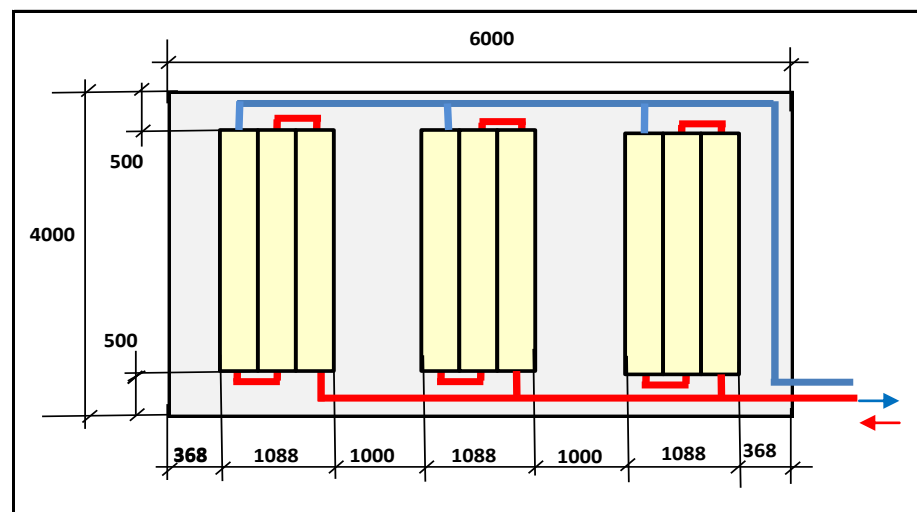
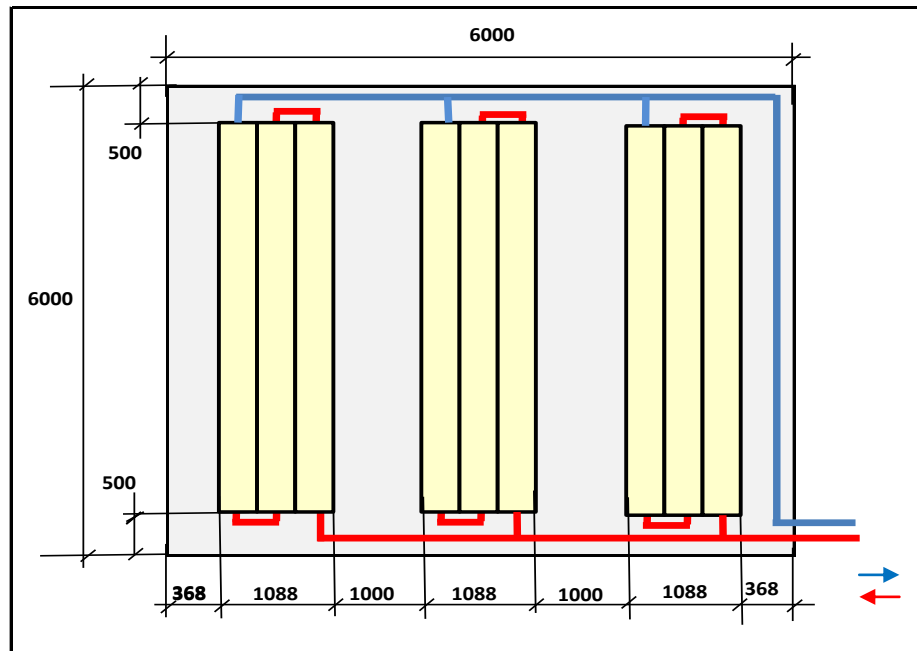
Высота	Доля покрытия потолка излучающими панелями Zehnder ZIP					
м	при 10%	при 15%	при 20%	при 25%	при 30%	при 35%
	Средняя температура теплоносителя, °C					
≤ 3	73	71	68	64	58	56
4			91	78	67	60
5				83	71	64
6				87	75	69
7				91	80	74
8					86	80
9					92	87
10						94



Ширина зон встановлення випромінюючих панелей в залежності від їх рядності приведена на рисунку



Встановлення панелей над зоною місцевого обігріву розміром 6 х 6 та 6 х 4 метри може виглядати наступним чином:



При встановленні на висоті 3,5 – 4,0 метрів середня температура панелі має бути 55 – 70 °С. Розрахункову температуру теплоносія для котельні доцільно прийняти 80/60 °С.

Запропоновані конструкції встановлення випромінюючих панелей над окремими робочими зонами умовно назовемо випромінюючими модулями.

В таблиці 3 приведені робочі місця, для яких доцільно застосувати випромінюючі панелі, та основні характеристики зон місцевого обігріву.

Таблиця 3.

№ п/п	Найменування робочих місць	Розмір* м	Тип панелі* / L м	Висота встановлення*	Параметри теплоносія °С	Теплова потужність** Вт
1	Вибивна решітка	6 х 4	3ZIP / 3	3,5 – 4,0	80/60	6780
2	Дробомет	6 х 4	3ZIP / 3	3,5 – 4,0	80/60	6780
3	Зборка	6 х 4	3ZIP / 3	3,5 – 4,0	80/60	6780
4	Фарбування	6 х 6	3ZIP / 5	3,5 – 4,0	80/60	10926
5	Формовка	6 х 6	3ZIP / 5	3,5 – 4,0	80/60	10926
6	Робоче місце б/н	6 х 4	3ZIP / 3	3,5 – 4,0	80/60	6780

	Отдельная панель ZIP		3 ZIP (3 модуля параллельно)	
K. n	2,0871 1,1489	0,2456 1,3524	6,2613 1,1489	0,7368 1,3524
Δt (K)	Вт/м	Вт/пара кол-лекторов	Вт/м	Вт/пара кол-лекторов
80	321	92,0	902	276
78	311	88,9	884	267
76	302	85,9	867	258
74	293	82,8	850	248
72	284	79,8	832	239
70	275	76,8	815	230
68	266	73,9	798	222
66	257	71,0	771	213
64	248	68,1	744	204
62	239	65,2	718	196
60	230	62,4	691	187
58	222	59,6	665	179
56	213	56,8	638	170

*) – технічні характеристики систем місцевого обігріву прийняті попередні для визначення основних техніко-економічних характеристик та мають уточнюватись в разі прийняття рішення про реалізацію проекту.

**) – теплова потужність систем місцевого обігріву прийнята з використанням даних виробника (для оцінки теплової потужності прийнято, що $t = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Загальна теплова потужність випромінювачів (випромінюючих модулів), приведених в таблиці 3, становить 49 кВт.

Для забезпечення максимального ефекта від впровадження випромінюючих модулів доцільно розглядати можливість закриття робочих зон з місцевим обігрівом брезентом чи щитами для зменшення рухомості повітря та передчасного виносу тепла із зон місцевого обігріву.

Для обігріву згаданих вище робочих місць запропоноване застосування випромінюючих модулів 2-х типорозмірів: 6 x 4 та 6 x 6 метрів. Таке модульне встановлення пропонується для робочих місць, які маючи незначні площі, займають острівні положення у виробничому приміщенні великої площі та висоти. Решта інших робочих місць знаходяться у відокремлених приміщеннях значно меншої висоти та відносно невеликих площ. До таких приміщень відносяться: стержнева ділянка, ділянка обрубки, технічні (адміністративні) приміщення. Для робочих місць, розташованих у цих приміщеннях, застосування розглянутих вище випромінюючих модулів не доцільне.

Досить цікаве, з точки зору обігріву, є **робоче місце ливарника**. Використання випромінюючого модуля можливе і для робочого місця ливарника. Але за даними замовника це робоче місце має свою специфіку. Воно жорстко прив'язане до пульта керування. Фізичні навантаження при роботі біля пульта відсутні, тому температурний режим має бути більш якісним.



За таких умов праці ливарника доцільним є облаштування укриття (кабіни) обладнаного нагрівальним приладом. В якості нагрівального приладу може бути звичайний опалювальний прилад, що живиться теплоносієм від котельні, або побутовий електронічний нагрівач. Потужність обігріву kabini буде залежати від її розмірів, орієнтовно вона може становити 3-5 кВт.

В осях 7-9; Ж-Л розміщуються виділені від загального об'єму цеху приміщення технічних служб (**технічні приміщення**). Загальна площа цих приміщень становить близько 150 м². Приміщення не мають зовнішніх огорожувальних конструкцій, тому втрати тепла будуть відносно незначними.

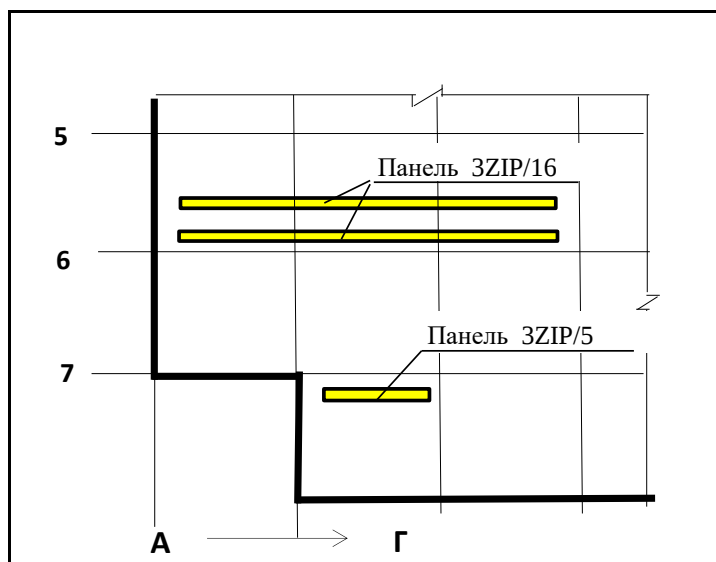
В цих приміщеннях можливе влаштування традиційної системи опалення з місцевими нагрівальними приладами, що отримують теплоносій від котельні підприємства. Іншим спрощеним варіантом є варіант використання побутових електрообігрівачів.

Загальна потужність системи обігріву технічних приміщень має становити близько 10 кВт.

В двоповерховій частині виробничого корпусу в районі осей 4-8; А-Ж на першому поверсі розміщується **11 робочих місць обрубщиків**. Висота приміщення першого поверху до 6 метрів. Загальна площа робочих місць обрубщика становить близько 120-150 кв. метрів. Площа, яку займають обрубщики становить не більше 10% від загальної площі приміщення. Таким чином мова йде не про опалення приміщення, а про місцевий обігрів окремих робочих місць.

На обрубній ділянці теж доцільно використовувати випромінюючі панелі. В цьому випадку панелі мають бути підвішені до стелі, без влаштування спеціальних опор.

Для створення зон місцевого обігріву, згідно наданого плану розміщення робочих місць, необхідно встановити дві опромінюючі панелі 3ZIP/16 (3-х рядна панель довжиною 16 метрів) та одну випромінюючу панель 3ZIP/5 (3-х рядна панель довжиною 5 метрів). Орієнтовна схема розміщення випромінюючих панелей приведена на рисунку.



Згідно приведених вище таблиць та графіку можливо встановити, що при висоті підвісу панелей 5 метрів розрахункова температура панелей має становити 60-70 °С , а загальна теплова потужність панелей, що передбачаються до встановлення на ділянці становитиме близько 27 кВт.

У приміщенні стержневої ділянки, що має площу 100-120 кв. метрів, 4 робочих місця займають більшість площі приміщення. Висота приміщення становить близько 6 метрів. В той же час застосувати для цього приміщення повноцінне опалення буде не зовсім вірно з точки зору ефективності та економічності.

Попереднє обстеження приміщення показує, що можуть розглядатись два варіанти обігріву робочих місць:

- опромінюючі панелі;
- тепло-повітряні агрегати (наприклад агрегати Volcano).

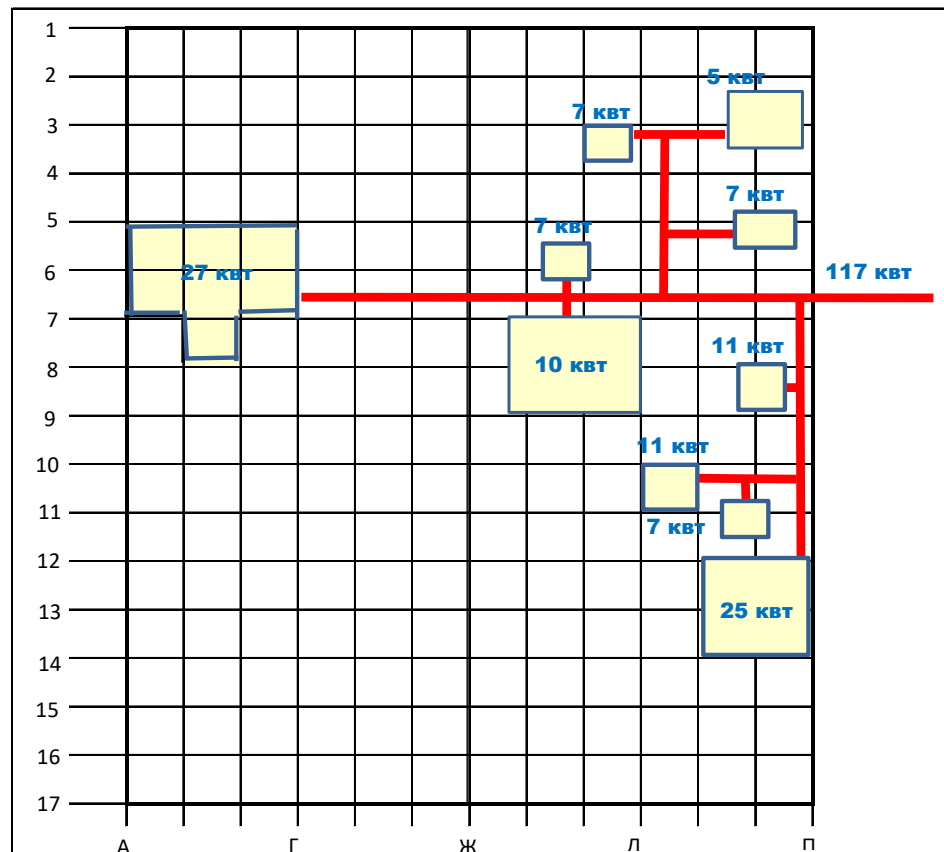
З точки зору гігієнічних умов, ефективності та економічності перевагу необхідно надавати випромінюючим панелям. Варіант тепло-повітряних агрегатів слід розглядати лише в тому випадку, якщо не буде знайдена можливість встановлення опромінюючих панелей.

Для остаточного прийняття рішення необхідно провести додаткове обстеження. Для розробки загальної оцінки можливо обмежитись попередніми висновками, враховуючи, що теплова потужність та вартість варіантів будуть близькими.

Теплова потужність місцевого обігріву робочих місць стержневої дільниці становитиме 20-25 кВт.

Усі, розглянуті вище варіанти систем місцевого обігріву окремих робочих місць базуються на панельних випромінювачах, традиційних опалювальних приладах або тепло-повітряних агрегатах, що споживають тепло у вигляді теплоносія – вода 80/60°C.

Складемо розрахункову схему системи тепlopостачання місцевих зон обігріву (приведена нижче).



Враховуючи, що система місцевого обігріву не може гарантувати постійну температуру в корпусі вище 0°C, в системі тепlopостачання зон місцевого обігріву має використовуватись антифриз. Використання антифризу підвищить надійність системи та дасть змогу припиняти експлуатацію системи в неробочий час. В разі використання антифризу система тепlopостачання місцевого обігріву у своєму складі має мати: теплообмінник, циркуляційний насос, ємність для антифризу та підживлювальний насос.

За розглянутим варіантом загальна теплова потужність систем місцевого обігріву становить близько 120 кВт. В тепловому балансі виробничого корпусу це надзвичайно низька частка від загальної потреби в тепловій енергії.

Вище визначено, що потужність системи обігріву виробничого корпусу має становити близько 2,3 Мвт. Це дуже високий показник. Причиною високої потреби в тепловій енергії для обігріву корпусу є дуже низькі показники термічного опору огорожувальних конструкцій та низький рівень їх герметизації. Тому сподіватись, що запропоновані заходи забезпечать оптимальні, або хоча б допустимі умови праці на окремих робочих місцях досить складно.

Безперечно повне утеплення усіх огорожувальних конструкцій - це досить не проста та дорога задача. Але без виконання додаткових заходів, що сприяють ефективному використанню систем місцевого обігріву позитивного результату досягти неможливо. До таких допоміжних заходів доцільно включити:

Комплекс заходів, що сприяють зниженню рухливості повітря, недопущенню протягів та недопущенню передчасного виносу тепла за межі місцевого обігріву. До таких заходів можна віднести: влаштування брезентових ширм, встановлення щитів, герметизація зовнішніх огорожувальних конструкцій.

Зменшення загальних витрат тепла у виробничому корпусі (без значних капітальних витрат):

- герметизація зовнішніх огорожувальних конструкцій, притворів вікон та воріт;
- можливе закриття (на зимовий період) вентиляційних ліхтарів на даху корпусу;
- аналіз потреб в природньому освітленні та ліквідація частини вікон;
- інші заходи.....

Для зон місцевого обігріву доцільно розглянути можливість влаштування обігріву окремих зон підлоги. Цей захід здатен підвищити якість гігієнічних умов в локальних зонах обігріву.

Загальна потужність системи місцевого обігріву може бути збільшена за рахунок таких факторів:

- застосування підвищених температурних режимів для випромінюючих панелей (з можливим порушенням гігієнічних норм щодо опромінення);
- додаткового застосування обігріву підлоги для окремих зон місцевого обігріву;
- облаштування кімнати обігріву персоналу;
- збільшення кількості робочих місць, що потребують місцевого обігріву.

Згадані вище фактори можуть підвищити необхідну теплову потужність системи теплопостачання місць локального обігріву до 300-400 кВт.

З практики впровадження систем місцевого обігріву

На фото представлений досвід одного із промислових підприємств, що використовують електричні інфрачервоні обігрівачі для створення зон локального місцевого обігріву.



Для збереження ефекту місцевого обігріву використовується ширма із матеріалу, що має здатність відбивати випромінення



Ще один варіант збереження ефекту місцевого обігріву – брезентова ширма

Розрахунок капітальних витрат на влаштування систем локального обігріву та системи теплопостачання локального обігріву приведений в таблицях 4 та 5.

Розрахунок капітальних витрат систем (модулів) місцевого обігріву.

1 Євро = 29 грн

№ п/п	Найменування матеріалів та обладнання	Од. вим	К-сть	Вартість		
				Євро		грн
				одиниці	всього	Всього
1. МАТЕРІАЛИ ТА ОБЛАДНАННЯ, в т.ч.						
1.1 Модулі місцевого обігріву, нагрівальні прилади доп. матеріали						604520,00
1.1.1. Дільниця обробки						
	Випромінюючі панелі 3ZIP	м	37	160,00	5920,00	171680,00
	Металоконструкции, труби, арматура					2000,00
1.1.2. Вибивна решітка (модуль 6 х 4)						
	Випромінюючі панелі 3ZIP	м	9	160,00	1440,00	41760,00
	Металоконструкции, труби, арматура	к-кт				11500,00
1.1.3. Ливарник						
	Нагрівальні прилади	к-кт	1	280,00	280,00	8120,00
	Металоконструкции, труби, арматура	к-кт				1500,00
1.1.4. Дробомет (модуль 6 х 4)						
	Випромінюючі панелі 3ZIP	м	9	160,00	1440,00	41760,00
	Металоконструкции, труби, арматура	к-кт				11500,00
1.1.5. Зборка (модуль 6 х 4)						
	Випромінюючі панелі 3ZIP	м	9	160,00	1440,00	41760,00
	Металоконструкции, труби, арматура	к-кт				11500,00
1.1.5. Технічнв приміщення						
	Нагрівальні прилади	к-кт	1	620,00	620,00	17980,00
	Металоконструкции, труби, арматура	к-кт				5000,00
1.1.6. Фарбування (модуль 6 х 6)						
	Випромінюючі панелі 3ZIP	м	15	160,00	2400,00	69600,00
	Металоконструкции, труби, арматура	к-кт				15500,00
1.1.7. Формовка (модуль 6 х 6)						
	Випромінюючі панелі 3ZIP	м	15	160,00	2400,00	69600,00
	Металоконструкции, труби, арматура	к-кт				15500,00
1.1.8. Робоче місце б/н (модуль 6 х 4)						
	Випромінюючі панелі 3ZIP	м	9	160,00	1440,00	41760,00
	Металоконструкции, труби, арматура	к-кт				11500,00
1.1.9. Стержнева дільниця						
	Випромінюючі панелі або теплоповітряні агрегати	к-кт				15000,00
	Металоконструкции, труби, арматура	к-кт				
2. МОНТАЖНІ РОБОТИ						120904,00
ВСЬОГО ЗА РОЗДІЛАМИ 1-2:						725424,00

1 Євро = 29 грн

№ п/п	Найменування матеріалів та обладнання	Од. вим	К-сть	Вартість		
				Євро		грн
				одиниці	всього	Всього
СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ МІСЦЬ МІСЦЕВОГО ОБІГРІВУ						
1. МАТЕРІАЛИ ТА ОБЛАДНАННЯ, в т.ч.						243150,00
1	Теплообмінник 400 квт	шт	1	1724,1	1724,1	50000,00
2	Насос WILO TOP-S 50/10	шт	2	879,3	1758,6	51000,00
3	Насосна станція (підживлення)	шт	1	431,0	431,0	12500,00
4	Ємність для антифризу	шт	1	86,2	86,2	2500,00
5	Розширювальний бак 200 л	шт	1	258,6	258,6	7500,00
6	Антифриз	л	1200	0,5	620,7	18000,00
7	Труби сталеві (dy = 25 - 100 мм)	к-кт	1	1275,9	1275,9	37000,00
8	Теплова ызоляція трубопроводів	к-кт	1	1379,3	1379,3	40000,00
9	Арматура трубопроводня	к-кт	1	517,2	517,2	15000,00
10	манометри, термометри	к-кт	1	56,9	56,9	1650,00
11	Допоможны та неврахованы матерыяли	к-кт	1	275,9	275,9	8000,00
2. МОНТАЖНІ РОБОТИ						85102,50
ВСЬОГО ЗА РОЗДІЛАМИ 1-2:						328252,50

6. Розробка принципової схеми котельні для виробничого корпусу.

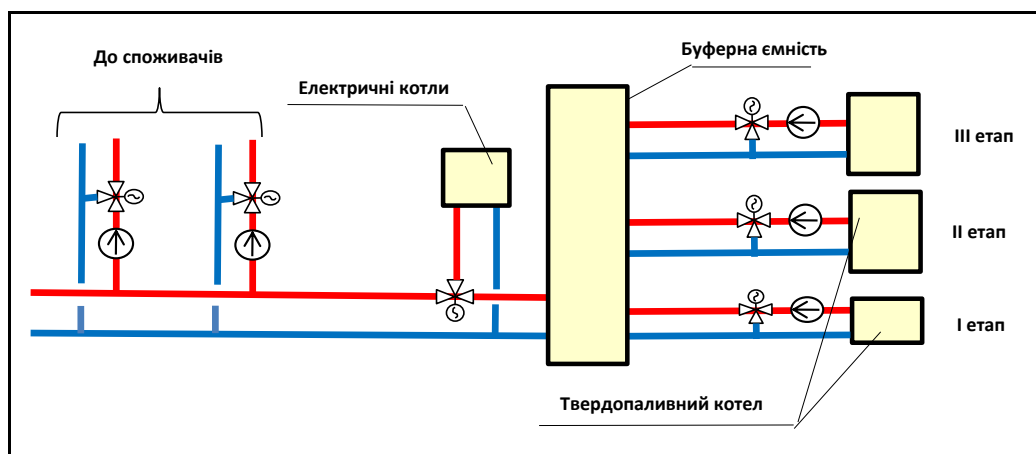
В якості джерела теплової енергії для виробничого корпусу Полтавського заводу кварцового скла має бути збудована котельня. Котельня має розміщуватись в існуючому корпусі, що знаходиться в безпосередній близькості від виробничого корпусу.

Замовник орієнтується на використання твердого біопалива.

В разі задіяння до виробництва усіх виробничих площ корпусу без проведення утеплення огорожувальних конструкцій необхідно прийняти до встановлення котельню тепловою потужністю до 2,3 – 2,5 Мвт. В разі доведення показників термічного опору до сучасних нормативних вимог розрахункова теплова потужність котельні може знизитись до 1,3 – 1,5 Мвт. Для облаштування місцевого обігріву окремих зон, з урахуванням, згаданого вище, запасу, необхідно мати теплову потужність 0,3 – 0,4 Мвт.

Теплову потужність котлів та їх кількість необхідно приймати виходячи із забезпечення надійної роботи котельні у всьому діапазоні теплових навантажень та з урахуванням етапності нарощування потужності котельні. Виходячи з цього на першому етапі доцільно встановити 1 котел потужністю до 400 квт. На наступних етапах можуть бути встановлені ще два котли потужність 1 Мвт кожний.

Котельня може мати принципову схему, яка показана на рисунку:



На першому етапі розглядається встановлення в котельні одного твердопаливного котла «РЕТРА-3М» потужністю 400 кВт. (Котел «РЕТРА» приведений виключно як один із можливих варіантів. Конкретний тип котла повинен обґрунтовуватись додатково).

Обов'язковою складовою твердопаливної котельні є буферна ємність (буферні ємності). Об'єм буферної ємності визначається виходячи з того, що на 1 кВт встановленої потужності має бути передбачено 25-50 літрів ємності. Пропонується розглядати створення буферної ємності на базі покупних типових буферних ємностей об'ємом 5 м³.

Для твердопаливного котла, що має теплову потужність 400 кВт об'єм буферної ємності має становити 10–20 м³. Пропонується встановити три буферні ємності об'ємом 5 м³ кожна.

Для підвищення надійності котельні можливе встановлення в котельні електричних котлів, що передбачаються для експлуатації в нічний час з використання пільгового нічного тарифу на електроенергію. Ці котли, крім підвищення надійності системи теплопостачання, зможуть дати можливість використати переваги нічного пільгового тарифу на електроенергію.

Інформація про обладнання та матеріали для 1-го етапу котельні та розрахунок капітальних витрат на монтаж першої черги котельні приведений в таблиці 6.

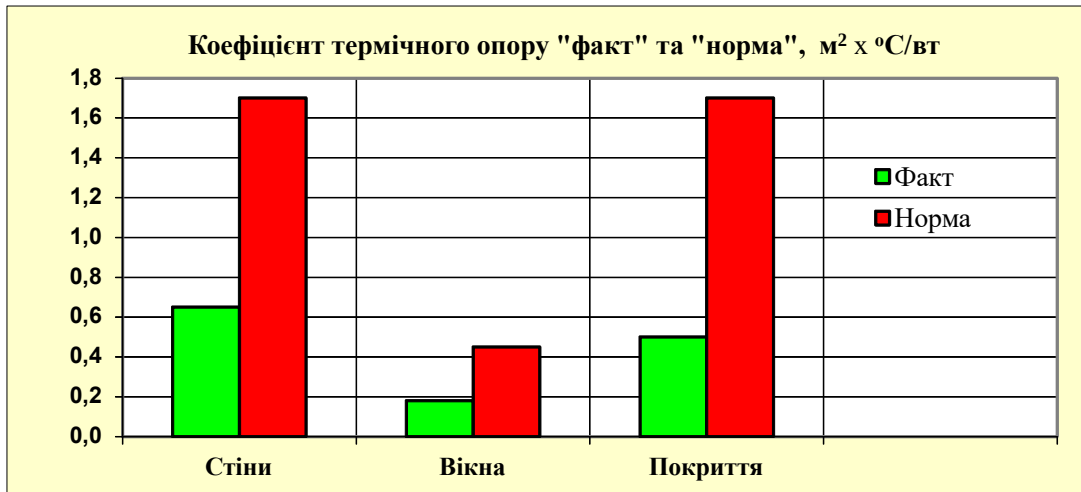
Розрахунок капітальних витрат першої черги котельні.

Таблиця 6

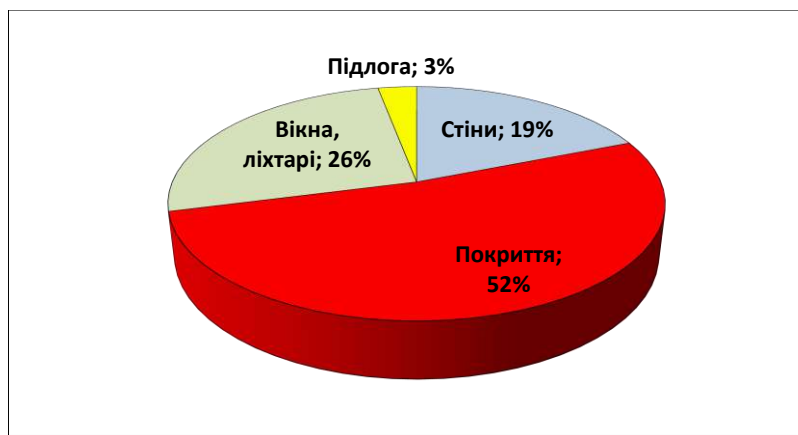
1 Євро = 29 грн						
№ п/п	Найменування матеріалів та обладгнання	Од. вим	К-сть	Вартість з ПДВ		
				Євро		грн
				одиниці	Всього	Всього
1. Матеріали та обладнання, в т.ч.						769638
1.1.	Котел твердопаливний Ретра 3М 400 квт	шт	1	6500,00	6500,00	188500,00
1.2.	Буферна ємність V=5000 м ³	шт	3	3600,00	10800,00	313200,00
1.3.	Циркуляційний насос WILO TOP-S 50/10	шт	3	890,00	2670,00	77430,00
1.4.	Компенсатор об'єму V=140 л	шт	2	221,00	442,00	12818,00
1.5.	Триходовий клапан з електр рушієм d=80 мм	к-кт	1	650,00	650,00	18850,00
1.6.	Підживлювальний насос	1	1	310,00	310,00	8990,00
1.7.	Клапани запобіжні d=50. мм	шт	4	200,00	800,00	23200,00
1.8.	Арматура трубопровідна	к-кт	1	700,00	700,00	20300,00
1.9.	Засоби автоматизації	к-кт	1	1000,00	1000,00	29000,00
1.10.	Електротехнічні матеріали	к-кт	1	350,00	350,00	10150,00
1.11.	Труби та металопрокат	к-кт	1	550,00	550,00	15950,00
1.12.	Газоходи та димові труби	к-кт	1	1250,00	1250,00	36250,00
1.15.	Інші невраховані матеріали	к-кт	1			15000,00
2. Монтажні роботи.						230891
3. Пусконаладжувальні роботи.						38482
Всього за розділами 1-3 (з ПДВ):						1039011

7. Техніко-економічні показники системи теплопостачання виробничого цеху.

Потужність системи теплопостачання та витрати енергоносіїв для створення допустимих умов праці в першу чергу визначається здатністю огорожувальних конструкцій зберігати тепло в об'ємі будівлі. Існуюча будівля має дуже низькі показники термічного опору. На рисунку приведені графіки показників термічного опору існуючих огорожувальних конструкцій у порівнянні з мінімальними нормативними значеннями



Структура втрат тепла огорожувальними конструкціями приведена на графіку:

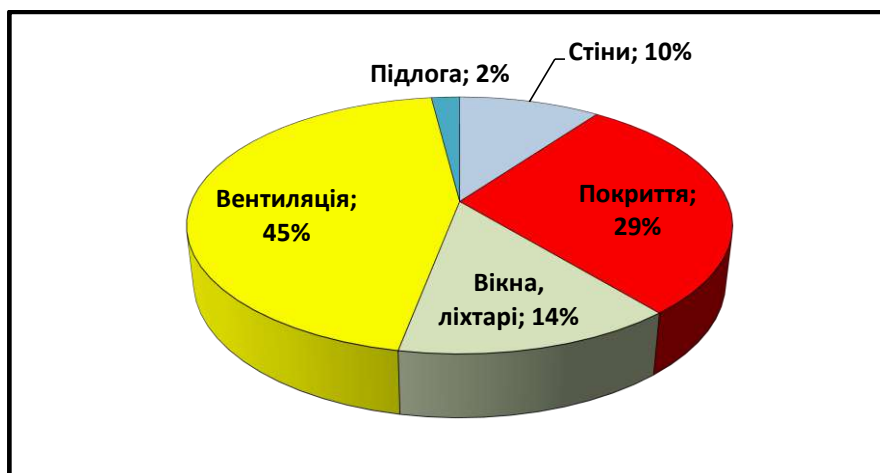


З графіка добре видно, що основні теплові втрати здійснюються через покриття будівлі. За даними замовника на покрівлі практично повністю відсутнє утеплення. В разі, якщо буде прийматись рішення про утеплення огорожувальних конструкцій, першочергово має утеплюватись покрівля.

Іншим важливим фактором значних втрат теплової енергії є вікна та ліхтарі. Кількість світлопрозорих огорожень має бути мінімальною (вимоги природнього освітлення).

Крім втрат тепла огорожувальними конструкціями, іншим важливим фактором є повітрообмін у виробничому приміщенні. Повітрообмін залежить від організованих систем вентиляція та від інфільтрації. Тому режими роботи організованих систем вентиляції повинні бути оптимізованими. Всі огорожувальні конструкції мають бути максимально герметизованими.

Структура витрат теплової енергії будівлею в цілому приведена на графіку:



Згідно попередньої оцінки структури втрат тепла виробничою будівлею витрати тепла на нагрів вентиляційного та інфільтраційного повітря значні

Загальна теплова потужність системи місцевого обігріву незначна по відношенню до загального теплового навантаження. Тому у виробничих приміщеннях при розрахункових температурах зовнішнього повітря не буде досягнена позитивна температура. Ця обставина може бути причиною для створення спеціального приміщення обігріву.

Капітальні витрати на облаштування системи місцевого обігріву:

- Системи (модулі) місцевого обігріву.....	725424 грн
- Система теплопостачання місць місцевого обігріву	328252 грн
- Твердопаливна котельня (1 черга).....	1039000 грн
Всього:	2092676 грн

Крім приведених вище можуть мати місце додаткові витрати, пов'язані із необхідністю виконання додаткових робіт:

герметизація огорожувальних конструкцій будівлі;
влаштування зон теплих підлог;
влаштування ширм і щитів;
влаштування спеціальної кімнати обігріву;
встановлення електричних котлів.

Окремим питанням є питання вибору енергоносіїв (палива) для забезпечення системи теплопостачання. Для техніко-економічного аналізу порівняння варіантів використання палива важливо мати можливість аналізувати вартість паливної складової 1 Гкал теплової енергії, що виробляється на підприємстві.

Проведемо порівняльний аналіз використання таких видів палива (енергоносіїв):

- дрова;
- деревинні пелети;
- природний газ;
- електрична енергія.

При порівнянні згаданих вище варіантів використані ціни станом на травень 2016 року.

1.Дрова.

Для розрахунків приймаємо такі вихідні дані:

- використовуються дрова: дуб, береза;
- дрова – природної сушки – вологість 20%;
- щільність дров 450-470 кг на складометр;
- теплотворність дров $Q_n^p = 3380$ ккал/кг;
- ціна дров – 400 грн/складометр;
- коефіцієнт корисної дії спалювання дров – 80%.

Для отримання 1 Гкал теплової енергії необхідно спалити 370 кг дров ($1000000/(0,8*3380) = 370$ кг)

Вартість 370 кг дров становить 322 грн ($((370/460)*400 = 322$ грн)

Вартість паливної складової 1 Гкал теплової енергії при спалюванні дров становить

322 грн/Гкал

2.Деревинні пелети.

Для розрахунків приймаємо такі вихідні дані:

- теплотворність пелет $Q_n^p = 5000$ ккал/кг;
- ціна пелет – 2500 грн/тон

- коефіцієнт корисної дії спалювання пилет – 85%.

Для отримання 1 Гкал теплової енергії необхідно спалити 235 кг пелет $(1000000/(0,85*5000)) = 235 \text{ кг}$

Вартість 235 кг пелет становить 588 грн $((235/1000)*2500 = 588 \text{ г грн})$

Вартість паливної складової 1 Гкал теплової енергії при спалюванні пелет становить
588 грн/Гкал

3.Природний газ.

Для розрахунків приймаємо такі вихідні дані:

- теплотворність газу $Q_H^P = 8200 \text{ ккал/кг}$;
- ціна газу – 7500 грн за 1000 м^3 ;
- коефіцієнт корисної дії спалювання газу – 88%.

Для отримання 1 Гкал теплової енергії необхідно спалити $138,6 \text{ м}^3$ газу
 $(1000000/(0,88*8200)) = 138,6 \text{ м}^3$

Вартість $138,6 \text{ м}^3$ газу становить 1040 грн $((138,6/1000)*7500 = 1040 \text{ г грн})$

Вартість паливної складової 1 Гкал теплової енергії при спалюванні газу становить
1040 грн/Гкал

4.Електрична енергія.

Для розрахунків приймаємо такі вихідні дані:

- ціна електроенергії: I кл. – 1,568 грн/квт; II кл. – 2,022 грн/квт
- коефіцієнт корисної дії використання електроенергії – 95%.

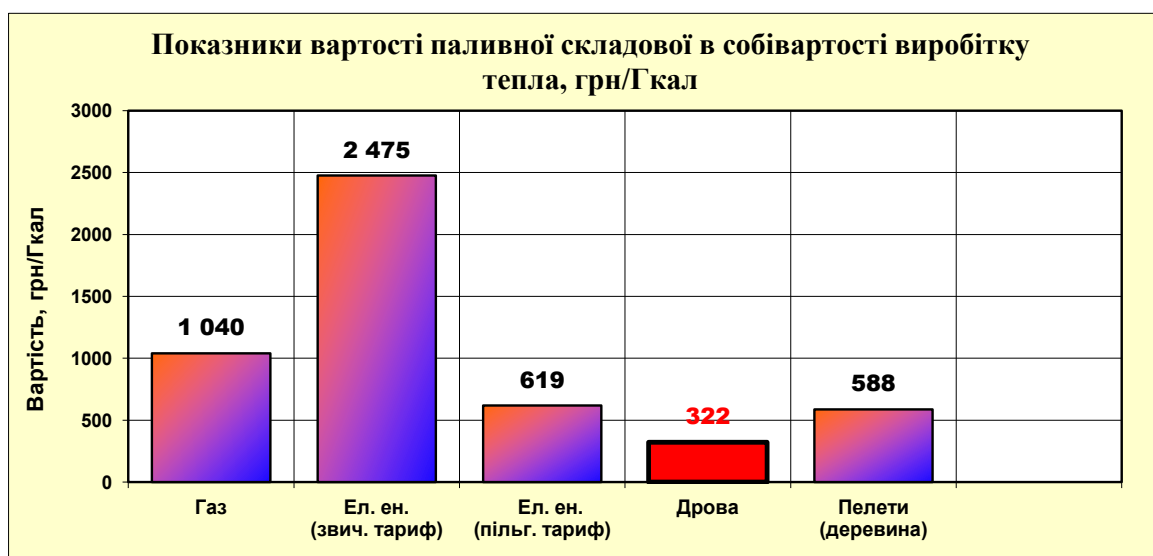
В разі застосування 3-х зонного тарифу нічний (пільговий) тариф з 24-00 до 7-00 визначається з коефіцієнтом $K=0,25$.

Для отримання 1 Гкал теплової енергії необхідно спожити 1224 квт-год

Вартість паливної складової 1 Гкал теплової енергії за звичайним тарифом для споживачів II класу: $1224*2,022 = 2475 \text{ грн/Гкал}$

Вартість паливної складової 1 Гкал теплової енергії за звичайним тарифом для споживачів II класу в разі застосування нічного (пільгового) тарифу: $2475*0,25 = 619 \text{ грн/Гкал}$

Інформація про вартість паливної складової у вартості 1 Гкал тепла для різних варіантів палива приведена на графіку:



Аналіз графіку підтверджує доцільність використання в якості палива дров та інших видів біопалива, а також використання електричних котлів в «пільговий» нічний час за тризонним Тарифом.

Проведені обстеження та попередній аналіз дають можливість оцінити загальний теплотехнічний стан будівлі виробничого корпусу та оцінити основні можливі перспективні напрямки впровадження системи теплопостачання.

Проведена попередня оцінка вартості впровадження системи обігріву не має розглядатись, як комерційна. Це лише оцінка рівня можливих витрат.

В разі прийняття замовником запропонованої ідеології впровадження систем теплопостачання готові до подальшої співпраці. Можемо запропонувати комплексне виконання робіт: уточнення та доопрацювання наданих пропозицій, розробка проектної документації, монтаж та налагодження, сервісне обслуговування.

Сподіваємось на співпрацю.

_____ С.Парасочка

ТЕХНІЧНЕ РІШЕННЯ ДЛЯ ІСНУЮЧОЇ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ КОТЕЛЬНОЇ АДМІНІСТРАТИВНОЇ БУДІВЛІ З МЕТОЮ СТВОРЕННЯ ГІБРИДНОЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ (ЦЕНТРАЛІЗОВАНЕ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ, ГАЗОВІ КОТЛИ, ТВЕРДОПАЛИВНІ КОТЛИ)

09.11..2016

Теплопостачання будівлі здійснюється від системи центрального теплопостачання міста. На вводі теплових мереж в будівлю встановлений вузол обліку теплової енергії. Споживачем теплової енергії є система опалення будівлі. Теплові навантаження на вентиляцію та гаряче водопостачання відсутні.

Розрахункове теплове навантаження на опалення будівлі, оцінка якого визначається за укрупненими показниками, орієнтовно становить:

$$Q = (26000 \cdot 0,32 \cdot 41) + (6000 \cdot 0,36 \cdot 41) = 429680 \text{ ккал/год} \quad (500 \text{ кВт})$$

де, 26000 – об'єм адмінбудівлі, м³;

6000 – об'єм прибудови, м³.

Аналіз фактичних витрат теплової енергії за 2011 рік показує, що розрахункове теплове навантаження на опалення має становити близько 450 кВт. В 2011 році необхідність тотальної економії тепла не була нагальною, тому отриманий результат може бути близьким до реального. В подальші роки відбувалось суттєве зниження споживання тепла в результаті жорсткої економії. По відношенню до 2011 року споживання тепла становило:

2012 рік – 84%; 2013 рік – 80%; 2014 рік – 61%.

Метою модернізації системи теплопостачання є підвищення її ефективності та скорочення витрат на опалення. Для забезпечення енергоефективної експлуатації опалення будівлі Замовник передбачає створення гібридної системи теплопостачання, яка має складатись з 3-х джерел теплової енергії: системи центрального теплопостачання; твердопаливної котельні; газової котельні.

Створення гібридної системи передбачає врахування таких факторів: забезпечення безпечної експлуатації; автоматизація експлуатації системи; відповідність діапазонів регулювання відпуску тепла діапазону оптимального споживання тепла.

Пропонуємо в якості розрахункового теплового навантаження прийняти 450 кВт.

На рисунку 1 приведений графік теплових навантажень в діапазоні температур зовнішнього повітря на протязі опалювального періоду.

Рисунок 1

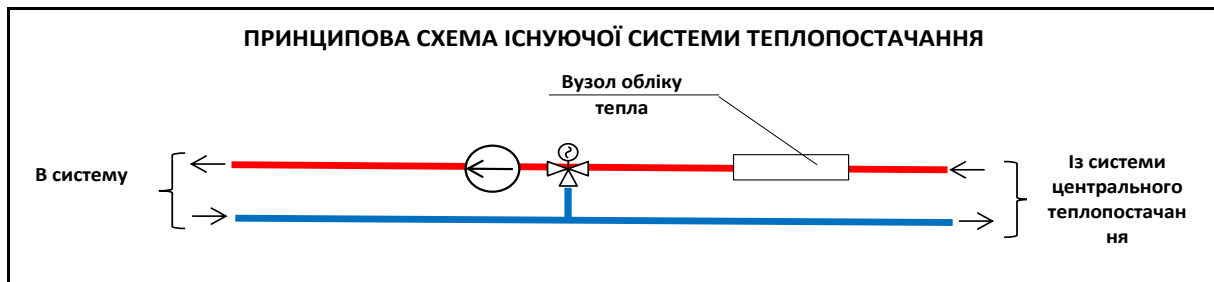


Максимальне теплове навантаження становить 450 кВт (при $t_3 = -23^\circ\text{C}$), мінімальне навантаження становить 110 кВт (при $t_3 = +8^\circ\text{C}$, що відповідає температурі початку та кінця опалювального періоду).

Теплові навантаження і діапазони відпуску тепла усіх джерел теплової енергії повинні максимально відповідати приведеному на рисунку 1 графіку.

Існуюча принципова схема системи теплопостачання адмін. будівлі має вигляд, який в спрощеному варіанті приведений на рисунку 2.

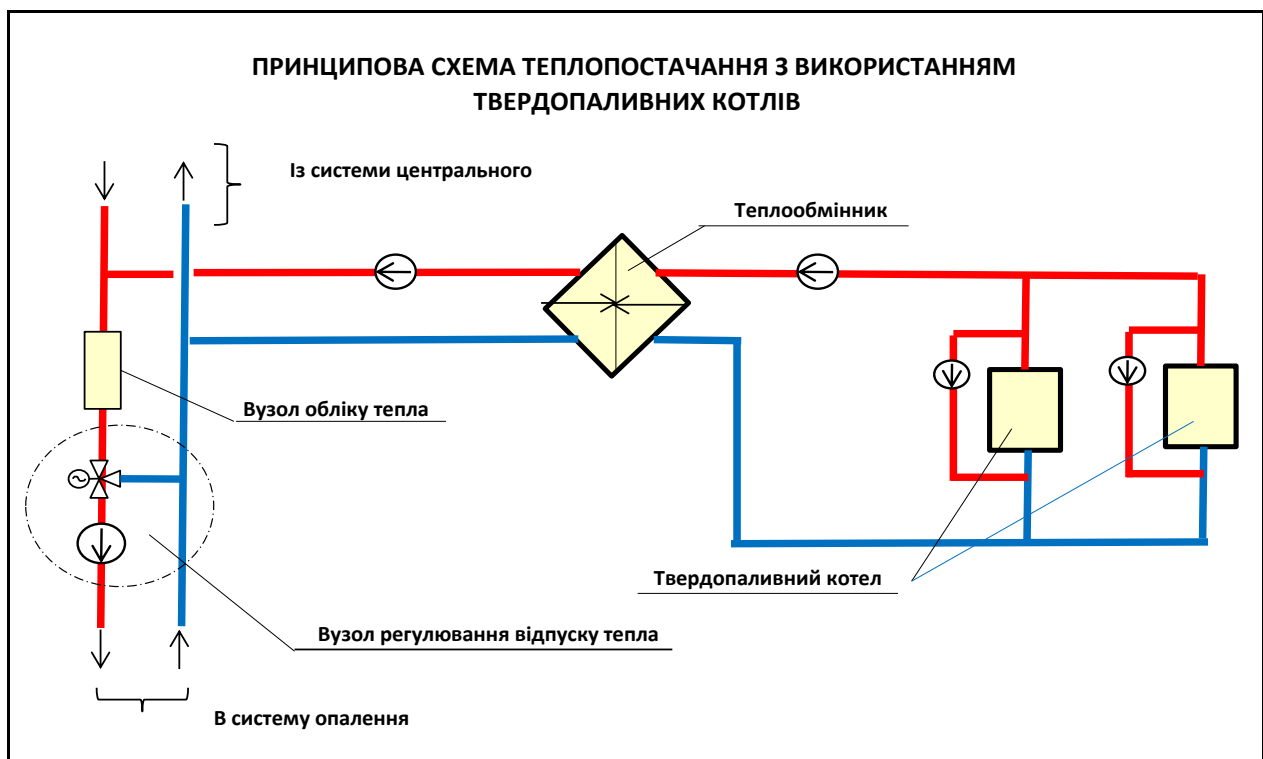
Рисунок 2.



Замовник має проект, що передбачає впровадження твердопаливної котельні загальною тепловою потужністю 1000 кВт. Згідно проекту мають бути встановлені два твердопаливні котли: 1 котел – BRS400 (180 – 450 кВт); 1 котел – BRS600 (250 – 600 кВт).

На рисунку 3 приведена спрощена принципова схема системи теплопостачання будівлі з використанням твердопаливних котлів.

Рисунок 3.



Твердопаливні котли, що передбачаються до встановлення, мають діапазони регулювання теплової потужності значно вищі, ніж фактичні теплові навантаження. Мінімальне теплове навантаження котла BRS400, що становить 180 кВт, відповідає температурі зовнішнього повітря $+2^\circ\text{C}$. А для котла BRS600 – мінус 5°C . Таким чином можуть виникати ситуації, коли потужність котлів перевищуватиме фактичне споживання тепла. Така ситуація є потенційно небезпечною. Необхідність дотримання режиму економії потребує зниження споживання енергії, що генерується котлами. Ця обставина підвищує потенційну небезпеку. Ситуація ускладнюється тим фактом, що в схемі котельні з твердопаливними котлами відсутні буферні ємності. Крім того, наявність вузла регулювання відпуску тепла буде створювати ситуації, коли циркуляція в системі опалення буде здійснюватись по повній рециркуляції, припиняючи використання тепла,

що генерують твердопаливні котли. Враховуючи, що крім твердопаливних котлів в схемі теплопостачання мають бути і газові котли, вважаємо за доцільне переглянути запропоновану схему котельні.

При перегляді схеми необхідно врахувати такі фактори:

Встановлена потужність твердопаливної котельні може бути зменшена (до встановлення прийняти 1 котел BRS400);

Робота системи теплопостачання на мінімальних теплових навантаженнях (від $+8^{\circ}\text{C}$ до $0 - (-2)^{\circ}\text{C}$ має забезпечуватись газовими котлами або центральним теплопостачанням;

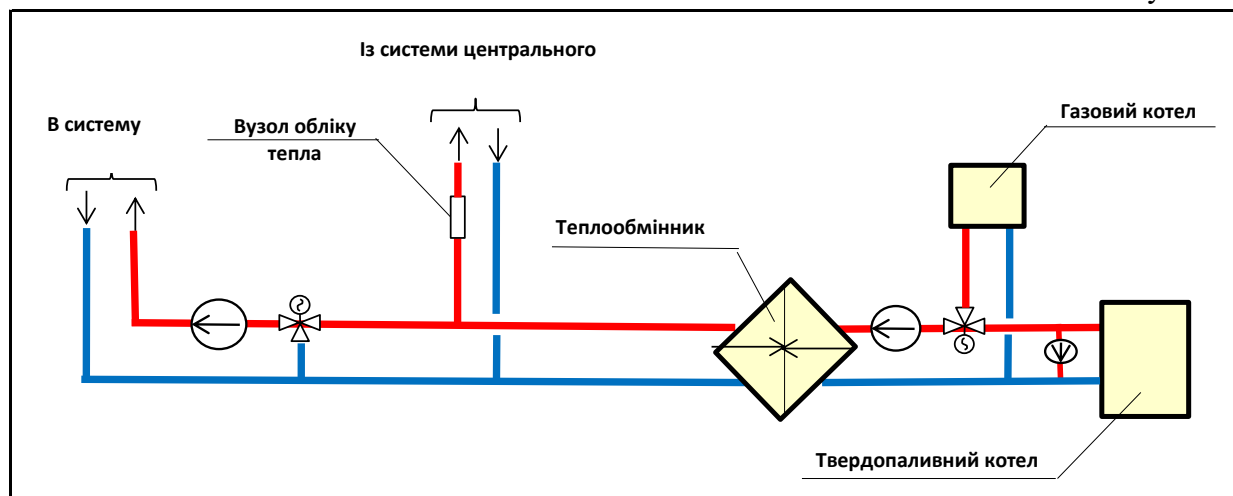
Для створення факторів запобігання «перегріву» твердопаливного котла розглянути можливість встановлення буферних ємностей замість передбаченого проектом теплообмінника.

Останній захід дещо погіршить умови захисту теплоносія котлового контуру від забруднення, але не створить критичної ситуації з точки зору забруднень, зате суттєво підвищить захист системи теплопостачання від перегріву та руйнування.

Для наглядності розглянемо два варіанти гібридної схеми з використанням трьох джерел теплової енергії – рисунок 4 та рисунок 5

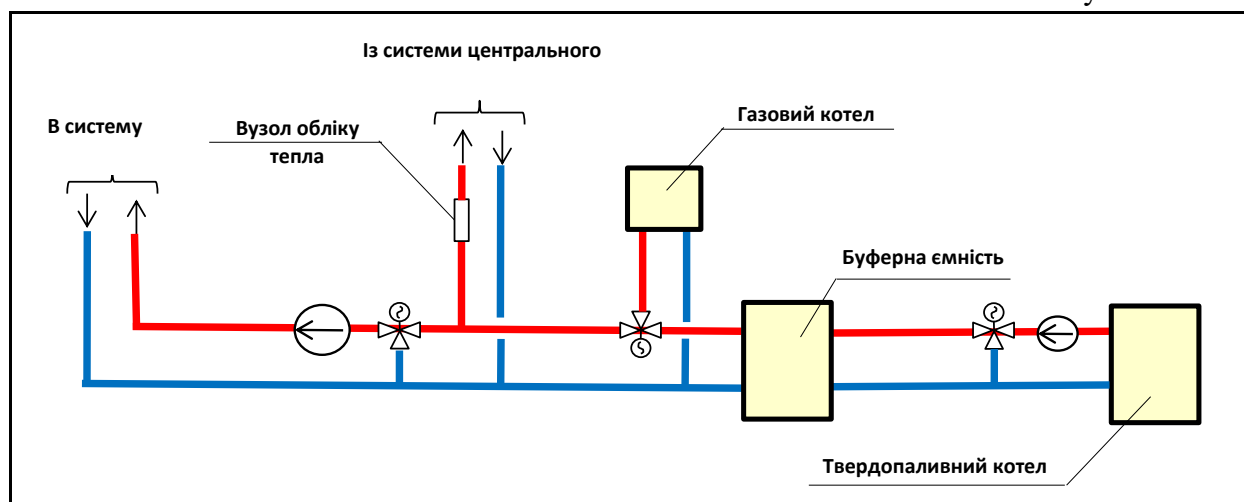
Схема, приведена на рисунку 4, створює «чистий» котловий контур для «нових» котлів, що мають працювати на «старій» системі опалення. Але така схема є потенційно небезпечною з точки зору можливих аварійних перегрівів твердопаливного котла.

Рисунок 4



Крім того, така схема (рисунок 4) не в змозі забезпечити якісний відпуск теплової енергії споживачам. Схема рисунку 5 позбавлена, згаданих вище, вад.

Рисунок 5



Як пріоритетну, доцільно розглядати схему рисунку 5. Схема має передбачати роботу в автоматичному режимі твердопаливного та газового котлів. Включення в роботу системи центрального теплопостачання має здійснюватись в ручному режимі. В разі розміщення газової

котельні на даху будівлі, вузол регулювання відпуску тепла (триходовий клапан та циркуляційний насос) теж можуть бути розміщені в верхній частині будівлі в безпосередній близькості до розподільчих магістралей системи опалення будівлі.

Попередній аналіз капітальних витрат на проведення модернізації системи теплопостачання.

Капітальні витрати комплексу робіт по реконструкції системи теплопостачання будівлі складаються з 3-х блоків:

- 1-й блок – твердопаливна котельня;
- 2-й блок – газова котельня;
- 3-й блок – пункт об'єднання 3-х джерел теплової енергії в єдину автоматизовану систему (телопункт).

Вартість модернізації системи теплопостачання в основному визначається вартістю твердопаливної та газової котельних.

В додатку 1 приведений розрахунок вартості твердопаливної котельні згідно розробленого проекту із **встановленням 2-х твердопаливних котлів** (згідно схеми рисунку 3)

До складу робіт включені наступні розділи:

- тепломеханічна частина;
- автоматизація тепломеханічної частина;
- опалення котельні;
- вентиляція котельні.

До складу робіт не включені: архітектурно-будівельна частина, електротехнічна частина, протипожежна сигналізація та блискавкозахист.

Вартість обладнання і матеріалів за розділами, що розглядаються становить**690802 грн**

Вартість монтажних та пусконаладжувальних робіт (в готівковому виразі)..... **130000 грн**

Об'єм робіт, що розглядається, не враховує облаштування систем подачі твердого палива в котлові бункери.

В додатку 2 приведений розрахунок вартості твердопаливної котельні із встановленням одного твердопаливного котла потужністю 400 кВт та теплообмінника – без буферної ємності (згідно схеми рисунку 4).

Вартість обладнання і матеріалів за розділами, що розглядаються становить**564248 грн**

Вартість монтажних та пусконаладжувальних робіт (в готівковому виразі)..... **110000 грн**

Об'єм робіт, що розглядається, не враховує облаштування систем подачі твердого палива в котлові бункери.

В додатку 3 приведений розрахунок вартості твердопаливної котельні із встановленням одного твердопаливного котла потужністю 400 кВт та буферних ємностей 8,0 куб.м. (згідно схеми рисунку 5).

Вартість обладнання і матеріалів за розділами, що розглядаються становить**609278 грн**

Вартість монтажних та пусконаладжувальних робіт (в готівковому виразі)..... **120000 грн**

Об'єм робіт, що розглядається, не враховує облаштування систем подачі твердого палива в котлові бункери.

Вартість монтажних і пусконаладжувальних робіт визначена орієнтовно і має уточнюватись шляхом складання повного кошторису після прийняття остаточного варіанту схеми твердопаливної котельні.

Вище приведена оцінка капітальних витрат для впровадження твердопаливної частини системи теплопостачання адміністративної будівлі. В разі вашої зацікавленості готові надати пропозицію на влаштування газової котельні.

(Для заощадження об'єму цього матеріалу додатки (24 арк.) не приводяться

_____ С.Парасочка

ПРОПОЗИЦІЯ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ КОГЕКНЕРАЦІЙНОГО КОМПЛЕКСУ ПОТУЖНІСТЮ 20 мВт.

1. Замовником надані попередні вихідні дані, серед яких така інформація:
 - Матеріали проекту котельні (стадія П).
 - Матеріали проектів за розділом ОВ цеху підготовки, цеху екстракції та АПК.
 - Загальний опис технічних характеристик проекту, що підлягає розробці:

Проектная документация
для [REDACTED]

Краткая характеристика завода.
Предприятие предназначено для производства соевого масла и соевого шрота. Составит из следующих основных технологических комплексов:

Элеватор хранения соевых бобов
Цех подготовки (отделения оболочки)
Цех экстракции
Шротозернолиз
Маслохранилище

Режим работы предприятия – круглосуточный, 11 месяцев в году. За время работы возможны простои на ремонтные нужды до 5 дней в месяц.

Суточное потребление энергоносителей:
Электроэнергия – 28 000 кВт*час (месячный график прилагается)
Природный газ на нужды котельной – 19 000 м³ (октябрь)
Режим потребления – раносмари

Среднемесячное потребление газа 600 000 м³
Месячное потребление газа февраль 622 243 м³.

Описание оборудования

Предполагается установка газового электрогенератора **Caterpillar CG170 – 12**, топливо – биогаз.



Электрическая мощность	1200 кВт
Тепловая мощность	1189 кВт
Напряжение	400В, 6,3 кВ, 10,5 кВ
Частота	50Гц / 1500 об/мин
Электрический КПД	43,7%
Тепловой КПД	43,3%

Использование тепла отходящих выхлопных газов планируется в паровом котле – утилизаторе, вопрос утилизации теплоты с системы охлаждения установки пока не решен.

С целью продления моторесурса генератора предполагается использование его мощности с коэффициентом 0,9.

Примерное распределение энергии топлива в КГУ:

- 40% - выработка электроэнергии;
- 20% - тепло, отводимое от рубашки, утилизируется для подогрева воды (70-90 С);
- 20% - тепло отходящих газов (440 С) – утилизируется для нагрева воды либо для выработки пара в котле утилизаторе;
- 20% - теряемое, не используемое тепло (нагрев корпуса установки, охлаждение воздуха в компрессоре, охлаждение масла, уходящие газы котла-утилизатора – 180 С).

Приложения:

- Чертежи раздела ОВ проекта по основным потребителям системы отопления и вентиляции: Цех экстракции, цех подготовки, административно – бытовой корпус.
- Проектная документация (стадия П) на котельную, тепловая схема котельной

Згідно наданих вихідних даних основними положеннями щодо розробки проектно-кошторисної документації є такі:

1). Впровадженню підлягає газопоршньова когенераційна установка Caterpillar 170-12, що має основні технічні характеристики, що вказані вище..

Підбір електричної потужності когенераційної установки здійснений замовником виходячи з власних потреб [REDACTED], переробного заводу в електричній енергії.

2). Паливом для когенераційної установки має бути біогаз, що подається безпосередньо до місця встановлення когенераційної установки.

3). Сертифікат на біогаз на стадії підготовки попередньої пропозиції не надавався.

4). Для встановлення когенераційної установки пропонується запроектувати будівлю, що має бути прибудовою до будівлі діючої котельні.

5). Використання електричної енергії, що має вироблятись когенераційною установкою, до складу проекту, що підлягаю розробці згідно цієї пропозиції не входить.

6). Теплова енергія, що має вироблятись когенераційною установкою має використовуватись для власних потреб [REDACTED] переробного заводу.

При розробці проекту має бути проведене обстеження споживачів теплової енергії переробного заводу з метою визначення найбільш доцільного та економічно обґрунтованого варіанту використання теплової енергії від когенераційної установки.

Теплова енергія на переробному заводі використовується для потреб технології (насичена пара), опалення та вентиляції. Розрахункові теплові навантаження на цьому етапі замовником не надані. Основні показники, що характеризують діючу котельню та використання її теплової потужності такі:

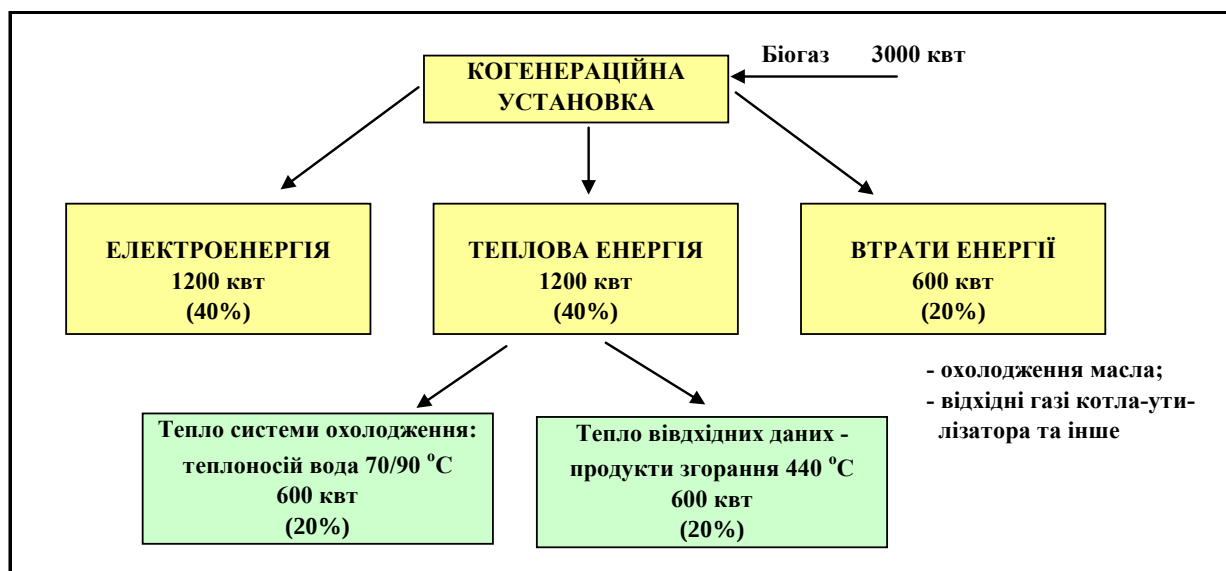
розрахункова номінальна теплова потужність котельні.....20440 кВт

фактичне середнє підключене теплове навантаження..... 6800 кВт

Теплові навантаження на опалення та вентиляцію для основних корпусів переробного заводу, згідно наданих проектів приведені в таблиці:

№ п/п	Найменування корпусів	Теплові навантаження, кВт				
		опалення	вентиляція	ГВП	технологія	ВСЬОГО
1	АПК	66	68	-		134
2	Цех підготовки	142	2700	-		2842
3	Цех екстракції	83	808	-		891
	ВСЬОГО:	291	3576	-		3867

7). Тепловий баланс запропонованої замовником когенераційної установки має такий вигляд:



8). На виході з когенераційної установки тепла енергія подається:

- у вигляді теплоносія (вода) з температурою 70/90 °С;
- у вигляді продуктів згорання біогазу з температурою 440 °С

Об'єм продуктів згорання може бути визначений розрахунково на основі складу біогазу, або на основі паспортних характеристик когенераційної установки.

9). Для виробітку насиченої водяної пари має використовуватись паровий котел - утилізатор. Розробка проекту має передбачати пошук та підбір котла-утилізатора, як готового виробу, що має відповідати технічному завданню на проектування. Ця попередня пропозиція передбачає встановлення покупного котла-утилізатора.

В разі відсутності можливості використання покупного парового котла-утилізатора питання індивідуальної розробки котла-утилізатора має розглядатись додатково.

10). Отримана за допомогою парового котла-утилізатора пара має мати параметри аналогічні параметрам пари, що подається від існуючих парових котлів та має бути підключена до розподільчої гребінки котельні.

11). Режим роботи заводу: цілодобово, 11 місяців на рік (можливий простій – до 5 днів на рік).

12). Живильна вода для парового котла-утилізатора має подаватись від установок хімводопідготовки існуючої котельні.

4. Загальний опис порядку розробки проекту:

1). Важливою характеристикою об'єкту є його категорія складності, що впливає на цілий ряд факторів, серед яких: порядок проходження експертиз, вартість проектування, вимоги до виконання будівельних робіт та інші.

Категорія складності об'єкта та класи наслідків (відповідальності) розраховуються у відповідності до вимог ДСТУ Н Б В.1.2-16:2013. В основу методології визначення категорії складності покладена інформація згідно таблиці:

Категорії складності об'єктів будівництва	Клас наслідків (відповідальності) будівлі або споруди	Характеристики можливих наслідків від відмови будівлі або споруди					
		Можлива небезпека			Обсяг можливого економічного збитку (характеристика 4)	Втрата об'єктів культурної спадщини (характеристика 5)	Припинення функціонування комунікацій транспорту, зв'язку, енергетики, інших інженерних мереж (характеристика 6)
		Для здоров'я і життя людей, які постійно перебувають на об'єкті (характеристика 1)	Для здоров'я і життя людей, які періодично перебувають на об'єкті (характеристика 2)	Для життєдіяльності людей, які знаходяться зовні об'єкта (характеристика 3)			
		кількість осіб	кількість осіб	кількість осіб	м.р.з.п.	категорії об'єктів	рівень
V	СС3	Понад 400	Понад 1000	Понад 50000	Понад 150000	Національного значення	Загально-державний
IV	СС2	300-400	500-1000	10000-50000	15000-150000	Місцевого значення	Регіональний
III		50-300	100-500	100-10000	2000-15000	-	Місцевий
II	СС1	0-50	50-100	До 100	До 2000	-	-
I		0	До 50	До 100	До 2000	-	-

Крім факторів, приведених в таблиці на категорію складності впливають результати ідентифікації об'єкта, як об'єкта підвищеної небезпеки.

Враховуючи приведену вище інформацію можливо спрогнозувати, що об'єкт буде мати II або III категорію складності та клас наслідків СС2

2). Виходячи з можливої категорії складності об'єкта доцільно прийняти одностадійне проектування – Робочий проект (РП) згідно вимог ДБН А.2.2-3:2012.

3). У відповідності до вимог ДБН А.2.2-3012 перед початком проектування замовником мають бути надані такі вихідні дані:

- рішення про реконструкцію об'єкту;
- містобудівні умови та обмеження;
- дані для складання кошторисної документації;
- технічні характеристики палива – біогазу (сертифікат);
- технічна документація на когенераційну установку;
- технічна документація на діючу котельню;
- технічні умови на приєднання об'єкта до інженерних мереж (газопостачання, електропостачання, водопостачання);
- технічні умови в частині забезпечення протипожежного захисту об'єкту;

До складу вихідних даних входить Завдання на проектування, що розробляється замовником спільно з проектувальником.

Приведений перелік вихідних даних носить попередній характер та має уточнюватись при підписанні договору на проектування.

4). Проектна документація має бути виконана за такими розділами:

- архітектурно-будівельні рішення;
- тепломеханічні рішення;
- газопостачання внутрішнє;
- опалення та вентиляція;
- водопровід і каналізація;
- оцінка впливу на навколишнє середовище;
- електротехнічні рішення;
- автоматизація;
- пожежна сигналізація;
- проект організації будівництва;
- кошторисна документація;

Приведений перелік розділів проекту носить попередній характер та має уточнюватись при розробці Завдання на проектування.

5). При розробці проекту когенераційної установки достатня увага має бути приділена розробці розділу «Оцінка впливу на навколишнє середовище» (ОВНС). Когенераційна установка, як і котельня в цілому, відноситься до об'єктів підвищеної екологічної небезпеки, тому розділ ОВНС згідно вимог ДБН А.2.2-1:2003 “Склад та зміст матеріалів оцінки впливу на оточуюче середовище», має розроблятися в повному обсязі з наданням заяв про наміри та наслідки в засобах масової інформації.

6). Згідно вимог «Порядку затвердження проектів будівництва і проведення їх експертизи», затвердженого Постановою КМУ від 11.05.2011 № 560, проекти будівництва об'єктів, що мають I – III категорії складності обов'язковій комплексній експертизі не підлягають. В той же час для об'єктів газифікації має проводитись експертиза проекту з питань охорони праці в Експертно-технічному центрі.

З метою визначення якості проектних рішень шляхом виявлення відхилень від вимог нормативів Замовник може прийняти рішення про проведення додаткових експертиз. Замовником експертизи має бути замовник будівництва.

7). Проектна документація на впровадження когенераційної установки, розробляється за однією стадією (РП), але має містити техніко-економічні розрахунки. При цьому потужність когенераційної установки по електричній і тепловій енергії не обґрунтовується, а приймається згідно Завдання на проектування.

Приблизний склад техніко-економічного розрахунку:

констатація технічних характеристик прийнятої когенераційної установки (класичний техніко-економічний розрахунок в якості основного завдання має обґрунтування проектної потужності);

розрахунок витрат біогазу (годинних, добових, місячних, річних);

розрахунок витрат електроенергії та води;

схема основних інженерних мереж, що забезпечують функціонування когенераційної установки та мереж, що забезпечують передачу теплової енергії споживачам;

основні рішення та показники з енергоефективності (в т.ч. можливий розгляд варіантів використання теплової енергії, що виробляється когенераційною установкою);

обґрунтування економічної ефективності інвестицій;

розробка основних техніко-економічних показників:

- а) капітальних витрат;
- б) економії коштів за рахунок впровадження когенераційної установки;
- в) терміну життя проекту;
- г) простого терміну окупності;
- д) дисконтного терміну окупності;
- е) чистого доходу за термін життя проекту (чиста приведена вартість NPV);
- ж) внутрішньої норми дохідності IRR;
- з) індексу дохідності.

5. Формування пропозицій щодо вартості розробки проекту:

Вартість проектних робіт визначається у відповідності до вимог ДСТУ Б Д.1.1-7:2013 "Правила визначення вартості проектно-вишукувальних робіт". Згідно положень цього ДСТУ кошторисна вартість проектно-вишукувальних робіт може бути визначена шляхом застосування усереднених відсоткових показників вартості проектних робіт до вартості будівельних робіт з урахуванням вартості устаткування (п.4.1).

Вартість проектних робіт визначена згідно показників цього стандарту не враховує витрати на службові відрядження та податок на додану вартість (п.4.6).

Для об'єктів виробничого призначення базою, до якої застосовують усереднені показники вартості проектних робіт є сума вартості будівельних робіт (визначена на підставі вартісних показників об'єктів-аналогів) та частка вартості устаткування, визначена за відсотковим показником згідно таблиці:

Відсоток вартості устаткування в загальній вартості будівництва	Частка вартості устаткування, що додається до вартості будівельних робіт, %
від 30% до 40%	35%
40% до 50%	45%
50% до 60%	50%
60% до 70%	55%
понад 70%	60%
Примітка: Загальна вартість будівництва та вартість устаткування приймається без ПДВ.	

Згідно даних об'єктів-аналогів питома вартість (вартість віднесена до одиниці електричної потужності) когенераційних установок виконаних "під ключ" становить близько 1000 \$ на 1 квт електричної потужності когенераційної установки.

Орієнтовна вартість когенераційної установки, виконаної "під ключ" становитиме:

$$1200 \cdot 1000 \cdot 13 = 15600000 \text{ грн} \quad (15600 \text{ тис. грн})$$

Питома вартість устаткування когенераційної установки становить близько 650 \$ на 1 квт встановленої електричної потужності (65% від вартості "під ключ"):

$$1200 \cdot 650 \cdot 13 = 10140000 \text{ грн} \quad (10140 \text{ тис. грн}).$$

Орієнтовна вартість будівельних робіт з урахуванням вартості устаткування, що є базою для визначення вартості проектних робіт:

$$B = (15600 \cdot 0,35) + (15600 \cdot 0,65 \cdot 0,55) = 5460 + 5577 = 11037 \text{ тис. грн}$$

Усереднений відсотковий показник вартості проектних робіт в залежності від розрахункової бази для об'єктів виробничого призначення визначається згідно таблиці А-2.

ДСТУ Б Д.1.1-7:2013

Таблиця А. 2 - Показники вартості проектних робіт за категоріями складності об'єктів виробничого призначення у відсотках

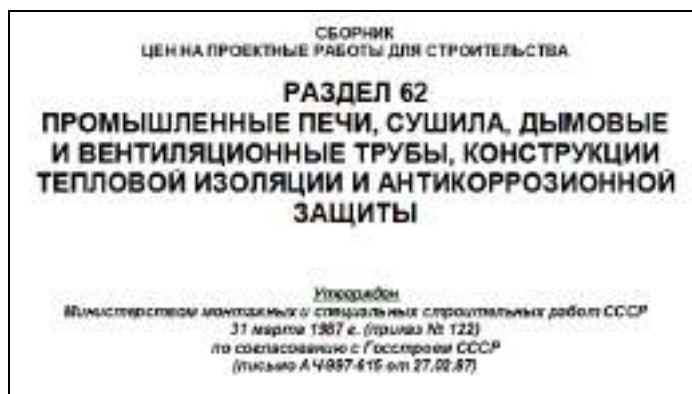
Чергове число	Розрахункова база, тис. грн. *)	Категорія складності об'єктів				
		I	II	III	IV	V
1	До 5000	2,85	3,42	4,11	4,93	5,91
2	5000-25000	2,85-2,49	3,42-2,99	4,11-3,59	4,93-4,30	5,91-5,16
3	25000-50000	—	—	3,59-2,96	4,30-3,55	5,16-4,26
4	50000-100000	—	—	2,96-2,14	3,55-2,75	4,26-3,08
5	100000-200000	—	—	—	2,57-1,76	3,08-2,11
6	200000-300000	—	—	—	1,76-1,31	2,11-1,57
7	300000-400000	—	—	—	1,31-1,04	1,57-1,25
8	400000-500000	—	—	—	1,04-0,93	1,25-1,11
9	500000-1000000	—	—	—	0,93-0,85	1,11-0,97
10	1000000-1500000	—	—	—	0,85-0,80	0,97-0,92
11	1500000-2000000	—	—	—	0,80-0,78	0,92-0,89
12	Понад 2000000	—	—	—	0,78	0,89

*) Проміжні значення визначаються методом інтерполяції

Оціночна орієнтовна вартість робіт розробки проекту впровадження когенераційної установки:

$$П = 11037 \cdot (0,032 - 0,0385) = 353 - 425 \text{ тис. грн}$$

У відповідності до того ж самого ДСТУ Б Д.1.1-7:2013 кошторисна вартість проектних робіт може бути визначена іншим методом – за кошторисами форми № 2-П з використанням «Збірників цін на вишукувальні роботи для капітального будівництва» (Москва 1982 р). Можуть бути використані такі розділи збірника цін на проектні роботи:



Нижче приведений орієнтовний кошторис на проекті роботи, що може бути складений на основі Збірника цін.

КОШТОРИС				
на розробку проектно-кошторисної документації на впровадження когенераційної установки				
Стадія «робочий проект».				
№ п/п	Характеристика підприємства, будівлі, споруди або виду робіт	№№ частин, глав, таблиць, параграфів і пунктів, аксіонів до Збірника цін на проектні та виконавчі роботи для будівництва	Розрахунок вартості	Вартість (грн.)
		Збірник цін на проектні роботи (ЗЦПР)		
1.1	Промислова експлуатаційна установка складного двигалопотужністю 1,2 МВт = 1200 кВт	розділ 1 таблиця 1-8 §4 K ₂ =1,06-одностадійне проектування K=1,07-ДСТУ Б.Д.1.1-7:2013 табл.Ж1 K=7,77-наказ Мінрегіону України від 1.07.2008 р. №97 K=1,25-установка котла-утилізатора	(19036+6,50x1200) x x 1,06 x 1,07 x 7,77 x 1,25	295623
1.2	Димова труба 1 шт	ЗЦПР, розділ 62 табл. 62-4 §1 K ₂ =1,06-одностадійне проектування K=7,77-наказ Мінрегіону України від 1.07.2008 р. №97 K=1,4-прям. до табл. 62-4 п.2	594 x 1,1 x 1,4 x 7,77	7 107
1.3	Виконання розробки ОБЕС	Кошторис №2	Форм. 3П	12425
1.4	Техніко-економічні розрахунки	Кошторис №3	Форм. 3П	7100
2	Всього			322255
3	ЦДВ	20%		64451,00
4	Всього за кошторисом			386706,00

За відсутності в Збірнику цін розцінок на проектування когенераційних установок може бути застосована розцінка розділу 1 «Електроенергетика» на проектування дизель-генератора потужністю 1200 кВт.

Дизельные электростанции						
Таблица 1-8						
№ п/п	Объект проектирования	Основной показатель объекта	Постоянные величины стоимости разработки рабочей документации, руб.		Отношение к стоимости разработки рабочей документации проекта K ₁	
			а	в		K ₂
1	ДЭС с дизель-генераторами с единичной мощностью от 24 до 200 кВт, при мощности станции от 24 до 400 кВт	1 кВт	2490	25,40	0,200	1,10
	ДЭС с дизель-генераторами единичной мощностью от 315 до 800 кВт, общей мощностью, кВт:					
2	От 315 до 1575	То же	7424	12,07	0,198	1,08
3	Св. 1575 до 6400	"	14291	7,71	0,135	1,06
	ДЭС с дизель-генераторами единичной мощностью от 1000 до 4000 кВт, общей мощностью, кВт:					
4	От 1000 до 10500	"	19036	6,50	0,130	1,06
5	Св. 10500 и более	"	35521	4,93	0,135	1,06
	ДЭС с дизель-генераторами единичной мощностью 5500 кВт и выше общей мощностью, кВт:					
6	От 5600 до 33600	1 кВт	56592	2,78	0,175	1,08

Згідно п.3 глави 1, розділу 1 пропонується застосувати коефіцієнт K=1,25, що враховує встановлення котла-утилізатора.

Пропозиція вартості проектних робіт не є остаточною – це розгляд 2-х методологій визначення вартості проектних робіт у відповідності до діючої нормативної бази.

Вартість проектних робіт має уточнюватись після знайомства з об'єктом, уточнення положень завдання на проектування та умов виконання робіт.