

## РОЗРАХУНОК ЕНЕРГОАКТИВНОЇ БУДІВЛІ

В останні роки проблемою для економіки країни взагалі і населення конкретно, постало постійне зростання цін на енергоресурси і, відповідно, послуги теплопостачаючих підприємств. В основі опалення та гарячого водопостачання (ГВП) лежить використання природного газу. В Україні газ власного видобутку складає 1/3 від загального споживання. Імпортований газ постачається в Україну, як, доречно, і до інших країн Європи, за монопольними цінами країн-експортерів, що не дозволяє бути спокійним за стан справ в майбутньому. Така ситуація обумовила різке зростання використання для потреб опалення, ГВП і кондиціонування електроенергії (теплові помпи, кондиціонери «тепло-холод») і нетрадиційних джерел енергії (сонячна, вітрова енергії, тощо). Цьому сприяє і відповідна державна політика більшості країн. Привабливість використання електроенергії та сонячної енергії в Україні обумовлюється як природними умовами, так і атомною та вугільною перспективами розвитку електро- теплогенеруючих галузей. Таке сполучення спонукало до появи відповідних технологій, у тому числі концепції ЕнергоАктивних Будівель - ЕАБ ("energy-active-buildings" – ЕАБ). Цій концепції відповідають енергоефективні будинки які можуть бути обладнані сонячними батареями, сонячними колекторами, тепловими помпами і сезонними акумуляторами тепла. Концепція базується на тій zasadі, що на поверхню житлового будинку потрапляє в теплий період року сонячної енергії в 10 разів більше за його потреби в опаленні та ГВП впродовж року. Ці дані справедливі для північних регіонів України та, звісно, за умов відповідності будівлі сучасним нормам теплозбереження. Сонячна тепла енергія, яка потрапляє на поверхню об'єкту, утилізується сонячними колекторами та акумулюється в сезонному тепловому акумуляторі (грунтовому чи водяному). Відповідно до потреб об'єкту, ця енергія використовується або безпосередньо (ГВП влітку), або за допомогою теплової помпи. Термічний коефіцієнт теплової помпи (відношення корисної теплової потужності до споживаної електричної потужності) завдяки підвищеній температурі теплоносія сезонного акумулятора збільшується у 1,5-2,5 рази, чим забезпечує економічний ефект від застосування концепції ЕАБ. Утилізація зазначеної сонячної енергії додатково зменшує навантаження і на систему кондиціонування. Перший етап розвитку цього напрямку почався в 70-х , 80-х роках минулого сторіччя. В [1] наведені приклади споруджених об'єктів в яких в тій чи іншій мірі реалізована ця концепція. Декілька років назад автором було розроблено, запатентовано та впроваджено до виробництва новий інноваційний продукт – геліопрофіль, що визнаний кращим винаходом України в 2005 році в галузі енергетики. Це будівельний формоутворюючий матеріал, що поєднує в собі властивості сонячного колектора з рідким та/або повітряним контурами теплоносія. Як варіант, повітряний контур можна використовувати для надання геліопрофілю теплоакуючих властивостей. В Дніпропетровську розміщено до виробництва геліопрофіль «ТЕПС» (дистрибуція та монтаж фірма «Інсолар ЮСВ» м.Дніпропетровськ), в Броварах Київської області – геліопрофіль «ФОТОН» (дистрибуція фірма «Дженерал Інвест» м.Київ, дистрибуція та будівництво - будівельні компанії «Сакті Плюс» м.Дніпропетровськ та «Патріаком» м.Львів). Загальна потужність виробництва до 800 тис. м<sup>2</sup> геліопрофілю за рік. Розглядається питання розміщення виробництва геліопрофілю «ФОТОН» в варіанті електрогеліопрофілю – з виробництвом теплової і електричної енергії. З використанням геліопрофілю можуть бути споруджені так звані енергоактивні огорожувальні будівельні конструкції (ЕАО) – енергоактивні покрівлі та фасади. Крім того, що вони складають відповідний конструктивний елемент будівлі, вони є однією з головних складових елементів комплексних систем енергозабезпечення об'єктів (КСЕЗ). Система забезпечує ГВП, опалення, вентиляцію та кондиціонування ЕАБ, і використовує електричну енергію та нетрадиційні джерела енергії –

енергію сонячного випромінювання, тепло ґрунта і повітря (навколишнього та викидного). Один з варіантів можливої КСЕЗ представлено в [2]. Наукові розробки в цьому напрямку проводяться в НДІ енергетики Дніпропетровського національного університету. Окремі елементи та системи концепції ЕАБ реалізуються і в Україні. Наприклад, при реконструкції будинку видавництва «Екоінформ» у центрі Львові (Рис.1). Триповерхова будівля австрійської рядної забудови була надбудована четвертим і п'ятим (мансардним) поверхами. Частина даху виготовлена як енергоактивна з повітряним і рідким контурами теплоносіїв. В підвалі будинку збудовано акумулятор тепла з твердим наповнювачем.



Рис.1 Енергоактивна будівля. м.Львів

В Дніпропетровську споруджено енергоактивний котедж, в якому частково реалізована концепція ЕАБ, обладнаного енергоактивним дахом площею близько 300 м<sup>2</sup>, тепловою помпою і сезонним ґрунтовим акумулятором тепла з 21 теплообмінною свердловиною. В пригороді Дніпропетровська будується енергоактивний котедж в якому передбачається використання енергоактивного даху, теплової помпи, сезонного ґрунтового акумулятора тепла, приплинно-викидної системи вентиляції з рекуператором тепла і ґрунтовим теплообмінником. Завершено спорудження «нульового» циклу з сезонним ґрунтовим акумулятором тепла. Він складається з залізобетонної плити товщиною 200-250 мм з системою пластикових теплообмінних труб (500м), змонтованої на глибині 2,4 м під котеджем, та 20-ти теплообмінних скважин (Рис.2). Розрахункова маса сезонного акумулятора тепла 4700 тон [3].



Рис.2 Сезонний ґрунтовий акумулятор тепла. с.Обухівка, Дніпропетровська обл.

Якщо з технічними аспектами реалізації концепції ЕАБ все більш менш зрозуміло, то з визначенням параметрів КСЕЗ та окремих елементів, алгоритму їх функціонування в узагальненому вигляді, є багато питань. Тому головним завданням при проектуванні КСЕЗ є коректний розрахунок її параметрів відповідно до цільової функції для кожного об'єкту. Такими, в залежності від призначення об'єкту, можуть бути, наприклад, мінімізація разових (капітальних) витрат при впровадженні концепції ЕАБ, мінімізація поточних експлуатаційних витрат по теплозабезпеченню будівлі, або мінімізація разових та експлуатаційних витрат впродовж розрахункового терміну. Нараз, відомі методики розрахунку теплового балансу енергоактивних будівель і їх систем енергопостачання, наприклад [4]. Та вони не завжди дають можливість комплексного моделювання сумісної роботи будівлі та системи КСЕЗ впродовж одного – декількох років, та перевантажені детальними розрахунками окремих параметрів, які б можна було врахувати в опосередкованому вигляді.

В рамках даної статті пропонується до розгляду розрахунковий механізм реалізований засобами Excel під назвою «Енергоактивна будівля (ЕАБ)» [5]. Узагальнений алгоритм розрахунку складається з трьох розрахункових механізмів: сумісного моделювання процесів утилізації сонячного випромінювання енергоактивною огорожувальною будівельною конструкцією і процесу зарядки ґрунтового САТ, моделювання теплоспоживання об'єкту впродовж року, моделювання роботи теплової помпи (ТП) впродовж року. В узагальненому алгоритмі враховуються кліматичні, геометричні, фізико-механічні параметри КСЕЗ в цілому та окремих її елементів. Математичне моделювання роботи КСЕЗ впродовж першого з

початку експлуатації і наступних років дозволяє оптимізувати її параметри в залежності від цільової функції.

Рішення задачі моделювання процесів утилізації сонячного випромінювання ЕАО і процесу зарядки ґрунтового САТ з урахуванням їх тепловтрат викладено в [6]. Добове (впродовж світлового дня) моделювання оптимального алгоритму з урахуванням введених параметрів базується на взаємній оптимізації теплопродуктивності ЕАО і потужності зарядки САТ. В розрахунках враховуються: крок, глибина теплообмінних скважин САТ і схема їх розташування; матеріал, радіус і товщина стінки труби теплообмінника; теплофізичні характеристики ґрунту і температура його віддаленого об'єму; площа, кут нахилу до горизонту, азимут від напрямку на південь і географічне положення ЕАО; розрахунковий коефіцієнт тепловтрат ЕАО, коефіцієнт сприйняття сонячної енергії геліопрофілем. Добове моделювання миттєвої потужності ЕАО проводиться з використання розрахункового механізму програми «Инсоляция-Украина» [7].

Моделювання теплоспоживання об'єкту впродовж року розглянуто як суму двох складових – постійної та перемінної. Під постійною складовою мається на увазі в першу чергу споживання тепла для потреб ГВП. Її розмір обумовлюється призначенням будівлі та врегульований відповідною нормативно-технічною документацією. Для житлового будинку він залежить від кількості мешканців та санітарних норм споживання гарячої води. Для розрахунку перемінної складової теплоспоживання використано узагальнений розрахунковий механізм, що базується на використанні розрахункового значення пікового тепло навантаження будівлі для даної кліматичної зони, помісячних значень зовнішньої температури повітря та вентиляційної тепловтрат. Пікове тепло навантаження може задаватись безпосередньо, або опосередковано, через питомі тепловтрати на одиницю опалювальної площі будівлі.

Моделювання роботи теплової помпи, тобто залежності термічного коефіцієнту від температури теплоносія САТ та заданих значень температури системи опалення та електричної потужності компресору, проводилось з урахуванням їх робочих характеристик, зазначених в паспортних даних [8]. Відмова від використання теоретичних підходів зумовлена неоднозначністю величини запропонованого коефіцієнта корисної дії для умов розрахунку конкретного об'єкту.

В зв'язку з взаємопов'язаністю значень параметрів теплопродуктивності ЕАО, потужності зарядки САТ та тепловтрат САТ, моделювання розрахунку відповідно до узагальненого алгоритму проводиться шляхом поступового наближення. Результатами розрахунку є розрахунок витрат на електроенергію спожитою тепловою помпою та електрокотлом для заданої розрахункової моделі об'єкту, його системи енергозабезпечення та їх окремих компонентів. Слід зауважити, що найбільш цікавим, з економічної точки зору, результатом розрахунків є варіант розрахункової моделі, за якої реалізується принцип т.зв. «прямого нагріву» - безпосереднього використання накопиченого в САТ тепла для низькотемпературної системи опалення.

Розрахунок КСЕЗ виконується з використанням трьох робочих терміналів. Через термінал «Технічні параметри» вводяться наступні параметри (Рис.3):

1. «Характеристики енергоактивної будівлі (ЕАБ)»: нормовані тепловтрати, опалювальна площа, кількість опалювальних поверхів. На термінал виводяться проміжні розрахункові результати: пікове тепло навантаження, приведена площа ділянки.
2. «Енергоактивна огорожувальна будівельна конструкція (ЕАО)»: коефіцієнт тепловтрат ЕАО, коефіцієнт поглинання сонячного випромінювання ГП, коефіцієнт пропускання прозорої теплоізоляції, коефіцієнт нахилу функції конструктивного коефіцієнту ГП, константа функції конструктивного коефіцієнту ГП. На термінал



виводяться проміжні розрахункові результати: конструктивний коефіцієнт геліопрофілю, коефіцієнт сприйняття сонячного випромінювання.

3. «Сезонний ґрунтовий акумулятор тепла (САТ)»: зовнішній діаметр труби теплообмінника (ТО), товщина стінки труби теплообмінника, коефіцієнт теплопровідності труби теплообмінника, коефіцієнт теплопровідності ґрунту, температура віддаленого об'єму ґрунту, щільність ґрунту, теплоємність ґрунту, різниця температур теплоносія на вході/виході САТ, різниця температур теплоносія на вході/виході ТО, максимальна температура теплоносія в САТ.
4. «Теплова помпа (ТП)»: температура системи опалення, значення термічного коефіцієнту при двох значення температури теплоносія низько потенціального джерела.

СЕЗОННИЙ ГРУНТОВИЙ АКУМУЛЯТОР ТЕПЛА (САТ)			ТЕПЛОВА ПОМПА (ТП)		
0,05 м	$r_{to}$	зовнішній діаметр труби теплообмінника	0 °C	В	низькопотенціальне джерело
0,0046 м	$\delta_{to}$	товщина стінки труби теплообмінника	4,57	Ктн	термічний коефіцієнт
0,23 Вт/(м°C)	$\lambda_{to}$	коефіцієнт теплопровідності труби теплообмінника	15 °C	W	система опалення
1,5 Вт/(м°C)	$\lambda_{gr}$	коефіцієнт теплопровідності ґрунту	6	Кто	термічний коефіцієнт
12 °C	$T_o$	температура віддаленого об'єму ґрунту	35 °C	Топ	температура системи опалення
1700 Кг/м <sup>3</sup>	$\rho_{gr}$	щільність ґрунту	перевірка		
1230 Дж/кг°C	$C_{gr}$	теплоємність ґрунту	В	Кт	
4 °C	$\Delta T_{cat}$	різниця температур теплоносія на вх/вих САТ	40	8,38	
4 °C	$\Delta T_{to}$	різниця температур теплоносія на вх/вих ТО			
60 °C	$T_{max}$	max температура теплоносія в САТ			
ЕНЕРГОАКТИВНА ОГОРОДЖУВАЛЬНА БУДІВЕЛЬНА КОНСТРУКЦІЯ (ЕАО)			ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕНЕРГОАКТИВНОЇ БУДІВЛІ (ЕАБ)		
8 Вт/(м°C)	$K_{за}$	коефіцієнт тепловтрат ЕАО	30	Вт/м <sup>2</sup>	Нормовані тепловтрати
0,77	$\gamma_{сп}$	коефіцієнт сприйняття сонячного випромінювання	263	м <sup>2</sup>	Опалювальна площа
0,85		коефіцієнт поглинання сонячного випромінювання ГП	7,9	КВт	Пікове тепловантаження
0,9		коефіцієнт пропускання прозорої теплоізоляції	2		Кількість поверхів (опалювальних)
0,8519	$\xi_{лк}$	конструктивний коефіцієнт геліопрофілю (ГП)	132	м <sup>2</sup>	Приведена площа ділянки
-0,0179		коефіцієнт нахилу			
0,9951		константа			

Рис.3 Технічні параметри

Через термінал «Термінал САТ» (Рис.4) вводяться наступні параметри: регіон (обласний центр), постійне тепловантаження, площа енергоактивної огорожувальної конструкції (ЕАОК), азимут ЕАОК від півдня, кут нахилу ЕАОК до горизонту, план розміщення свердловин (А x В), глибина свердловин, крок свердловин, початкова температура ґрунту САТ.

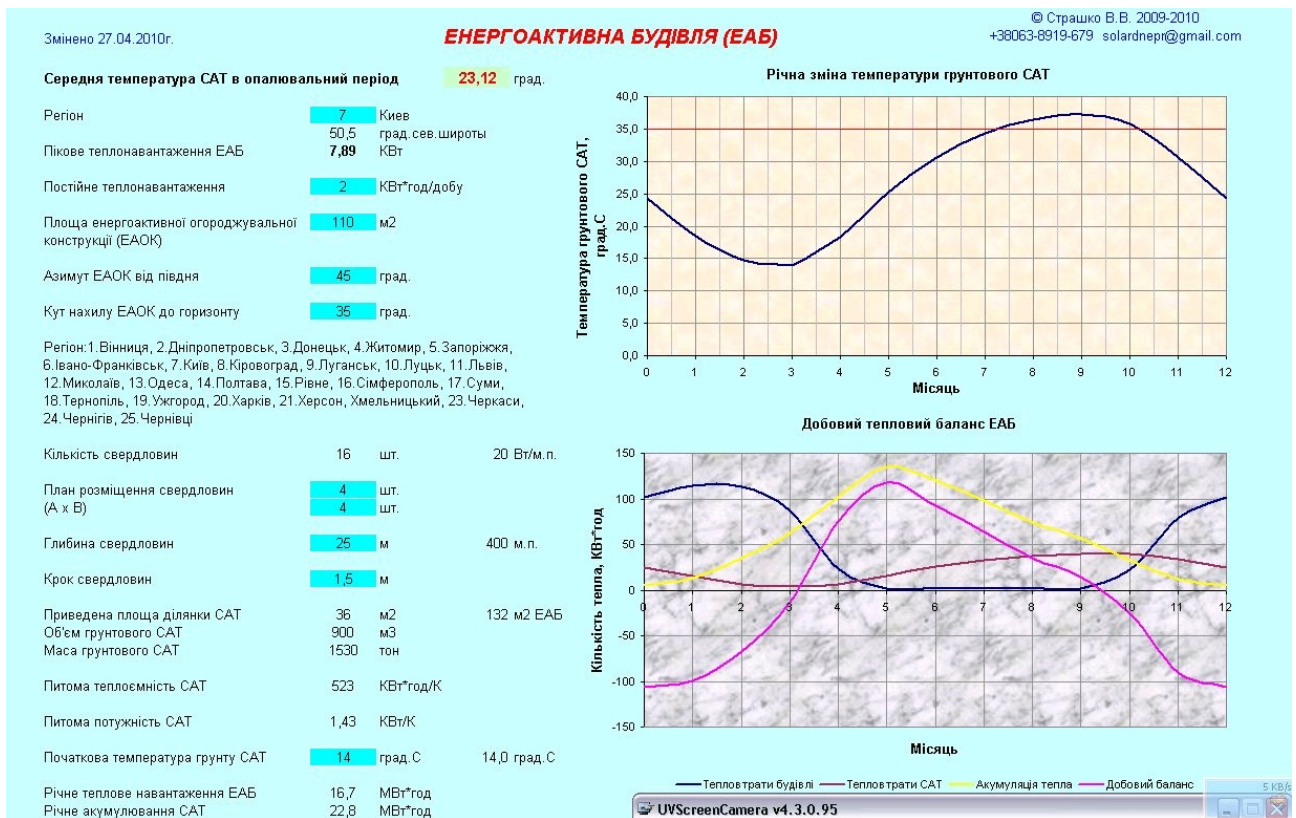


Рис.4 Термінал САТ

На термінал виводяться проміжні розрахункові результати: обласний центр регіону, широта обласного центру, кількість свердловин, приведена площа ділянки САТ, об'єм ґрунтового САТ, маса ґрунтового САТ, питома теплоємність САТ, питома потужність САТ, річне теплове навантаження ЕАБ, річне акумулювання САТ.

Додатково на термінал виводяться графіки:

1. «Річна зміна температури ґрунтового САТ».
2. «Добовий тепловий баланс ЕАБ», де наводяться тепловтрати будівлі, тепловтрати САТ, акумуляція тепла і добовий баланс.

Через термінал «Термінал ТП» (Рис.5) вводяться значення електричної потужності ТП, тариф електроенергії та «нічний тариф». На термінал виводяться наступні розрахункові величини:

1. Потужність пікового догрівача.
2. Річні витрати на електроенергію спожиту ТП.
3. Річні витрати на електроенергію спожиту ТП в опалювальний період.
4. Річні витрати на електроенергію спожиту ТП в опалювальний період з урахуванням «прямого нагріву».
5. Річні витрати на електроенергію спожиту ТП з урахуванням «нічного тарифу».
6. Річні витрати на електроенергію спожиту ТП в опалювальний період з урахуванням «нічного тарифу».

7. Річні витрати на електроенергію спожиту ТП в опалювальний період з урахуванням «прямого нагріву» і «нічного тарифу».
8. Порівняльне річне споживання енергії електрокотлом.
9. Порівняльне річне споживання енергії електрокотлом з урахуванням «нічного тарифу».
10. Мінімальна потужність електрокотла.
11. Мінімальна потужність електрокотла тільки при роботі в режимі «нічного тарифу».

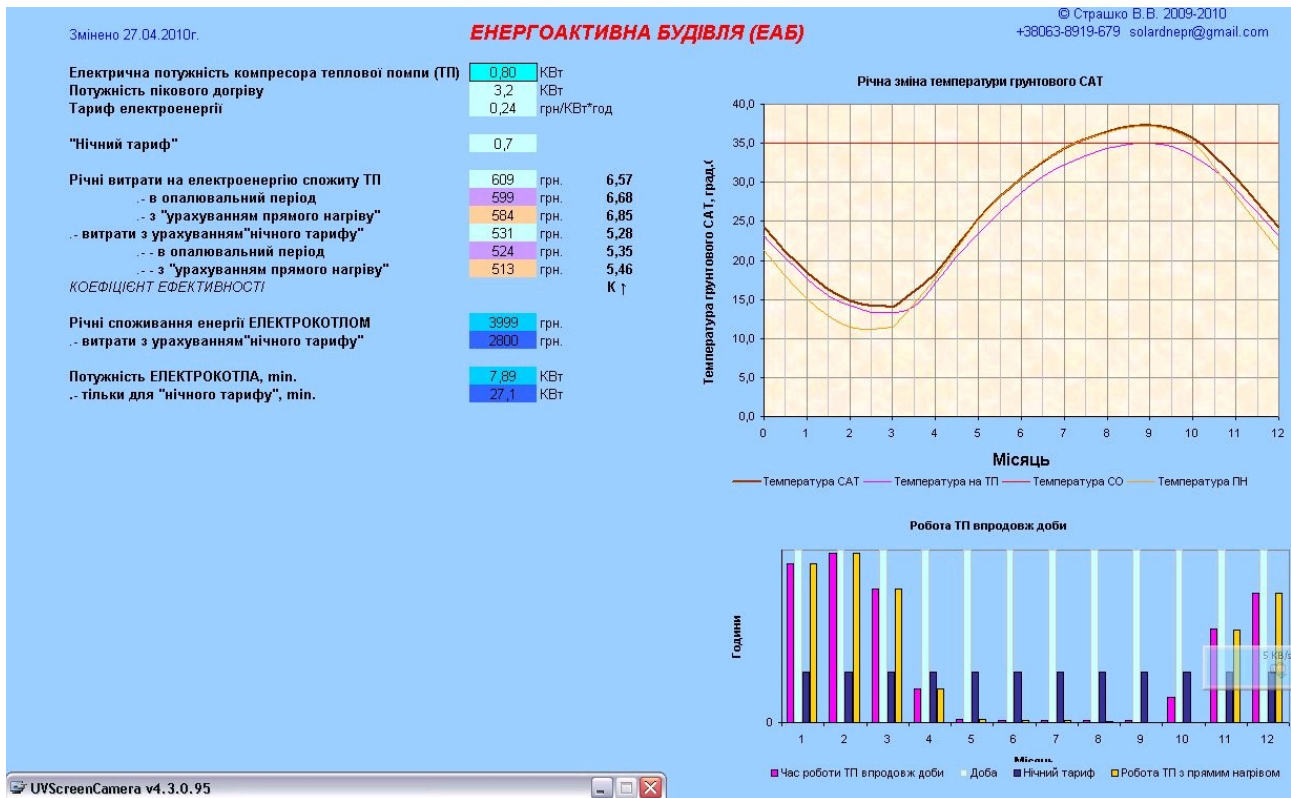


Рис.5 Термінал ТП

Додатково на термінал виводяться графіки:

3. «Річна зміна температури ґрунтового САТ», де наводяться температура САТ, температура теплоносія на випарнику ТП, температура системи опалення, температура САТ для роботи в режимі «прямого нагріву».
4. «Робота ТП впродовж доби», де наводяться час роботи ТП впродовж доби, довжина «нічного тарифу» та доби, час роботи ТП в режимі «прямого нагріву».

Для прикладу наведено результати розрахунку енергоактивного котеджу опалювальною площею 263м<sup>2</sup>, розташованого в Київській області. Приклад узятий з каталогу проектів (Рис.6).



Рис.6 Розрахункова модель енергоактивного котеджу

Конструктив котеджу не має принципового значення, це може бути варіант закладений у проекті, технологія канадського дому, легкі сталеві каркаси, тощо. Для розрахунку були прийняті наступні вихідні параметри:

1. ЕАОК – східний схил даху (фасад будівлі обернений на північ):
  - 1.1. Доступна для потреб утилізації сонячної енергії площа – 36м<sup>2</sup> (5,5м×6,5м) та 75м<sup>2</sup> (7,5м×10м). В сумі 110м<sup>2</sup>.
  - 1.2. Азимут від напрямку на південь – 45град.(Пд-Сх).
  - 1.3. Кут нахилу до горизонту – 35град.
  - 1.4. Коефіцієнт тепловтрат – 8Вт/(м<sup>2</sup>·К).
  - 1.5. Коефіцієнт поглинання сонячного випромінювання – 0,85.
  - 1.6. Коефіцієнт пропускання прозорої теплоізоляції – 0,9.
  - 1.7. Конструктивний коефіцієнт геліопрофілю – 0,85.
  
2. Енергоактивний котедж:
  - 2.1. Опалювальна площа – 263м<sup>2</sup>.
  - 2.2. Тепловтрати – 30Вт/м<sup>2</sup>.
  - 2.3. Кількість опалювальних поверхів – 2.
  
3. САТ – сезонний ґрунтовий акумулятор тепла:
  - 3.1. Зовнішній діаметр труби теплообмінника – 0,05м.
  - 3.2. Товщина стінки труби теплообмінника – 0,0046м.
  - 3.3. Коефіцієнт теплопровідності матеріалу труби теплообмінника – 0,23Вт/(м·К).
  - 3.4. Коефіцієнт теплопровідності ґрунту – 1,5Вт/(м·К).
  - 3.5. Температура віддаленого об'єму ґрунту - 12°C.



- 3.6. Щільність ґрунту – 1700кг/м<sup>2</sup>.
  - 3.7. Теплоємність ґрунту – 1230Дж/(кг·К).
  - 3.8. Різниця температур на вх./вих. САТ - 4°С.
  - 3.9. Різниця температур на вх./вих. теплообміннику - 4°С.
  - 3.10. Максимальна температура теплоносія - 60°С.
- 
- 4. Електромережа:
  - 4.1. Напруга – 220В, частота змінного струму – 50Гц.
  - 4.2. Тариф – 0,24грн/КВт·год.
  - 4.3. «Нічний тариф» - 0,7.

В якості джерела теплової енергії передбачається використання геотермальної ТП «розсіл – вода» з технічними характеристиками, характер взаємовпливу яких між собою відповідає даним, наведеним в технічному паспорті ТП фірми «Віссман».

Наведемо результати розрахунків.

Шляхом послідовного наближення вибрана система теплообмінних свердловин САТ з 16 штук розташованих у плані 4 x 4, робочою глибиною 25м та кроком 1,5м. Електрична потужність ТП – 0,8КВт. Потужність пікового догрівача 3,2КВт. Для випадку використання електродкотла, його мінімальна потужність складає 7,9КВт, а при застосуванні «нічного тарифу» - 27,1КВт. Розрахунок показує, що розрахункове навантаження на електромережу для ЕАБ практично не потребує виконання нового підводу, або встановлення додаткової районної трансформаторної підстанції. В цьому випадку найбільш доцільним виглядає використання в якості пікового догрівача комину або котла на твердому паливі. Для даного варіанту коефіцієнт ефективності (відношення вартості електроенергії споживаної електродкотлом до спожитої тепловою помпою) 6,57 та 6,85 з урахуванням «прямого нагріву». В нашому випадку, пріорітетним було вибране використання ТП якомога меншої потужності (і, відповідно, вартості), тому застосування «нічного тарифу» менш вигідне – коефіцієнт ефективності 5,28 і 5,46 відповідно.

На Рис.7 зображено графіки потужності сонячного випромінювання, що надходить впродовж доби на ЕАОК (енергоактивних дах) на 15-те число кожного місяця при безхмарному небі. Розрахунок проведено з використанням програми «Инсоляция – Украина» [7].

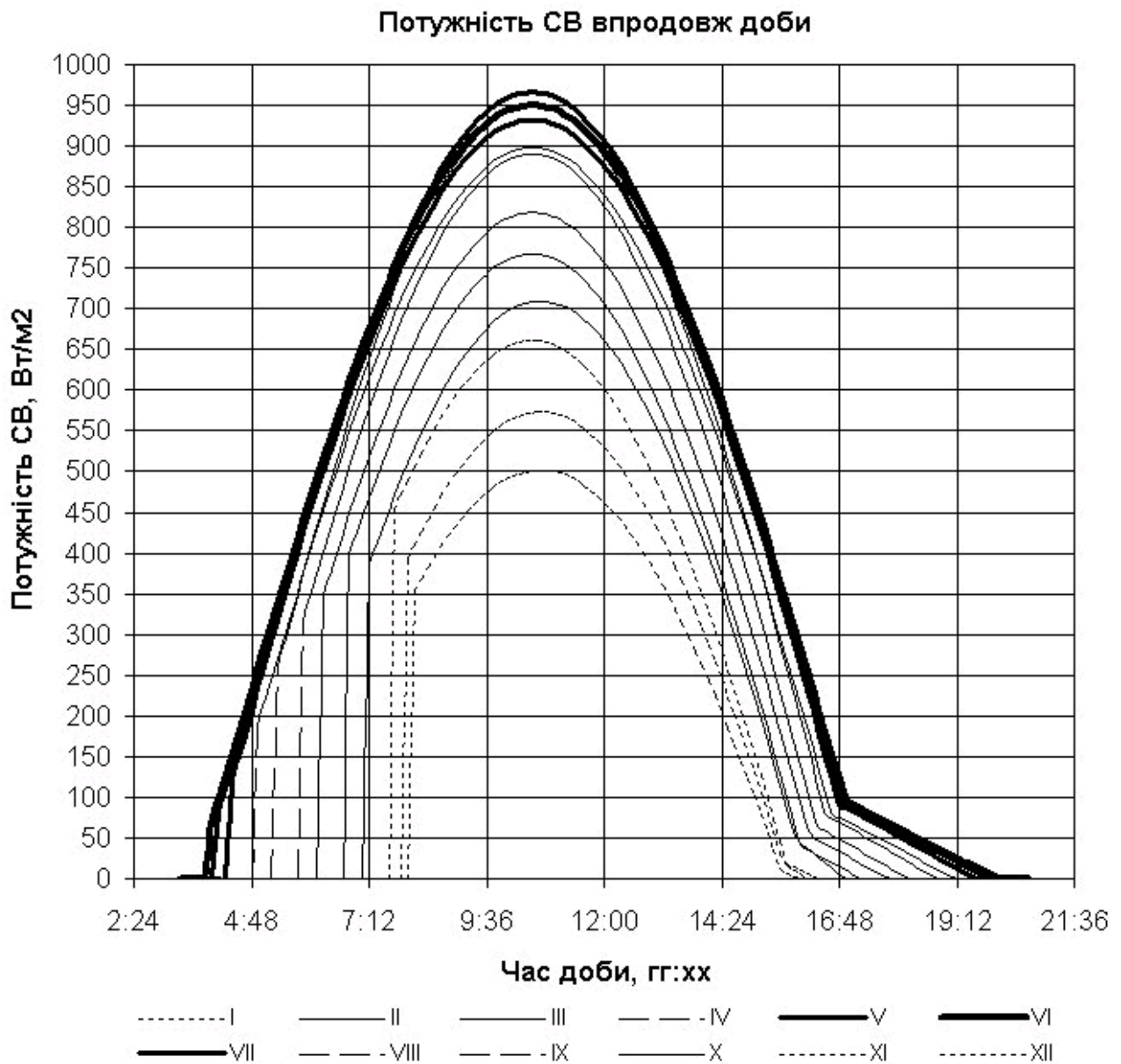


Рис.7 Додаткова зміна потужності сонячного випромінювання

На Рис.8 зображено річні зміни температури САТ впродовж 3-х років. Як видно з графіків, термін виходу системи в сталий режим роботи складає 2 роки.

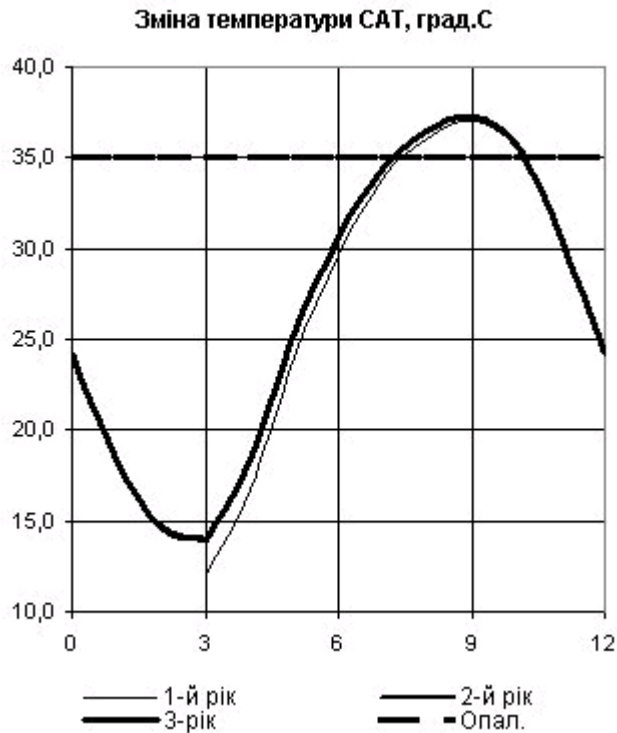


Рис.8 Зміна температури САТ впродовж перших 3-х років роботи

На Рис.9 зображено графіки річної зміни температур САТ, теплоносія на вході випарника ТП, теплоносія в режимі «прямого нагріву», опалення. Аналіз графіків показує, що в жовтні температура теплоносія САТ дозволяє використовувати режим «прямого нагріву», тобто не включати компресор ТП.

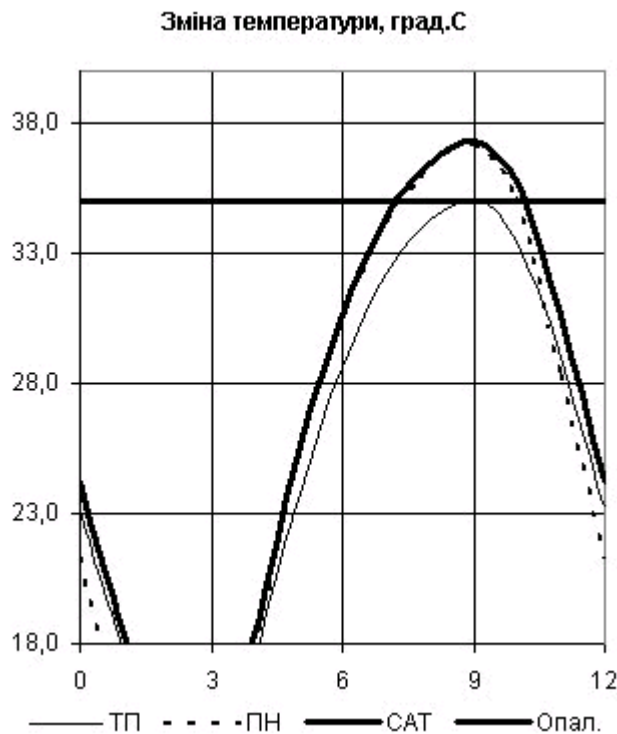


Рис.9 Річна зміна температур САТ, теплоносія на випарнику ТП, теплоносія в режимі «прямого нагріву», опалення

На Рис.10 зображено графіки зміни добових теплових параметрів системи впродовж року в сталому режимі роботи – тепловтрат об’єкту, тепловтрат САТ, зарядки САТ та загального добового балансу об’єкту.

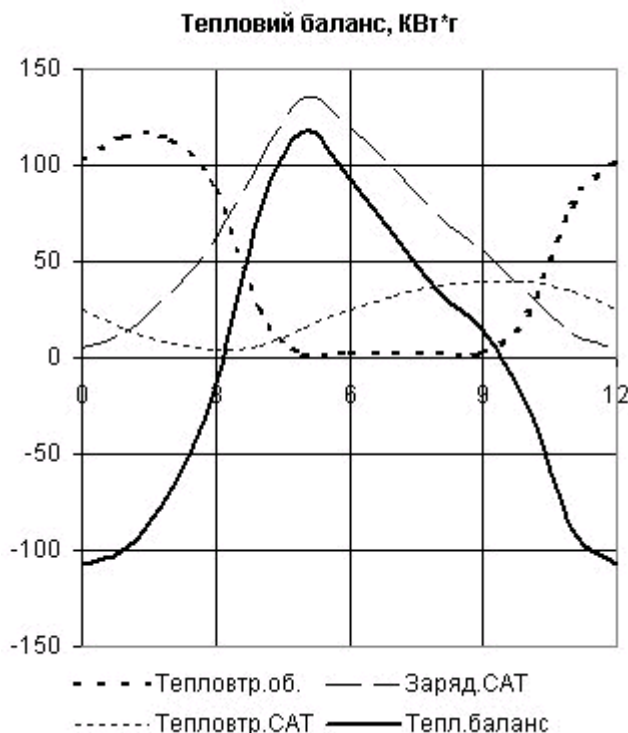


Рис.10 Тепловий баланс

На Рис.11 наведені часові діаграми роботи ТП впродовж доби на 15-те число кожного місяця, в тому числі в режимі «прямого нагріву». Для інформаційності приведені довжина доби та час дії «нічного тарифу». У жовтні час добової роботи ТП в режимі «прямого нагріву» дорівнює нулю.

Проміжні розрахункові результати наступні:

1. Пікове теплонавантаження – 7,9КВт. Сумарно враховує тепловтрати через огорожувальні будівельні конструкції та вентиляційні тепловтрати.
2. Приведена площа ділянки – 132м<sup>2</sup>. Площа забудови – характеризує теплоізольовану площу «верху» САТ.
3. Коефіцієнт сприйняття сонячного випромінювання – 0,77. Коефіцієнт поглинання сонячного випромінювання теплопоглинальною поверхнею геліопрофілю та коефіцієнт пропускання прозорої теплоізоляції.
4. Обласний центр регіону – Київ.
5. Широта обласного центру – 50,5<sup>0</sup>пч.ш.
6. Кількість свердловин – 16шт.
7. Загальна довжина теплообмінних свердловин – 400м.
8. Приведена площа ділянки САТ – 36м<sup>2</sup>. Площа «верху» та «дна» САТ.
9. Об’єм ґрунтового САТ – 900м<sup>3</sup>.
10. Маса ґрунтового САТ – 1530тонн.



11. Питома теплоємність САТ – 523КВт·год/К.
12. Питома потужність САТ – 1,43КВт/К.
13. Річне теплове навантаження ЕАБ – 16,7МВт·год.
14. Річне акумулявання САТ – 22,8МВт·год.

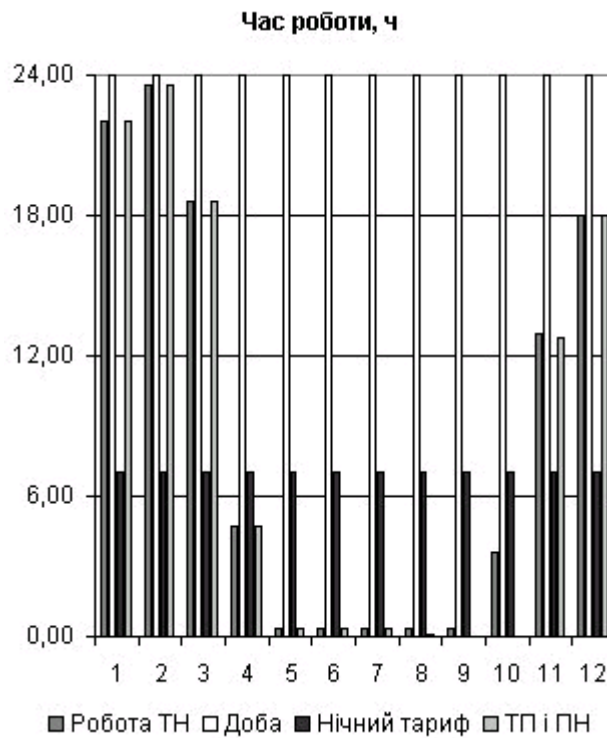


Рис.11 Час роботи ТП впродовж доби

Наведені результати характеризують один з варіантів розрахунку, та не являються обов'язково оптимальними. Застосування наведеного механізму розрахунку параметрів комплексної системи енергозабезпечення будинку відкриває можливість масового впровадження концепції «енергоактивних будівель» при будівництві нових та реновації існуючих будівель. Це призведе до можливості заміни використання газу в побуті та комунальному господарстві на електроенергію і нетрадиційних джерел енергії, що дозволить зменшити залежність України від імпортованого природного газу та фінансове навантаження на сімейні бюджети її громадян.

## Список літератури

1. Казанджан Б.И. Современные системы солнечного теплоснабжения. ж. Энергия. - №12, 2005г.
2. Страшко В.В. Сонячний дах із геліопрофілю ТЕПС: комплексне рішення питань гарячого водопостачання, опалення, вентиляції та кондиціонування об'єктів // Будівництво України. – 2006. - №1. – С. 10-16.
3. Страшко В.В. Энергоактивный коттедж: сезонный аккумулятор тепла. Реконструкція житла. – Вип.9 – 2008. – К.: Нора-Друк, 2008. – С. 285-294.
4. Promti.ru - Методика расчета теплового баланса энергоактивных зданий и их систем энергоснабжения. - <http://homepages.irk.ru/tgv/Otchet2.htm>
5. „Енергоактивна будівля (ЕАБ)”. Програма розрахунку системи енергозабезпечення енергоактивної будівлі /© Страшко В.В. 2009 – 2010.
6. Страшко В.В. Совместная работа энергоактивной ограждающей конструкции и грунтового сезонного аккумулятора тепла в режиме зарядки ж. Энерготехнологии и ресурсосбережение. - №5, 2009. – С. 31-37.
7. „Инсоляция – Украина”. Программа для расчёта суммарной солнечной радиации, поступающей на произвольно - ориентированную наклонную поверхность в условиях Украины. /© Страшко В.В. 2004 – 2009.
8. Vitocal 300/350 Тепловые насосы. Технический паспорт. 5829 119-3 GUS 4/2003.