

ТЕХНОЛОГІЯ TERRA-SOL – ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

TERRA-SOL construction method – utilizing of solar energy

Нині приблизно 40% від усіх енергоресурсів (нафти, природного газу, вугілля тощо) використовується для потреб опалення і кондиціонування повітря у приміщеннях — житлових, виробничих тощо. Це — невиправдана розкіш за наявності екологічно безпечних та економічно вигідних альтернатив.

У цій статті проаналізовано будівельну технологію Terra-Sol, яка полягає у використанні сонячної енергії, “зібраної” з поверхонь будинку (даху й зовнішніх стін), акумуляції цієї енергії в ґрунті під будинком і використанні її в системах обігрівання, охолодження та вентиляції приміщень. Збирання сонячного випромінювання, передача його до підземного акумулятора тепла, обігрівання чи охолодження стін і даху відбувається за допомогою прихованої мережі пластикових труб, заповнених водою.

Вода в трубах нагрівається сонцем на даху до температури 80°C і подається в акумулятор тепла, розподілений на температурні зони відповідною системою керування. Вода температурою понад 35°C служить для попереднього підігріву теплої води в будинку, а вода температурою +15–34°C використовується на обігрівання зовнішніх стін. Охолоджувальний контур (розташований поза межами будинку) використовує відносно стабільну температуру ґрунту 7–14°C. Він придатний і для охолодження зовнішніх стін будівель влітку.

Для додаткової вентиляції приміщень може використовуватись система “труба в трубі”, прокладена під будинком. Повітря з приміщень виходить назовні через трубу більшого діаметра, в якій прокладено трубу меншого діаметра, через котру свіже повітря подається в протилежному напрямку. За відповідного підбору довжини труб теплообмін сягає 98%.

На рисунках 2–5 наведено приклади розташування труб в ґрунті під тілом фундаменту, а також на даху будинку. Все необхідне обладнання системи складається із двох циркуляційних pomp та кількох кульових кранів.

Розглянемо стіну в перерізі. На рисунку 7 показано стіну, що складається із бетонної плити товщиною 15 см з інтегрованим термобар’єром і вкритій термоізоляцією (PS 15, SE 040) завтовшки 7,5 см з кожного боку. Стіна нагріватиметься завдяки прокладеним у ній трубам з водою до температури 14–18°C залежно від температури акумулятора тепла. Отже, втрати тепла визначатимуться лише різницею між температурою всередині приміщення і температурою термобар’єра. Для звичайної стіни втрати тепла визначаються різницею температур всередині і зовні приміщення. Особливу увагу слід приділити постачанню енергії до акумулятора тепла від дахових абсорберів і взимку.

Безпосереднє порівняння стіни без термобар’єра зі стіною, обладнаною термобар’єром 18°C, свідчить, що втрати тепла $Q_{\text{ст}}^{\text{в}}/t$ знизилися з 21,02 до 3,28 кВт/міс. на 1 м² поверхні стіни. Це відповідає зменшенню на 81% витрат тепла на обігрівання відносно до тепловтрат на зовнішній стіні.

Температуру термобар’єра по місяцях і на весь опалювальний період прийнято сталою лише для зручності розрахунків. На практиці температура буде постійно змінюватись, присто-

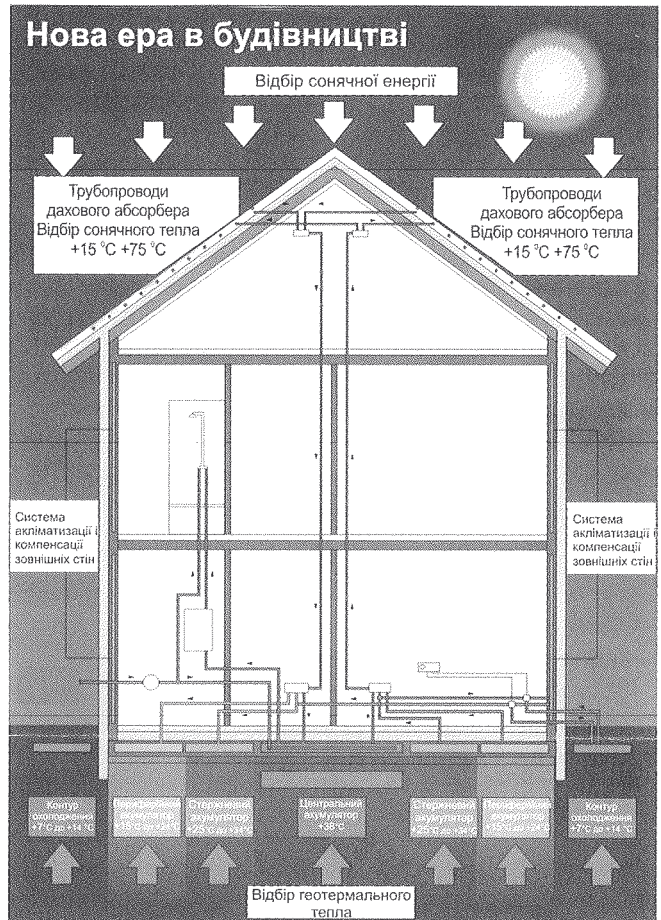


Рис. 1



Рис. 2

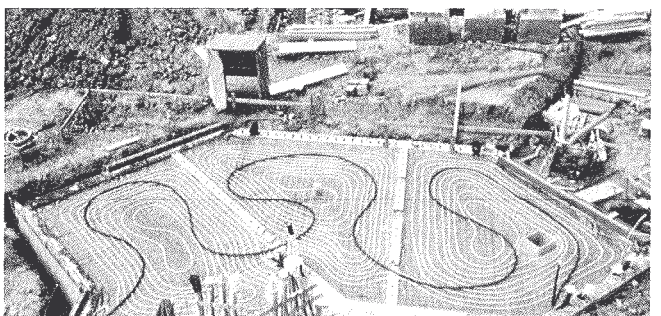


Рис. 3

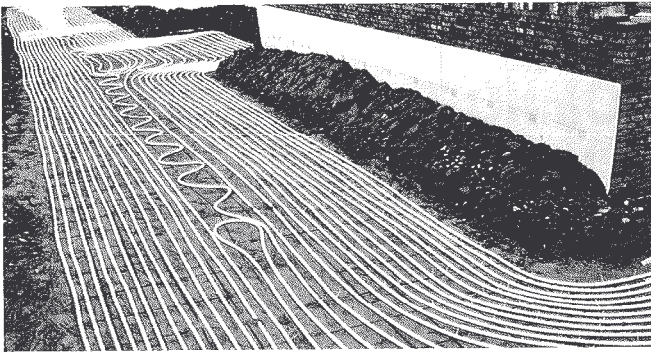


Рис. 4

совуючись до потреб залежно від зовнішньої температури. Це стосується як обігрівання, так і охолодження будинку.

Розглянемо індивідуальний одноповерховий будинок з підвалом та мансардою і двохстилим дахом. Загальна площа — 88 м², обігрівальний об'єм — 787 м³.



Рис. 5

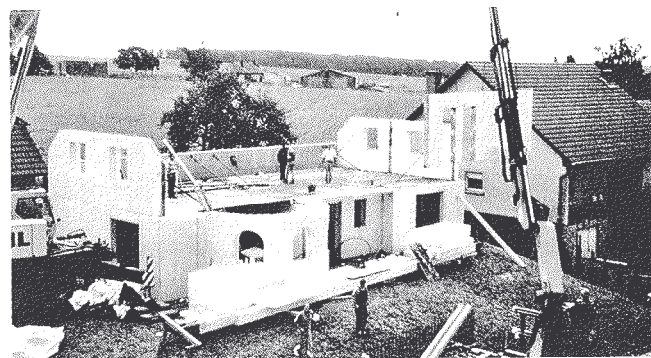


Рис. 6

Компоненти: Дах $U = 0,18 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$

Вікна, двері $U = 1,40 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$

Частка вікон 17%

Містки холоду U допуск $0,05 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$.

Для розрахунків будівель за технологією Terra-Sol прийнято $U = 0,50 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ за "половинної" товщини стіни з постійною температурою термобар'єра 18°C і системою рекуперації тепла "труба в трубі" з ККД 96–98%.

Приймаючи за основу наведені вище параметри, потребу в теплі для обігрівання індивідуального будинку розраховують таким чином:

Зовнішні стіни без термобар'єра:

$Q_h = 15,488 \text{ кВт}\cdot\text{год/рік}$.

Зовнішні стіни з термобар'єром $+18^\circ\text{C}$, WRG:

$Q_h = 4,412 \text{ кВт}\cdot\text{год/рік}$.

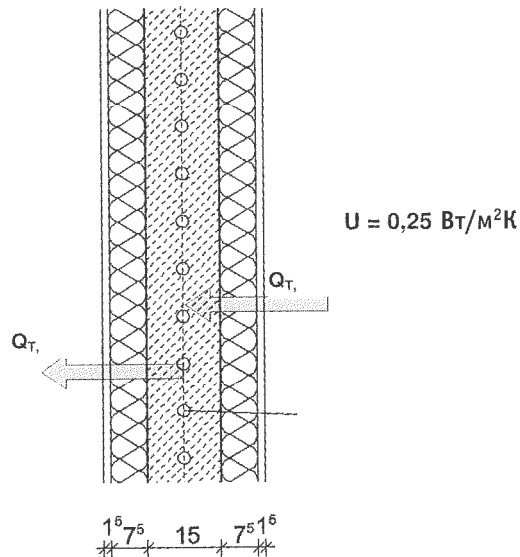


Рис. 7.

В розрахунку на корисну площу будинку $A_M = 255 \text{ м}^2$:

зовнішні стіни без термобар'єра

$Q_h = 60,7 \text{ кВт}\cdot\text{год/м}^2\cdot\text{рік}$

зовнішні стіни з термобар'єром 18°C , WRG

$Q_h = 17,3 \text{ кВт}\cdot\text{год/м}^2\cdot\text{рік}$.

Виходячи з цих розрахунків, можна дійти висновку, що річна потреба у теплі для обігрівання будинку за технологією Terra-Sol (з термобар'єром і системою рекуперації тепла "труба в трубі") приблизно дорівнює потребі за стандартом пасивного будівництва з річною потребою у теплі для обігрівання $q_h = 15 \text{ кВт}\cdot\text{год/м}^2$.

Досягти зниження потреб у теплі для обігрівання приблизно до $10 \text{ кВт}\cdot\text{год/м}^2$ і менше можна, застосовуючи вікна й двері з меншим коефіцієнтом U та технологію Terra-Sol при звичайній товщині термоізоляції. Слід звернути увагу, що вартість будівництва за технологією Terra-Sol нижча, ніж традиційного будівництва, зокрема завдяки відсутності потреби в термоізоляції значної товщини і дорогих вікон з дуже малим значенням U .

Технологія Terra-Sol вже успішно застосовується у таких країнах як Люксембург, Індія та Китай. Один з таких будинків споруджений в Люксембурзі у 2000 році. Стіни 1,5-поверхового будинку загальною площею 175 м^2 з легкого бетону товщиною 15 см та з термоізоляцією $7,5 \text{ см}$ з кожного боку.

Отримані дані вимірювань яскраво підтверджують теоретичні розрахунки.

Товщина термоізоляції для такого типу індивідуальних будинків буде оптимізуватись відповідно до кількості отриманої сонячної енергії. У поточному проекті застосовано ізоляцію товщиною 5 см і додатково — термобар'єр, встановлений також на даху досить значної площі. Це дасть змогу завдяки термобар'єру досягти комфортних температур у приміщеннях з малою поверхнею зовнішніх стін або зовсім без них.

Можна згадати чимало реалізованих проектів використання сонячної енергетики у поєднанні з геотермальною у всіх кліматичних зонах, що підтверджує їх ефективність та економічність. Безсумнівно, ще будуть потрібні численні дослідження та розрахунки процесів теплообміну й оптимізації товщини термоізоляції, але вже тепер набутий досвід дає можливість застосовувати енергоощадну та безпечну для довкілля технологію Terra-Sol.