



## Супер Енциклопедія Теплових Насосів

### Зміст

1. Вступ: Революція в Опаленні та Охолодженні
2. Основи Теплових Насосів: Як Це Працює?
  - 2.1. Що таке тепловий насос?
  - 2.2. Принцип роботи: Холодильний цикл
  - 2.3. Ключові показники ефективності: COP, EER, SCOP, SEER
  - 2.4. Основні компоненти теплового насоса
3. Типи Теплових Насосів: Вибираємо Найкращий Джерело
  - 3.1. Повітряні теплові насоси (Air Source Heat Pumps)
    - 3.1.1. Повітря-Повітря (Air-to-Air)
    - 3.1.2. Повітря-Вода (Air-to-Water)
    - 3.1.3. Моноблочні та спліт-системи
  - 3.2. Геотермальні теплові насоси (Ground Source Heat Pumps)
    - 3.2.1. Ґрунт-Вода (Closed Loop): Горизонтальні та Вертикальні колектори
    - 3.2.2. Вода-Вода (Open Loop)
  - 3.3. Водяні теплові насоси (Water Source Heat Pumps)
  - 3.4. Теплові насоси для гарячого водопостачання (DHW Heat Pumps)
  - 3.5. Гібридні системи теплових насосів
4. Вибір Теплового Насоса: Від Проекту До Замовлення
  - 4.1. Оцінка потреб: Розмір будинку, теплові втрати
  - 4.2. Фактори вибору джерела тепла
  - 4.3. Розрахунок необхідної потужності: Теплотехнічний розрахунок
  - 4.4. Порівняння типів теплових насосів: Переваги та недоліки

о 4.5. Який тип теплового насоса підходить саме вам? (Погляд спеціаліста з продажу)

о 4.6. Додаткові функції та технології (Інвертор, EVI, Daikin Altherma та ін.)

## **5. Проектування та Монтаж: Відповіді Від Інженерів та Монтажників**

о 5.1. Етапи проектування системи

о 5.2. Вимоги до місця встановлення (внутрішній та зовнішній блоки, колектори)

о 5.3. Інтеграція з існуючими системами опалення (радіатори, тепла підлога)

о 5.4. Підключення до системи гарячого водопостачання

о 5.5. Системи розподілу тепла: Вентиляція та фанкойли

о 5.6. Типові помилки при монтажі та як їх уникнути (Погляд монтажника)

о 5.7. Важливість гідравлічної обв'язки та буферних ємностей

о 5.8. Особливості монтажу геотермальних систем (Буріння, земляні роботи)

## **6. Експлуатація та Оптимізація: Як Використовувати Максимально Ефективно**

о 6.1. Налаштування та режими роботи: Опалення, охолодження, ГВП

о 6.2. Робота теплового насоса при низьких температурах (Повітряні ТН)

о 6.3. Розморозування зовнішнього блоку: Принцип та частота

о 6.4. Оптимізація параметрів: Температурні графіки, нічний режим

о 6.5. Вплив утеплення будинку на ефективність ТН

о 6.6. Моніторинг та дистанційне керування системою

## **7. Технічне Обслуговування та Усунення Несправностей: Поради Експертів**

о 7.1. Регулярне технічне обслуговування: Що, коли і чому?

о 7.2. Ознаки несправності та самодіагностика

о 7.3. Найпоширеніші проблеми та їх можливі причини (Витік фреону, шум, низька ефективність)

о 7.4. Коли викликати сервісну службу?

о 7.5. Запобігання поломкам: Профілактичні заходи

## **8. Економічна Доцільність та Окупність: Фінансові Аспекти**

о 8.1. Порівняння витрат на опалення: Тепловий насос vs. Газ, Електрика, Тверде паливо

о 8.2. Окупність інвестицій: Розрахунок терміну

о 8.3. Державні програми підтримки та субсидії на теплові насоси

о 8.4. Вплив тарифів на електроенергію на експлуатаційні витрати

о 8.5. Довгострокові переваги: Зростання вартості нерухомості

## **9. Відгуки Користувачів та Поширені Міфи: Реальний Досвід**

- 9.1. Позитивні відгуки: Комфорт, економія, екологічність
- 9.2. Критичні відгуки та їх аналіз (Шум, високі початкові витрати, складність налаштування)
- 9.3. Розвінчуємо міфи про теплові насоси (Працює тільки до -X градусів, надзвичайно дорого, не для України)
- 9.4. На що звертати увагу при виборі постачальника та монтажника (Погляд споживача)

## **10. Інтеграція та Майбутні Перспективи**

- 10.1. Комбінація з сонячними панелями та сонячними колекторами
- 10.2. Інтеграція з системами "розумного будинку" та автоматизацією
- 10.3. Роль теплових насосів у декарбонізації енергетики
- 10.4. Інновації та нові технології в теплових насосах

## **11. Юридичні та Дозвільні Питання в Україні**

- 11.1. Необхідні дозволи для встановлення (для геотермальних систем)
- 11.2. Норми та стандарти, що регулюють монтаж та експлуатацію
- 11.3. Підключення до електромережі: Дозвільні процедури

## **1. Вступ: Революція в Опаленні та Охолодженні**

Теплові насоси — це не просто чергова опалювальна технологія, це інноваційний підхід до створення комфортного мікроклімату в приміщеннях, який відповідає викликам XXI століття: енергоефективності, екологічності та економічній вигоді. Замість того, щоб виробляти тепло шляхом спалювання палива, тепловий насос "перекачує" його з навколишнього середовища — повітря, ґрунту або води. Це дозволяє отримувати у 3-5 разів більше теплової енергії, ніж споживається електричної, що робить їх однією з найефективніших і найперспективніших технологій для опалення, охолодження та гарячого водопостачання. У цій "Супер Енциклопедії" ми зануримося у світ теплових насосів, розглядаючи їхні принципи, типи, особливості вибору, монтажу, експлуатації, а також відповіді на найпоширеніші запитання та розвінчування міфів, спираючись на знання фахівців різних галузей.

## 2. Основи Теплових Насосів: Як Це Працює?

### 2.1. Що таке тепловий насос?

Тепловий насос – це кліматичний пристрій, призначений для передачі теплової енергії з джерела з низькою температурою (наприклад, зовнішнє повітря, ґрунт, вода) до споживача з вищою температурою (система опалення, гаряче водопостачання всередині будівлі). По суті, це "холодильник навпаки", який використовує циркуляцію спеціального холодоагенту для перенесення тепла.

### 2.2. Принцип роботи: Холодильний цикл

Робота теплового насоса ґрунтується на чотиритактному холодильному циклі:

1. **Випаровування (Evaporation):** У випарнику, розташованому в зовнішньому контурі, холодоагент (рідина з низькою температурою кипіння) поглинає тепло з навколишнього середовища (повітря, ґрунту, води) і перетворюється на газ. Навіть при низьких температурах навколишнього середовища (наприклад,  $-20^{\circ}\text{C}$  повітря) є достатньо теплової енергії для випаровування холодоагенту.

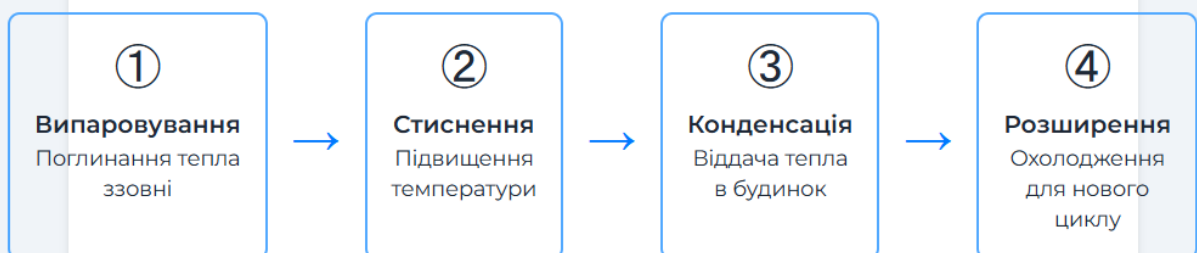
2. **Стиснення (Compression):** Газоподібний холодоагент надходить у компресор, де його тиск і температура різко зростають. Це критичний етап, який вимагає електричної енергії.

3. **Конденсація (Condensation):** Гарячий, стиснутий газ надходить у конденсатор, розташований у внутрішньому контурі (наприклад, у систему опалення будинку). Тут він віддає своє тепло теплоносію (воді) системи опалення та/або гарячого водопостачання, охолоджується і перетворюється назад на рідкий стан.

4. **Розширення (Expansion):** Рідкий холодоагент з високим тиском проходить через розширювальний клапан (дрозель), де його тиск різко знижується. Це викликає його охолодження, і він знову готовий поглинути тепло у випарнику, завершуючи цикл.

### Що таке Тепловий Насос?

Це пристрій, який не виробляє тепло, а "перекачує" його з навколишнього середовища (повітря, ґрунту, води) у ваш будинок. Це дозволяє отримувати значно більше теплової енергії, ніж споживається електричної.



### 2.3. Ключові показники ефективності: COP, EER, SCOP, SEER

- **COP (Coefficient of Performance) – Коефіцієнт продуктивності:** Це миттєвий показник ефективності теплового насоса в режимі опалення. Він визначає відношення кількості теплової енергії, що виробляється, до кількості спожитої електричної енергії за конкретних умов (наприклад, при певній зовнішній температурі та температурі подачі теплоносія). Якщо COP = 4, це означає, що на 1 кВт спожитої електроенергії тепловий насос виробляє 4 кВт теплової енергії. Чим вищий COP, тим ефективніший пристрій.

- **EER (Energy Efficiency Ratio) – Коефіцієнт енергоефективності:** Аналогічний COP, але використовується для оцінки ефективності в режимі охолодження (кондиціонування).

- **SCOP (Seasonal Coefficient of Performance) – Сезонний коефіцієнт продуктивності:** Це більш реалістичний показник, який відображає середню ефективність теплового насоса в режимі опалення протягом усього опалювального сезону, враховуючи коливання зовнішніх температур. Вищий SCOP означає вищу річну економію.

- **SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio) – Сезонний коефіцієнт енергоефективності:** Аналогічний SCOP, але для режиму охолодження.

### 2.4. Основні компоненти теплового насоса

1. **Випарник:** Теплообмінник, де холодоагент поглинає тепло з навколишнього середовища.

2. **Компресор:** "Серце" теплового насоса, що стискає холодоагент. Сучасні ТН використовують інверторні компресори для плавної зміни потужності.

3. **Конденсатор:** Теплообмінник, де холодоагент віддає тепло в систему опалення/ГВП.

4. **Розширювальний клапан (або електронний розширювальний вентиль):** Регулює потік холодоагенту та його тиск перед випарником.

5. **Вентилятори (для повітряних ТН):** Забезпечують рух повітря через випарник/конденсатор.

6. **Система управління:** Електроніка, яка контролює та оптимізує роботу всіх компонентів.

7. **Холодоагент:** Робоча речовина, яка циркулює в системі (наприклад, R410A, R32, R290).

### 3. Типи Теплових Насосів: Вибираємо Найкраще Джерело

Вибір типу теплового насоса залежить від доступних джерел тепла, кліматичних умов, розміру ділянки та бюджету.

#### 3.1. Повітряні теплові насоси (Air Source Heat Pumps)

Найпопулярніші та найдоступніші теплові насоси. Вони використовують тепло зовнішнього повітря.

##### 3.1.1. Повітря-Повітря (Air-to-Air)

- **Принцип:** Забирають тепло з зовнішнього повітря та передають його безпосередньо у внутрішнє повітря приміщення через внутрішні блоки (спліт-система, як кондиціонер).
- **Застосування:** Переважно для опалення та охолодження приватних будинків, квартир, офісів. Можуть бути основним або додатковим джерелом опалення.
- **Переваги:**
  - Найнижча початкова вартість серед усіх типів ТН.
  - Швидкий та відносно простий монтаж, не потребує земляних робіт.
  - Одночасно виконують функції опалення та кондиціонування.
  - Високий COP при помірних температурах.
- **Недоліки:**
  - Ефективність значно знижується при дуже низьких температурах (нижче  $-15^{\circ}\text{C}$  -  $20^{\circ}\text{C}$ , залежить від моделі). Нижче цієї температури може знадобитися догрів електричним ТЕНом.
  - Сухе повітря (якщо немає системи зволоження).
  - Не можуть виробляти гарячу воду (окрім спеціалізованих моделей).
  - Потребують правильного підбору потужності, щоб уникнути частих циклів "вмикання-вимикання".
- **Погляд спеціаліста з продажу:** "Ідеальний варіант для швидкого, недорогого апгрейду системи опалення, особливо якщо у вас вже є кондиціонер або ви шукаєте рішення "все в одному" для опалення та охолодження."
- **Відгук користувача:** "Встановив повітря-повітря. В міжсезоння працює чудово, витрати на опалення впали в рази. В сильні морози COP звісно падає, але все одно краще, ніж грітися ТЕНом."

##### 3.1.2. Повітря-Вода (Air-to-Water)

- **Принцип:** Забирають тепло з зовнішнього повітря та передають його у воду, яка циркулює в системі опалення (тепла підлога, радіатори, фанкойли) та/або системі гарячого водопостачання.
- **Застосування:** Основне джерело опалення та ГВП для приватних будинків, таунхаусів, комерційних об'єктів.

- **Переваги:**

- Універсальність: Опалення, охолодження та ГВП з одного пристрою.
- Інтеграція з існуючими водяними системами опалення.
- Вищий SCOP (сезонна ефективність) порівняно з електричними котлами.
- Не потребують земляних робіт.

- **Недоліки:**

- Вища початкова вартість порівняно з повітря-повітря.
- Ефективність також залежить від зовнішньої температури, але менш критично, ніж у повітря-повітря, оскільки вони оптимізовані для роботи в ширшому діапазоні температур.
- Зовнішній блок може бути досить габаритним і створювати шум.

- **Погляд інженера:** "Цей тип ТН вимагає ретельного розрахунку системи опалення, особливо якщо це радіатори. Ідеально працює з низькотемпературними системами, такими як тепла підлога. Обов'язково враховуйте температурний графік опалення."

- **Поради монтажника:** "Правильне розташування зовнішнього блоку – ключове. Подалі від вікон сусідів через шум, з урахуванням дренажу конденсату і доступу для обслуговування. Гідравлічна обв'язка має бути виконана бездоганно."

### **3.1.3. Моноблочні та спліт-системи (Air-to-Water)**

- **Моноблочні:** Весь холодильний контур (компресор, випарник, конденсатор) знаходиться в одному зовнішньому блоці. У будинок подається вже нагрітий теплоносії (вода).

- **Переваги:** Простий монтаж, не потрібні фреонові магістралі, відсутність ризику витоку фреону всередині будинку.

- **Недоліки:** Потребують незамерзаючої рідини в системі опалення або надійного захисту від замерзання, якщо зовнішній блок розташований далеко від будинку, адже вода може замерзнути у магістралях.

- **Спліт-системи:** Холодильний контур розділений на зовнішній та внутрішній блоки. Зовнішній блок містить компресор та випарник, внутрішній (гідромодуль) – конденсатор та елементи керування. Між ними циркулює холодоагент по фреонових магістралях.

- **Переваги:** Відсутність води поза межами будинку – ризик замерзання виключений, якщо холодоагент залишається у фреоновій магістралі. Компактніший внутрішній блок.

- **Недоліки:** Потребує ліцензованого монтажу фреонових магістралей, ризик витоку фреону (хоч і мінімальний) у разі неякісного монтажу.

## 3.2. Геотермальні теплові насоси (Ground Source Heat Pumps)

Використовують стабільну температуру ґрунту або ґрунтових вод як джерело тепла. Температура ґрунту на глибині кількох метрів практично не змінюється протягом року (близько +5...+12°C), що забезпечує високу та стабільну ефективність.

### 3.2.1. Ґрунт-Вода (Closed Loop): Горизонтальні та Вертикальні колектори

- **Принцип:** У землю закладаються закриті контури труб (колектори), заповнені незамерзаючою рідиною (розчином гліколю), яка циркулює, поглинаючи тепло з ґрунту. Тепло передається через теплообмінник до холодоагенту теплового насоса.

- **Горизонтальні колектори:** Закладаються горизонтально на глибині 1.2 – 2 метри. Потребують великої площі ділянки (1.5-2 рази більше за опалювальну площу будинку).

- **Переваги:** Менша вартість земляних робіт порівняно з бурінням.

- **Недоліки:** Потреба у великій вільній ділянці, не можна забудувати чи засаджувати деревами.

- **Вертикальні колектори (зонди):** Буряться свердловини глибиною від 50 до 200 метрів, в які опускаються U-подібні зонди.

- **Переваги:** Займають мінімальну площу ділянки, дуже висока та стабільна ефективність, оскільки температура на глибині більш стабільна.

- **Недоліки:** Значно вища вартість буріння.

- **Застосування:** Для об'єктів, де потрібна максимальна енергоефективність та довгострокова надійність.

- **Переваги:**

- Найвищий COP та SCOP серед усіх типів ТН (часто 4.5-5.5 і вище).

- Стабільна робота протягом року, незалежно від зовнішньої температури повітря.

- Дуже довгий термін служби (колектори до 50-100 років, сам ТН 20-25 років).

- Тиха робота (зовні немає шуму, як у повітряних ТН).

- **Недоліки:**

- Найвища початкова вартість через значні земляні роботи або буріння свердловин.

- Складний та тривалий монтаж.

- Вимагає кваліфікованого проекту та монтажу.

- **Погляд інженера:** "Геотермальні системи – це вершина ефективності. Але вони вимагають не тільки значних інвестицій, а й ретельного геологічного дослідження ділянки та точного розрахунку кількості та глибини свердловин. Неправильний розрахунок може призвести до "заморожування" ґрунту."

- **Поради монтажника:** "Вибір бурової компанії для вертикальних зондів – критично важливий. Перевіряйте ліцензії, досвід, відгуки. Якість заповнення свердловин (тампонування) впливає на ефективність і довговічність системи."

### **3.2.2. Вода-Вода (Open Loop)**

- **Принцип:** Використовують воду з двох свердловин: з однієї забирають воду (тепло), з іншої повертають її назад у водоносний шар (охолоджену). Або використовують воду з річок/озер.
- **Переваги:** Дуже високий COP, якщо є доступ до чистої, достатньої за об'ємом води.
- **Недоліки:**
  - Потребує дозволу на використання водних ресурсів.
  - Ризик засмічення теплообмінника або свердловин домішками у воді (залізо, кальцій).
  - Можливі проблеми з дебітом свердловин з часом.
- **Погляд спеціаліста з продажу:** "Це рішення для специфічних об'єктів, де є легкий доступ до великих об'ємів ґрунтових вод належної якості. Дуже вигідно, якщо умови ідеальні."

### **3.3. Водяні теплові насоси (Water Source Heat Pumps)**

- **Принцип:** Аналогічні геотермальним "вода-вода", але джерелом тепла є великі поверхневі водойми – озера, річки, ставки. Колектори занурюються у воду.
- **Застосування:** Для будинків, розташованих біля великих водойм.
- **Переваги:** Може бути високоефективним, якщо водойма достатньо велика і глибока, щоб забезпечити стабільну температуру.
- **Недоліки:** Залежить від температури водойми, екологічні та регуляторні обмеження, потреба у спеціальному дозволі та оцінці впливу на навколишнє середовище.

### **3.4. Теплові насоси для гарячого водопостачання (DHW Heat Pumps)**

- **Принцип:** По суті, це повітряний тепловий насос, інтегрований з бойлером. Він забирає тепло з повітря в приміщенні (наприклад, з підвалу, котельні, гаража, де є надлишкове тепло) і використовує його для нагріву води в баку.
- **Застосування:** Як самостійне рішення для ГВП, або як доповнення до основної системи опалення.
- **Переваги:**
  - Дуже економічні для ГВП (COP 2.5-3.5).
  - Використовують "безкоштовне" тепло з повітря.
  - Допмагають осушувати підвали.
- **Недоліки:**
  - Потребують певного об'єму повітря для ефективної роботи.
  - Можуть охолоджувати приміщення, з якого беруть повітря.

### 3.5. Гібридні системи теплових насосів

- **Принцип:** Комбінація теплового насоса (зазвичай повітря-вода) з традиційним джерелом тепла (наприклад, газовим котлом). Система автоматично вибирає найефективніше джерело тепла залежно від зовнішньої температури та цін на енергоносії.

- **Застосування:** Для об'єктів, де вже є газове опалення, і власник хоче знизити витрати та зменшити вуглецевий слід, але мати "страховку" на сильні морози.

- **Переваги:**

- Оптимальна ефективність протягом усього року.
- Зниження витрат на опалення.
- Гнучкість та надійність.

- **Недоліки:**

- Складніша система управління.
- Вища початкова вартість, ніж у кожного окремого компонента.

- **Погляд спеціаліста з продажу:** "Гібрид – це чудове рішення для тих, хто не готовий повністю відмовитися від газу, але хоче максимально використовувати переваги теплового насоса. Це компроміс, який дає найкраще від обох світів."

## 4. Вибір Теплового Насоса: Від Проекту До Замовлення

Вибір оптимального теплового насоса – це комплексне завдання, яке вимагає врахування багатьох факторів.

### 4.1. Оцінка потреб: Розмір будинку, теплові втрати

- **Ключове:** Почніть з аудиту енергоефективності вашої будівлі. Це визначення теплових втрат будинку, яке враховує площу, об'єм, якість утеплення стін, даху, підлоги, тип вікон та дверей. Без точного розрахунку теплових втрат неможливо правильно підібрати потужність теплового насоса.

- **Інженерний погляд:** "Ми ніколи не підбираємо ТН "на око" або тільки за площею. Теплові втрати – це фундамент для розрахунку потужності. Якщо ТН буде занадто слабким – не впорається в морози. Занадто потужним – буде працювати циклічно, знижуючи ресурс і ефективність."

### 4.2. Фактори вибору джерела тепла

- **Клімат:** Для регіонів з м'якими зимами повітряні ТН можуть бути дуже ефективними. У регіонах з суворими зимами перевагу віддають геотермальним або гібридним системам.

- **Розмір та тип ділянки:** Доступність місця для горизонтальних колекторів (для геотермальних), можливість буріння свердловин.

- **Геологічні умови:** Для геотермальних ТН важливо знати тип ґрунту, наявність ґрунтових вод.

- **Бюджет:** Початкові інвестиції суттєво різняться між типами ТН.

- **Доступність водних ресурсів:** Для водяних ТН.

- **Наявність існуючої системи опалення:** Чи планується інтеграція з радіаторами, теплою підлогою, фанкойлами.

### 4.3. Розрахунок необхідної потужності: Теплотехнічний розрахунок

- **Методика:** Використовуються спеціалізовані програми та формули, що враховують:

- Розрахункові теплові втрати будівлі за нормативами.
- Бажану температуру всередині приміщення.
- Мінімальну розрахункову температуру зовнішнього повітря для вашого регіону.
- Втрати тепла через вентиляцію.
- Потребу в ГВП.

- **Результат:** Отримання пікової теплової потужності, яка потрібна для опалення будинку в найхолодніші дні року, а також середньодобова потреба для визначення оптимального розміру.

#### 4.4. Порівняння типів теплових насосів: Переваги та недоліки

Тип ТН	Початкові витрати	Експлуатаційні витрати	SCOP (ефективність)	Вимоги до ділянки	Шум	Функції (ОП/ОХЛ/ГВП)
Повітря-Повітря	Низькі	Середні	Середній (3.0-4.5)	Мінімальні	Середній	ОП/ОХЛ
Повітря-Вода	Середні	Низькі	Хороший (3.5-5.0)	Мінімальні	Середній	ОП/ОХЛ/ГВП
Ґрунт-Вода	Високі	Дуже низькі	Дуже високий (4.5-5.5+)	Великі (гориз.) / Мінімальні (верт.)	Низький	ОП/ОХЛ/ГВП
Вода-Вода	Високі	Дуже низькі	Дуже високий (5.0-6.0+)	Доступ до води	Низький	ОП/ОХЛ/ГВП
Гібридні	Середні-Високі	Дуже низькі	Дуже високий	Мінімальні	Середній	ОП/ОХЛ/ГВП

#### 4.5. Який тип теплового насоса підходить саме вам? (Погляд спеціаліста з продажу)

- **Обмежений бюджет та бажання швидких змін?** Повітря-повітря. Це найдоступніший спосіб відчувати переваги ТН.
- **Шукаєте комплексне рішення для опалення, охолодження та гарячої води, і вже є водяна система опалення?** Повітря-вода. Найпопулярніший вибір.
- **Будуєте новий будинок, маєте велику ділянку та прагнете максимальної економії в довгостроковій перспективі?** Геотермальний з горизонтальними колекторами.
- **Нове будівництво, обмежена ділянка, але бюджет дозволяє?** Геотермальний з вертикальними зондами.
- **Є газовий котел, але хочете знизити рахунки та мати "страховку" на майбутнє?** Гібридна система.
- **Маєте доступ до водойми?** Водяний тепловий насос.

#### 4.6. Додаткові функції та технології

- **Інверторний компресор:** Дозволяє плавно регулювати потужність ТН відповідно до поточних потреб, що значно підвищує ефективність та продовжує термін служби. Це стандарт для сучасних ТН.
- **Технологія EVI (Enhanced Vapor Injection):** Спеціальний цикл вприскування пари холодоагенту, що дозволяє тепловому насосу підтримувати високу ефективність і потужність навіть при дуже низьких зовнішніх температурах (до -25°C і нижче).
- **Функція "тихий режим":** Знижує рівень шуму зовнішнього блоку в нічний час або за вимогою.

- **Підтримка "розумного будинку":** Можливість інтеграції з централізованими системами управління.
- **Вбудований ТЕН:** Електричний догрівач, який автоматично вмикається в пікові морози або для швидкого нагріву води. Важливо, щоб він був резервним, а не основним джерелом тепла.
- **Виробники:** Daikin, Mitsubishi Electric, Panasonic, LG, NIBE, Vaillant, Viessmann, Bosch, Cooper&Hunter, Gree та багато інших. Важливо обирати перевірені бренди з офіційною підтримкою в Україні.

## 5. Проектування та Монтаж: Відповіді Від Інженерів та Монтажників

Якість проектування та монтажу є ключовою для довговічної та ефективної роботи теплового насоса.

### 5.1. Етапи проектування системи

1. **Теплотехнічний розрахунок:** Визначення теплових втрат будинку та необхідної потужності ТН (див. п. 4.1, 4.3).

2. **Вибір типу ТН:** На основі аналізу джерела тепла, бюджету та побажань замовника (див. п. 4.5).

3. **Гідравлічний розрахунок:** Розрахунок діаметрів трубопроводів, насосів, визначення типу та об'єму буферної ємності.

4. **Схема обв'язки:** Розробка детальної схеми підключення ТН до системи опалення, ГВП, буферної ємності, додаткових джерел тепла.

5. **Розташування елементів:** Визначення оптимального місця для внутрішнього та зовнішнього блоків, колекторів.

6. **Специфікація обладнання:** Підбір конкретних моделей ТН, бойлерів, насосів, автоматики, клапанів.

7. **Електрична схема:** Розробка схеми підключення ТН до електромережі, захисту, автоматики.

### 5.2. Вимоги до місця встановлення

#### • Зовнішній блок (для повітряних ТН):

- Достатньо простору для забору та викиду повітря.
- Відсутність перешкод перед вентилятором.
- Відстань від вікон (для зменшення шуму).
- Тверда, рівна основа, що поглинає вібрації.
- Можливість відведення конденсату (особливо взимку).
- **Поради монтажника:** "Не ставте зовнішній блок в замкнених просторах або близько до кутів. Це знизить ефективність та призведе до рециркуляції охолодженого повітря. Продумайте дренаж конденсату: він може утворювати значні об'єми льоду."

#### • Внутрішній блок (гідромодуль):

- Сухе, опалювальне приміщення (котельня, тех. приміщення).
- Достатньо місця для обслуговування.
- Близькість до основних магістралей опалення та водопостачання.

#### • Колектори (для геотермальних ТН):

- Горизонтальні: Велика вільна ділянка, яку не планується забудувати або засаджувати глибококореновими рослинами.

- Вертикальні: Достатньо місця для бурової установки, доступність для техніки.

### 5.3. Інтеграція з існуючими системами опалення (радіатори, тепла підлога)

- **Тепла підлога:** Ідеальний варіант для теплового насоса. Працює при низьких температурах теплоносія (30-40°C), що забезпечує найвищий COP ТН.

- **Радіатори:** Можлива інтеграція, але радіатори повинні бути достатнього розміру, розраховані на низькотемпературний режим (45-55°C). Якщо радіатори розраховані на 70-90°C, їх потрібно замінити або додати кількість секцій, або ТН буде працювати з меншою ефективністю.

- **Інженерний погляд:** "При підключенні до радіаторів ми прагнемо підтримувати мінімально можливу температуру подачі, щоб COP залишався високим. Це може означати збільшення площі радіаторів."

- **Фанкойли:** Використовуються для опалення та особливо ефективні для охолодження.

### 5.4. Підключення до системи гарячого водопостачання

- Теплові насоси повітря-вода та геотермальні ТН можуть нагрівати воду для ГВП.

- Потрібен спеціальний бойлер непрямого нагріву з великою площею теплообмінника, адаптований до низьких температур теплоносія від ТН.

- **Поради монтажника:** "Не економте на бойлері ГВП. Чим більша його площа теплообмінника, тим швидше і ефективніше він буде нагріватися від теплового насоса."

### 5.5. Системи розподілу тепла: Вентиляція та фанкойли

- **Припливно-витяжна вентиляція з рекуперацією тепла:** Маст-хев для енергоефективного будинку. Дозволяє знизити теплові втрати та забезпечує свіже повітря.

- **Фанкойли:** Можуть працювати як на опалення, так і на охолодження, забезпечуючи швидку зміну температури в приміщенні.

### 5.6. Типові помилки при монтажі та як їх уникнути (Погляд монтажника)

- **Неправильний розрахунок потужності:** Призводить до перевантаження або недовантаження ТН, зниження ефективності та ресурсу.

- **Неякісна гідравлічна обв'язка:** Неправильні діаметри труб, відсутність буферної ємності, повітряні пробки.

- **Неправильний підбір теплоносія:** Особливо для геотермальних систем, де потрібні спеціальні незамерзаючі розчини.

- **Відсутність або неякісна теплоізоляція труб:** Значні втрати тепла.

- **Помилки при бурінні/прокладанні колекторів:** "Заморожування" ґрунту, пошкодження магістралей.

- **Неправильне відведення конденсату (для повітряних ТН):** Утворення льоду, пошкодження фундаменту.
- **Неправильне підключення електрики:** Недостатній перетин кабелю, відсутність належного захисту.
- **Відсутність віброізоляції:** Шум та вібрації від компресора.
- **Відсутність доступу для обслуговування:** Ускладнює діагностику та ремонт.
- **Рада монтажника:** "Довіряйте монтаж тільки сертифікованим фахівцям, які мають досвід роботи саме з тепловими насосами. Дешевий монтаж – це часто найдорожчий ремонт у майбутньому."

### 5.7. Важливість гідравлічної обв'язки та буферних ємностей

- **Буферна ємність (теплоаккумулятор):** Накопичує теплову енергію, вироблену тепловим насосом. Дозволяє ТН працювати довгими циклами з постійною потужністю, що підвищує його ефективність (COP) та продовжує термін служби компресора.
  - **Для чого потрібна:** Запобігає частим "стартам-стопам" компресора, згладжує пікові навантаження, дозволяє підключати ТН до радіаторних систем.
- **Гідравлічна стрілка:** Забезпечує гідравлічне розв'язання контурів (котла/ТН та системи опалення), запобігаючи взаємному впливу насосів.

### 5.8. Особливості монтажу геотермальних систем (Буріння, земляні роботи)

- **Буріння:** Вертикальні свердловини вимагають спеціалізованої бурової техніки. Глибина та кількість свердловин розраховується індивідуально.
- **Земляні роботи:** Для горизонтальних колекторів потрібна траншея шириною до кількох метрів та глибиною 1.2-2 м.
- **Важливість ґрунту:** Тип ґрунту (пісок, глина, скеля) впливає на теплопровідність та, відповідно, на ефективність колекторів.
- **Заповнення контуру:** Система заповнюється спеціальним незамерзаючим теплоносієм (пропіленгліколь або етиленгліколь з антикорозійними присадками).

## 6. Експлуатація та Оптимізація: Як Використовувати Максимально Ефективно

Правильна експлуатація дозволяє максимально реалізувати потенціал енергоефективності теплового насоса.

### 6.1. Налаштування та режими роботи: Опалення, охолодження, ГВП

- **Режим опалення:** Основний режим. Температура теплоносія встановлюється відповідно до теплового графіка (залежить від зовнішньої температури).
- **Режим охолодження:** Більшість сучасних ТН є реверсивними і можуть працювати як кондиціонер. Охолодження може бути активним (через фанкойли) або пасивним (для геотермальних ТН, через ґрунтові колектори).
- **Режим ГВП:** Зазвичай пріоритетний. ТН перемикається на нагрів бойлера до заданої температури, а потім повертається до опалення.

### 6.2. Робота теплового насоса при низьких температурах (Повітряні ТН)

- **Стійкість:** Сучасні повітряні ТН з технологією EVI можуть ефективно працювати до  $-25^{\circ}\text{C}$  і навіть до  $-30^{\circ}\text{C}$ .
- **Падіння COP:** Важливо розуміти, що з кожним градусом зниження зовнішньої температури COP повітряного ТН зменшується.
- **Допоміжний ТЕН:** При дуже низьких температурах, коли COP стає не вигідним або потужності ТН недостатньо, автоматично вмикається вбудований електричний ТЕН для догріву.
- **Відгук користувача:** "Мої сусіди переживають, що ТН не грітиме в  $-20$ . А він гріє! Просто COP буде не 4, а 2,5. Але це все одно ефективніше, ніж просто ТЕН, і головне – система працює стабільно."

### 6.3. Розморозування зовнішнього блоку: Принцип та частота

- **Іній:** При низьких зовнішніх температурах та високій вологості на випарнику зовнішнього блоку утворюється іній. Це природний процес.
- **Цикл розморозування (дефрост):** Тепловий насос періодично перемикається в режим охолодження (на короткий час), щоб гарячий холодоагент пройшов через зовнішній блок і розтопив іній. Відбувається це автоматично.
- **Частота:** Залежить від температури та вологості. У "плюсову" температуру і при високій вологості розморозування може бути частішим.
- **Вплив на ефективність:** Під час дефростування ТН споживає деяку енергію і не гріє будинок, але ці втрати враховані в SCOP. Важливо, щоб система дефростування працювала коректно.

### 6.4. Оптимізація параметрів: Температурні графіки, нічний режим

- **Температурний графік:** Налаштування залежності температури подачі теплоносія від зовнішньої температури. Чим нижча зовнішня температура, тим вища подача. Важливо налаштувати правильно, щоб не перегрівати або недогрівати будинок, і зберігати високий COP.
- **Нічний режим:** Зниження заданої температури вночі для економії енергії. Деякі ТН мають функцію автоматичного переходу в тихий режим вночі.
- **Енергозберігаючі режими:** Використання мінімально необхідних температур для опалення та ГВП.
- **Поради інженера:** "Не прагніть до 25°C у всіх кімнатах, якщо вам комфортно при 22°C. Кожен зайвий градус температури в приміщенні збільшує споживання енергії на 5-7%."

### **6.5. Вплив утеплення будинку на ефективність ТН**

- **Критично важливо:** Чим краще утеплений будинок (стіни, дах, підлога, якісні вікна, вентиляція з рекуперацією), тим менші його теплові втрати.
- **Результат:** Менші теплові втрати означають меншу потрібну потужність ТН, менший обсяг інвестицій та значно менші експлуатаційні витрати.
- **Рекомендація:** Перед встановленням ТН завжди варто максимально утеплити будинок. Це окупиться швидше і дасть більший ефект, ніж встановлення потужнішого ТН.

### **6.6. Моніторинг та дистанційне керування системою**

- Більшість сучасних ТН мають можливість підключення до інтернету.
- **Мобільні додатки:** Дозволяють дистанційно керувати ТН, змінювати режими, температуру, моніторити споживання енергії та стан системи.
- **Сервісний доступ:** Дозволяє сервісній компанії віддалено діагностувати проблеми та оптимізувати роботу системи.

## 7. Технічне Обслуговування та Усунення Несправностей: Поради Експертів

Регулярне обслуговування є запорукою довговічної та ефективної роботи теплового насоса.

### 7.1. Регулярне технічне обслуговування: Що, коли і чому?

- **Щорічно (бажано перед опалювальним сезоном):**

- **Перевірка холодоагенту:** Тиск, наявність витоків.
- **Чищення зовнішнього блоку:** Випарник, вентилятор, дренажна система від бруду, листя, снігу.
- **Перевірка електричних з'єднань:** Надійність, відсутність окислення.
- **Перевірка циркуляційних насосів:** Робота, тиск у системі.
- **Перевірка автоматики та датчиків:** Коректність показників.
- **Діагностика компресора:** Шум, вібрації.
- **Чищення фільтрів:** У системі опалення та ГВП.

- **Самостійно (щомісяця/щокварталу):**

- Візуальний огляд зовнішнього блоку на наявність перешкод.
  - Перевірка чистоти фільтрів повітря (для повітря-повітря).
  - Контроль тиску в системі опалення.
- **Погляд сервісного інженера:** "Багато проблем, з якими до нас звертаються, можна було б уникнути завдяки регулярному ТО. Забруднений випарник чи низький тиск фреону – це прямий шлях до зниження COP та збільшення навантаження на компресор."

### 7.2. Ознаки несправності та самодіагностика

- **Зниження ефективності:** Збільшення рахунків за електроенергію при тій же температурі в будинку.
- **Незвичний шум або вібрації:** Від компресора, вентилятора, насосів.
- **Часті цикли "вмикання-вимикання" (короткі цикли):** Може свідчити про неправильний підбір ТН, нестачу теплоносія або проблеми з автоматикою.
- **Відсутність опалення/охолодження:** Перевірити живлення, режим роботи, тиск.
- **Утворення значної кількості льоду на зовнішньому блоці (крім періодів дефросту):** Може свідчити про недостатню кількість фреону або проблеми з системою дефростування.
- **Коди помилок на дисплеї:** Завжди шукайте їх значення в інструкції або звертайтеся до сервісної служби.

### 7.3. Найпоширеніші проблеми та їх можливі причини

- **Недостатня кількість фреону:** Призводить до падіння ефективності та може пошкодити компресор. Причини: негерметичність системи.
- **Забруднення теплообмінників:** Знижує ефективність передачі тепла.
- **Збої в електроніці або автоматичі:** Можуть призвести до неправильної роботи або зупинки системи.
- **Проблеми з циркуляційними насосами:** Недостатня циркуляція теплоносія.
- **Низький тиск у системі опалення:** Повітряні пробки.
- **Вихід з ладу компресора:** Найдорожча поломка, часто є наслідком інших невіршених проблем.

#### **7.4. Коли викликати сервісну службу?**

- При появі будь-яких кодів помилок.
- Якщо ТН не працює або працює з помітним зниженням ефективності.
- При незвичних шумах, запахах, витоках.
- Для щорічного планового обслуговування.
- **Поради інженера:** "Не намагайтеся самостійно втручатися в холодильний контур або складну електроніку. Це може бути небезпечно та призвести до анулювання гарантії. Краще одразу викликати кваліфікованого спеціаліста."

#### **7.5. Запобігання поломкам: Профілактичні заходи**

- Якісний монтаж від перевіреної компанії.
- Регулярне планове ТО.
- Дотримання інструкцій з експлуатації.
- Контроль за чистотою зовнішнього блоку та фільтрів.

## 8. Економічна Доцільність та Окупність: Фінансові Аспекти

Тепловий насос – це інвестиція, яка окупається з часом.

### 8.1. Порівняння витрат на опалення: Тепловий насос vs. Газ, Електрика, Тверде паливо

- **Газ:** У минулому найдешевший, але ціни на газ коливаються. Крім того, газове опалення має викиди CO<sub>2</sub>. ТН зазвичай значно економніші, особливо при високому COP.
- **Електрика (прямий нагрів):** Електричні котли мають COP = 1 (1 кВт електроенергії = 1 кВт тепла). Тепловий насос дає COP 3-5 і вище, тобто в 3-5 разів економніше.
- **Тверде паливо:** Вимагає постійного завантаження, зберігання палива, чищення, має значні викиди. ТН повністю автоматизований та екологічний.
- **Фінансовий аналіз (приклад):**
  - Припустимо, будинок потребує 20 000 кВт\*год тепла на рік.
  - Електричний котел: 20 000 кВтгод \* Ціна ел. енергії (наприклад, 2.64 грн/кВтгод) = 52 800 грн.
  - Тепловий насос (SCOP = 4): 20 000 / 4 = 5 000 кВтгод \* 2.64 грн/кВтгод = 13 200 грн.
  - Економія: 39 600 грн на рік (без урахування ГВП).

### 8.2. Окупність інвестицій: Розрахунок терміну

- Термін окупності залежить від:
  - Початкової вартості ТН та монтажу.
  - Різниці в тарифах на енергоносії.
  - Теплових втрат будинку.
  - COP/SCOP теплового насоса.
- **Орієнтовно:**
  - Повітря-Повітря: 2-5 років.
  - Повітря-Вода: 4-8 років.
  - Геотермальні: 7-15 років (через високі початкові інвестиції, але дуже низькі експлуатаційні витрати).
- **Погляд спеціаліста з продажу:** "Окупність – це не єдиний критерій. Важливий комфорт, екологічність, відсутність витрат на обслуговування димоходів, стабільність температури в будинку. І, звісно, зростання вартості нерухомості з ТН."

### 8.3. Державні програми підтримки та субсидії на теплові насоси

- В Україні час від часу діють програми підтримки енергоефективності, що можуть включати компенсації частини вартості теплових насосів або пільгові кредити. Варто моніторити інформацію від держави та місцевих органів влади.

- **Важливо:** Часто для отримання компенсації потрібна відповідність ТН певним критеріям ефективності та наявність сертифікації.

#### **8.4. Вплив тарифів на електроенергію на експлуатаційні витрати**

- Зростання тарифів на електроенергію безпосередньо впливає на експлуатаційні витрати ТН.

- **Нічний тариф:** Встановлення двозонного лічильника дозволяє значно знизити витрати, якщо більша частина споживання припадає на нічний час (наприклад, для ГВП).

- **Сонячні панелі:** Комбінація ТН із сонячними панелями (власна генерація електроенергії) дозволяє майже повністю нівелювати експлуатаційні витрати.

#### **8.5. Довгострокові переваги: Зростання вартості нерухомості**

- Будинки, обладнані сучасними енергоефективними системами опалення, такими як теплові насоси, мають вищу ринкову вартість та привабливіші для покупців.

## 9. Відгуки Користувачів та Поширені Міфи: Реальний Досвід

Реальні відгуки дають цінний погляд на експлуатацію ТН, а розвінчування міфів допомагає прийняти обґрунтоване рішення.

### 9.1. Позитивні відгуки: Комфорт, економія, екологічність

- **Комфорт:** "У нас вдома тепер завжди ідеальна температура, немає перепадів, як було з котлом. І гаряча вода є завжди!"
- **Економія:** "Забули про захмарні рахунки за газ. Взимку платимо в рази менше за електроенергію, ніж раніше за газ. Вже 5 років, як встановили, і не шкодуємо."
- **Екологічність:** "Важливо, що ми зменшуємо свій внесок у забруднення атмосфери. Це інвестиція не тільки в наш комфорт, а й у майбутнє планети."
- **Тиша (для геотермальних):** "Жодного шуму, ніякого диму. Насолоджуємося тишею та спокоєм."
- **Охолодження:** "Влітку ТН працює як кондиціонер, це дуже зручно – одна система на всі сезони."

### 9.2. Критичні відгуки та їх аналіз

- **"Насос шумний!" (часто для повітряних ТН):**
  - *Аналіз:* Шум дійсно може бути проблемою для деяких моделей або при неправильному монтажі (відсутність віброізоляції, близькість до вікон). Сучасні моделі мають тихіші вентилятори та компресори, а правильне розташування зовнішнього блоку мінімізує проблему.
- **"Дуже висока початкова вартість!":**
  - *Аналіз:* Це правда, особливо для геотермальних. Але треба враховувати довгострокову перспективу та економію на експлуатаційних витратах. Інвестиція окупається з часом.
- **"Він не гріє в сильні морози!" (для повітряних ТН):**
  - *Аналіз:* Залежить від моделі та налаштувань. Сучасні ТН з EVI працюють ефективно до  $-25^{\circ}\text{C}$  і нижче. При дуже низьких температурах COP падає, але він все одно буде вищим за COP електричного ТЕНа. Допоміжний ТЕН передбачений саме для таких пікових навантажень. Проблема може бути в неправильному підборі потужності.
- **"Складний у налаштуванні":**
  - *Аналіз:* Початкове налаштування має виконувати фахівець. Після цього сучасні системи є інтуїтивно зрозумілими.
- **"Багато місця займає зовнішній блок":**
  - *Аналіз:* Зовнішні блоки повітряних ТН дійсно досить великі. Це треба враховувати на етапі проектування.

### 9.3. Розвінчуємо міфи про теплові насоси

- **Міф 1: "Тепловий насос працює тільки до -X градусів."**

- *Реальність:* Сучасні ТН працюють до дуже низьких температур (-25°C -30°C). Ефективність падає, але вони продовжують виробляти тепло, використовуючи допоміжний ТЕН для підстраховки. Геотермальні ТН взагалі не залежать від температури повітря.

- **Міф 2: "Це надзвичайно дорого, ніколи не окупиться."**

- *Реальність:* Початкові інвестиції високі, але економія на опаленні значна. Термін окупності залежить від типу ТН, цін на енергоносії та утеплення будинку. Часто окупність становить 5-10 років, а термін служби – 20-50 років.

- **Міф 3: "Теплові насоси потрібні тільки в Європі, в Україні це неактуально."**

- *Реальність:* В Україні теплові насоси стають все популярнішими через зростання цін на газ та електроенергію, а також завдяки підвищенню енергоефективності нового будівництва. Кліматичні умови України цілком придатні для їх ефективної роботи.

- **Міф 4: "Вони надто складні в обслуговуванні."**

- *Реальність:* Потребують щорічного професійного ТО, як і будь-яка складна інженерна система. Користувацьке обслуговування мінімальне.

- **Міф 5: "Теплові насоси створюють протяги або шум."**

- *Реальність:* Повітря-повітря можуть створювати рух повітря, як кондиціонер. Повітря-вода та геотермальні ТН гріють теплоносії, і повітря в приміщенні гріється традиційним способом (радіатори, тепла підлога). Шум зовнішніх блоків знижується завдяки сучасним технологіям.

### 9.4. На що звертати увагу при виборі постачальника та монтажника (Погляд споживача)

- **Досвід та репутація:** Шукайте компанії з багаторічним досвідом саме в монтажі теплових насосів.

- **Ліцензії та сертифікати:** Особливо важливо для роботи з холодоагентами та бурінням.

- **Наявність власного штату інженерів та монтажників:** Не користуються послугами субпідрядників.

- **Гарантія:** На обладнання та на монтажні роботи.

- **Сервісне обслуговування:** Чи надає компанія післягарантійне обслуговування.

- **Портфоліо:** Готові об'єкти, які можна подивитися або поспілкуватися з власниками.

- **Договір:** Чітко прописані умови, вартість, терміни, відповідальність.

## 10. Інтеграція та Майбутні Перспективи

Теплові насоси є ключовим елементом сучасних енергосистем.

### 10.1. Комбінація з сонячними панелями та сонячними колекторами

- **Сонячні панелі (фотоелектричні):** Генерують електроенергію, яка може живити тепловий насос. Це дозволяє досягти майже нульових або повністю нульових експлуатаційних витрат на опалення та ГВП.
- **Сонячні колектори (термічні):** Використовують енергію сонця для нагріву води. Можуть бути допоміжним джерелом для ГВП або для підігріву теплоносія теплового насоса.

### 10.2. Інтеграція з системами "розумного будинку" та автоматизацією

- Сучасні ТН легко інтегруються з популярними системами "розумного будинку" (KNX, Loxone, Apple HomeKit, Google Home тощо).
- Це дозволяє:
  - Автоматично регулювати температуру за розкладом.
  - Оптимізувати споживання енергії залежно від присутності людей.
  - Віддалено керувати системою.
  - Аналізувати споживання та ефективність.

### 10.3. Роль теплових насосів у декарбонізації енергетики

- Теплові насоси є одним з головних інструментів для зниження викидів CO<sub>2</sub> у секторі опалення, оскільки вони не спалюють викопне паливо безпосередньо.
- Їхня ефективність і використання відновлюваних джерел тепла робить їх екологічно вигідним рішенням.
- **Погляд інженера:** "У майбутньому теплові насоси стануть стандартом у новому будівництві та при термомодернізації існуючих будівель, що дозволить значно знизити енергозалежність і покращити екологію."

### 10.4. Інновації та нові технології в теплових насосах

- **Використання природних холодоагентів:** Розробка ТН на CO<sub>2</sub> (R744) та пропані (R290), які мають мінімальний вплив на глобальне потепління.
- **Високотемпературні ТН:** Здатні нагрівати воду до 65-70°C, що полегшує їх інтеграцію з існуючими радіаторними системами без їх заміни.
- **"Розумні" мережі (Smart Grids):** Інтеграція ТН з енергетичними мережами, що дозволяє їм "спілкуватися" з мережею, оптимізувати споживання в періоди низьких тарифів або надлишку "зеленої" енергії.
- **Компактні рішення:** Розробка менших та тихіших зовнішніх блоків.

## 11. Юридичні та Дозвільні Питання в Україні

Перед встановленням теплового насоса важливо ознайомитися з місцевими нормативними актами.

### 11.1. Необхідні дозволи для встановлення (для геотермальних систем)

- **Земляні роботи:** Для горизонтальних колекторів зазвичай не потрібні спеціальні дозволи, якщо вони виконуються на власній ділянці.
- **Буріння свердловин:** Для вертикальних зондів або систем вода-вода необхідно отримати дозволи на буріння свердловин від місцевих органів влади та екологічних служб, оскільки це втручання в надра.
  - **Погляд інженера:** "Питання дозволів – це те, що потрібно вирішувати на ранніх етапах проектування. Недобросовісні компанії можуть ігнорувати це, але це ризик для замовника."
- **Встановлення повітряних ТН:** Зазвичай не потребує окремих дозволів, якщо зовнішній блок встановлюється на власній ділянці або на фасаді будівлі (якщо це не є історичною пам'яткою).

### 11.2. Норми та стандарти, що регулюють монтаж та експлуатацію

- **ДБН (Державні Будівельні Норми) та ДСТУ (Державні Стандарти України):** Регулюють проектування та будівництво інженерних систем, включаючи системи опалення та вентиляції.
- **Правила пожежної безпеки:** Важливо дотримуватися норм відстані від легкозаймистих матеріалів.
- **Електромонтажні роботи:** Повинні відповідати ПУЕ (Правилам Улаштування Електроустановок).
- **Екологічні норми:** Особливо для систем, що використовують воду з водоєм.
- **Сертифікація обладнання:** Перевіряйте наявність українських сертифікатів відповідності на обладнання.

Ця енциклопедія розроблена для надання максимально повної інформації про теплові насоси, відповідаючи на широкий спектр запитань від різних груп зацікавлених осіб. Вона є динамічним документом, який може бути доповнений та оновлений відповідно до нових технологій та запитів.