

## ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ ВТОРИННИХ РЕСУРСІВ (фрагменти уроку №4)

### Мета:

- *освітня*: ознайомити учнів з типами вторинних джерел енергії та способами їхнього використання для підвищення енергоефективності будівлі;
- *розвиваюча*: розвивати здатність до самостійного пошуку та засвоєння знань щодо можливостей економії енергії в побуті, в тому числі і шляхом використання вторинних джерел енергії;
- *виховна*: розвивати навички ощадливого використання енергії; виховувати повагу до іншої думки та вміння толерантного ведення дискусії.

**Очікувані результати:** в результаті вивчення матеріалу уроку учні мають усвідомити важливість та користь застосування теплообмінників-рекуператорів та теплових насосів для підвищення ефективності роботи систем тепlopостачання будівель.

**Тип уроку:** урок із засвоєння нових знань.

### Основні поняття та визначення

#### **ДСТУ 2420-94. Енергоощадність**

**Вторинний енергетичний ресурс** – енергетичний потенціал продукції, відходів, побічних і проміжних продуктів, який утворюється в технологічних агрегатах (установках, процесах) і не використовується в самому агрегаті, але може бути частково чи повністю використаний для енергопостачання інших агрегатів (процесів).

**Рекуперація** (в перекладі з англійської *recuperation* – зворотне отримання) – повернення частини енергії, що витрачається в тому чи іншому технологічному процесі, для повторного використання в тому ж процесі, наприклад, теплоти, яка втрачається з вентиляційним повітрям.

**Тепловий насос (ТН)** – це технічний пристрій, призначений для перенесення теплової енергії від джерела з низькою температурою у напрямку теплоносія з вищою температурою.

**Низькопотенціальні джерела енергії** – природні (ґрунт, вода, повітря) або вторинні (відпрацьоване вентиляційне повітря, каналізаційні стоки) джерела енергії з відносно низькою температурою, які може використовувати тепловий насос.

### Узагальнення і систематизація знань

#### *Прийом «Робота в командах»*

Учні поділяються на три команди, кожна з яких «рекламуватиме» свій тип теплового насоса.

Учитель роздає командам додаткові матеріали, в яких зазначені переваги та недоліки певного типу ТН.

Після обговорення кожна команда представляє свій тип ТН та робить висновок про її придатність в місцевих умовах.

### Підсумок уроку. Рефлексія

#### *Рекомендація:*

Вчитель може запропонувати учням продовжити речення, наприклад:

«Тепер я знаю, що ...» «Я розповім своїй родині про ...»

## Домашнє завдання

### Задача

#### Розрахунок ефективності застосування рекуперації вентиляційного повітря

Найважливіший параметр рекуператора – це продуктивність. Вона вимірюється в м<sup>3</sup>/год, тобто який обсяг повітря за одиницю часу рекуператор пропускає через себе.

Згідно з державними нормами щодо вимог до вентиляції житлових та спальних приміщень, існують норми витрати вентиляційного повітря залежно від площі. Ці норми для житлової кімнати наведені в таблиці в додатку 1.

Якщо розрахунок проводиться, виходячи з площі приміщення (при висоті стелі 2,5 м), то слід використовувати формулу:

$$L_{tot} = s \cdot q_v$$

$L_{tot}$  – кількість повітря, що подається в приміщення, м<sup>3</sup>/год;

$S$  – площа приміщення, м<sup>2</sup>;

$q_v$  – норма витрати повітря на 1 м<sup>2</sup>.

Наприклад, для спальні площею 20 м<sup>2</sup> допустима продуктивність повинна становити 20 x 2,2 = 44 м<sup>3</sup>/год, а оптимальна: 20 x 3,6 = 72 м<sup>3</sup>/год.

Якщо система вентиляції працює 12 годин на добу, витрати повітря будуть 528 м<sup>3</sup> та 864 м<sup>3</sup> відповідно.

Визначимо кількість теплоти, необхідну для нагріву такої кількості повітря за формулою:

$$Q = G \cdot c_p \cdot (t_{вн} - t_3)$$

$G$  – витрати повітря, м<sup>3</sup>;

$c_p$  – масова теплоємність повітря,  $c_p = 1$  кДж кг<sup>-1</sup>°С;

$t_3$  – середня за опалювальний сезон температура зовнішнього повітря, обирається з таблиці в додатку 2, наприклад, -0,6 °С (для Київської обл.)

$t_{вн}$  – нормована температура в житловому приміщенні, +18 °С.

При допустимій продуктивності системи вентиляції:

$$Q = 528 \cdot 1 \cdot (18 + 0,6) \approx 9,8 \text{ МДж}$$

При оптимальній продуктивності:

$$Q = 864 \cdot 1 \cdot (18 + 0,6) \approx 16 \text{ МДж}$$

Якщо ефективність рекуператора 80%, це означає, що він дозволить заощадити 7,84 МДж та 12,8 МДж теплової енергії в день відповідно.

При середній тривалості опалювального сезону 176 діб (додаток 2) економія становитиме 1,38 ГДж = 0,33 Гкал та 2,25 ГДж = 0,538 Гкал.

При вартості теплової енергії 1 654 грн за Гкал економія становитиме 545,8 грн та майже 890 грн.

## Завдання

Користуючись наведеною методикою, визначте економію коштів завдяки встановленню рекуператора у своїх житлових приміщеннях.

Додаток 1

### Норми витрати вентиляційного повітря для житлової кімнати

Умови	Норма витрати на 1 м <sup>2</sup> площі, м <sup>3</sup> /(год·м <sup>2</sup> )
Допустимі	2,2
Оптимальні	3,6
Підвищені	5,0

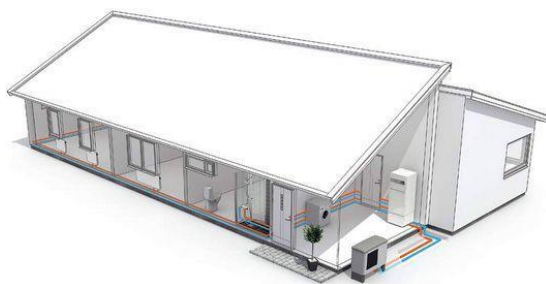
Додаток 2

### Розрахункові параметри зовнішнього повітря для міст України (холодний період року)

№/пп	Місто	$t_{c.o.}, ^\circ C$	Тривалість опалювального періоду, днів
1	Вінниця	-0,7	180
2	Донецьк	-0,9	176
3	Запоріжжя	+0,3	166
4	Київ	-0,6	176
5	Рівне	-0,5	181
6	Львів	0	179
7	Миколаїв	+0,9	160
8	Одеса	+1,7	158
9	Суми	-1,9	185
9	Чернівці	0	173

## ДОДАТКОВІ МАТЕРІАЛИ ДО УРОКУ №4

### Переваги та недоліки теплових насосів різних типів



#### *Тепловий насос з генерацією теплоти із зовнішнього повітря*

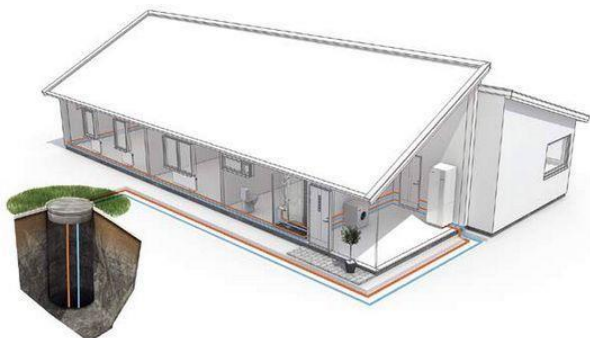
#### Переваги

Повітря – це енергетичне джерело, яке є повсюди у необмеженій кількості.  
Система підходить у випадку відсутності земельної площі поблизу будівель.  
Не потрібно жодних офіційних дозволів.  
Закритий круговий процес означає високий ступінь надійності у роботі, немає потреби в обслуговуванні.

#### Недоліки

За низьких температур коефіцієнт перетворення і потужність повітряного теплового насоса різко зменшується.  
У кліматичних умовах України повітряні теплові насоси можуть використовуватися лише у парі з іншими джерелами теплоти.

Ніяких втрат теплової енергії через додаткові теплообмінники.



### ***Тепловий насос із ґрунтовим зондом***

#### **Переваги**

Ґрунт є найбільш універсальним джерелом теплоти.

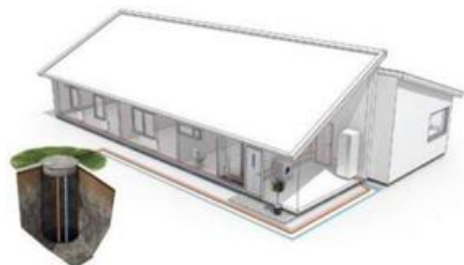
Вже на глибинах більше 5 м він має стабільну температуру незалежно від температури навколишнього повітря.

Тепловий насос із ґрунтовим зондом має найвищий середньорічний коефіцієнт використання природної енергії (до 5,5).

#### **Недоліки**

При використанні ґрунту як джерела тепла зовнішній контур, що збирає тепло навколишнього середовища, опускається у свердловину на 50-100 м (вертикальний теплообмінник).

Потрібні високі початкові капітальні витрати.



### ***Тепловий насос з генерацією теплоти із ґрунтових вод***

#### **Переваги**

Ґрунтові води протягом року мають стабільну температуру.

Незначна площа для облаштування свердловин, що має вирішальне значення на обмежених земельних площах при новому будівництві і при установці теплових насосів у наявних будівлях.

Це закритий контур циркуляції води, який не потребує постійного обслуговування і має високий ступінь надійності.

#### **Недоліки**

Для використання ґрунтових вод необхідно обладнати водовідбірну та скидну свердловину.

Для цього необхідно отримати дозвіл відповідних відомств.

Потреба у двох свердловинах робить установку дорожчою.