

Badania podziemnego magazynowania ciepła przy pomocy kolektorów słonecznych i wymienników otworowych

Tomasz Śliwa

Kraków 2012

Spis treści

1. Wstęp/wprowadzenie

2. Źródła ciepła niskotemperaturowego

- 2.1. Rodzaje źródeł ciepła niskotemperaturowego
- 2.2. Ciepło z górotworu
- 2.3. Ciepło z wód podziemnych
- 2.4. Ciepło z wód powierzchniowych
- 2.5. Powietrze atmosferyczne i wentylacyjne
- 2.6. Instalacje c.o. i ciepło powrotne w systemach grzewczych
- 2.7. System lodowisko-pływalnia
- 2.8. Ciepło z odpadów
- 2.9. Ciepło z instalacji infrastrukturalnych
- 2.10. Koherentność źródeł ciepła niskotemperaturowego
- 2.11. Pompy ciepła

3. Akumulatory energii i podziemne magazyny ciepła PMC

- 3.1. Podział akumulatorów energii cieplnej
- 3.2. Akumulatory ciepła jawnego
 - 3.2.1. Akumulatory cieczowe
 - 3.2.2. Akumulatory ciała stałego
- 3.3. Zasobniki ciepła utajonego
- 3.4. Podziemne magazynowanie ciepła (PMC)
- 3.5. Magazyny ciepła i chłodu w z wymiennikami otworowymi w górotworze

4. Badania regeneracji zasobów ciepła w PMC za pomocą kolektorów słonecznych

- 4.1. Badania kolektorów w warunkach słonecznych
- 4.2. Badania kolektorów w warunkach zacienionych
- 4.3. Badania kolektorów w nocy
- 4.4. Odbiorniki ciepła i chłodu

5. Otworowe wymienniki ciepła

- 5.1. Możliwości wykonywania wymienników otworowych
- 5.2. Parametry otworowych wymienników ciepła
 - 5.2.1. Geologiczne warunki pracy wymienników otworowych
 - 5.2.2. Konstrukcje otworowych wymienników ciepła
 - 5.2.3. Parametry eksploatacyjne otworowych wymienników ciepła
- 5.3. Głębokie otworowe wymienniki ciepła w wybranych krajach

6. Matematyczne modele wymiany ciepła z górotworem

- 6.1. Prosty model źródła liniowego Ingersolla i Plassa
- 6.2. Model źródła cylindrycznego Kevanaugh`a
- 6.3. Model liniowego źródła Harta i Couvillion`a
- 6.4. Model Eskilsona
- 6.5. Analityczny model centrycznego wymiennika otworowego z punktem zwrotnym

- 6.6. Numeryczny model cylindryczny
- 6.7. Matematyczny model centrycznego wymiennika otworowego w układzie kartezyjskim
- 6.8. Modelowanie w środowisku SHEMAT
- 6.9. Modelowanie w środowisku TOUGH2.0
- 6.10. Modelowanie w środowisku ANSYS CFX
- 6.11. Numeryczny model 3D podziemnego magazynu ciepła z wymiennikami otworowymi

7. Wydajność grzewcza otworowych wymienników ciepła

- 7.1. Strumień wymienianej energii
- 7.2. Przewodność cieplna skał
- 7.3. Temperatura górotworu
- 7.4. Test reakcji termicznej
- 7.5. Nowy sposób wyznaczania parametrów z TRT
- 7.6. Test przewodności cieplnej

8. Badania podziemnych magazynów ciepła – metodyka, wyniki i interpretacja

- 8.1. Wyniki TRT wymienników Laboratorium Geoenergetyki
- 8.2. Wyniki TRT otworowych wymienników ciepła
- 8.3. Profilowanie temperatury w wymiennikach otworowych
- 8.4. Badania systemu odśnieżania parkingu
- 8.5. Badania modelu wymiennika otworowego

9. Przykłady modelowania i analizy PMC

- 9.1. Założenia dla modelowania pracy podziemnych magazynów ciepła (PMC)
- 9.2. Prognozy eksploatacji w warunkach zwiększonego poboru ciepła z górotworu
- 9.3. Prognozy eksploatacji w warunkach zwiększonego wprowadzania ciepła do górotworu
- 9.4. Prognozy eksploatacji w warunkach zrównoważenia energetycznego górotworu
- 9.5. Wpływ odległości pomiędzy otworami na wyniki modelowania
- 9.6. Wpływ efektywności pomp ciepła na wyniki modelowania
- 9.7. Analiza liczby wymienników otworowych
- 9.8. Analiza wychłodzenia górotworu

10. Numeryczne modelowanie eksploatacji PMC

- 10.1. Analiza wpływu długości kroku czasowego i przestrzennego na wyniki obliczeń
 - 10.1.1. Konstrukcja siatki
 - 10.1.2. Podstawowe parametry symulacji dla zmiennych kroków przestrzennych
 - 10.1.3. Zrealizowane warianty symulacji próbnych
- 10.2. Profile obciążenia PMC
- 10.3. Wyniki modelowania matematycznego
 - 10.3.1. Ciągłe stałe obciążenie jednokierunkowe
 - 10.3.2. Obciążenie niezbilansowane energetycznie, zmienne co do wartości i kierunku przepływu ciepła
 - 10.3.3. Obciążenie zmienne co do wartości i kierunku przepływu ciepła, zbilansowane energetycznie

11. Wnioski

Literatura