

Автори: В.К. Костенко, О.Л. Зав'ялова, І.В. Скринецька, О.С. Шипика, О. П. Чепак, Ю. І. Філатов;

Источник: Выдано в соответствии с законом Украины Об охране изобретения и полезные модели. заявники і власники ДонНТУ. – № u2014 02110; заявл. 03.03.2014; опубл. 10.07.2014, Бюл. №13.

МПК⁹ F24J3/08

СПОСІБ ВИДОБУВАННЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОГО ТЕПЛА

Корисна модель відноситься до використання геотермальної енергії в системах теплопостачання і може бути використано у комунальному та сільському господарстві.

Відомий спосіб видобування геотермального тепла (патент RU № 2288413, кл. F24J3/08, опубл. 29.04.2005), сутність якого полягає в тому, що в свердловини, яка пронизує товщу ґрунту з температурним градієнтом, по обсадної трубі поступає теплоносій, який циркулює в контурі що використовують для потреб теплопостачання, після обігріву споживача охолоджений теплоносій за допомогою теплового насоса подається в обсадну трубу, а нагрітий - піднімається по концентрично опущеною в обсадної трубі і передає тепло споживачеві. Тепло в теплий період використовується для потреб холодопостачання.

Аналог не дозволяє збільшити коефіцієнт теплопровідності середовища, внаслідок того що ґрунт має постійні термодинамічні характеристики, які визначають стабільно низькі умови теплообміну та значну протяжність свердловини, як наслідок, це призводить до великого обсягу бурових робіт, призводить до подорожчання одержуваної теплової енергії.

Найбільш близьким аналогом по технічній сутності є спосіб видобування геотермального тепла в системах теплопостачання приміщень (Шаповал В.Г., Моркляник Б.В. Основания и фундаменты теплових насосов.- Львов: Сполум. – 2009. – 64с. 10-13 с.), що включає в себе створення котловану на глибині постійної середньорічної температури, укладання ґрунтового колектора, подачу теплоносія в трубопровід, здійснення теплообміну між теплоносієм і холодоагентом в тепловій машині, нагрів холодоагенту в процесі його стиснення і конденсації в тепловій машині, віддача теплоти холодоагенту в приміщення.

Найближчий аналог не дозволяє збільшити коефіцієнт теплопровідності середовища, внаслідок того що ґрунт має постійні та відносно невеликі термодинамічні характеристики, які визначають низькі умови теплообміну та, відповідно, значну

протяжність ґрунтового колектору, по котрому циркулює теплоносія, це призводить до необхідності проведення великого обсягу капітальних робіт для його укладання. Передача тепла ґрунту теплоносію, циркулюючому в трубах, залежить від коефіцієнта теплопровідності ґрунту, який у свою чергу залежить від його властивостей: чим вище вологість, тим він вищий. Ця обставина в посушливих регіонах або при гідроізолюючих властивостях ґрунту може привести до зниження ефективності роботи системи тепlopостачання. Для влаштування колектора необхідні досить великі площі земельних ділянок біля будинків. Ґрунтовий колектор не можна забудовувати, наприклад, гаражем або терасою, поверхню над земляним колектором не можна закупорювати, наприклад, покривати тротуарною плиткою.

Загальними ознаками найбільш близького аналога та способу, що заявляють, являються:

- створення котловану на глибині постійної середньорічної температури;
- укладання труб ґрунтового колектора;
- засипка котловану ґрунтом;
- подача теплоносія в трубопровід;
- здійснення теплообміну між теплоносієм і холодоагентом в тепловій машині;
- нагрів холодоагенту в процесі його стиснення і конденсації в тепловій машині;
- віддача теплоти холодоагенту в приміщення.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення способу видобування геотермальної енергії за рахунок того, що укладання труб ґрунтового колектора здійснюють в середину шару суміші, теплопровідність якої вище, ніж теплопровідність ґрунту, і товщина шару якої складає 3-5 діаметрів труби ґрунтового колектора досягається технічний результат - збільшення коефіцієнта теплопровідності.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі видобування геотермальної енергії, що включає створення котловану на глибині постійної середньорічної температури, укладання труб ґрунтового колектора, засипку котловану ґрунтом, подачу теплоносія в трубопровід, здійснення теплообміну між теплоносієм і холодоагентом в тепловій машині, нагрів холодоагенту в процесі його стиснення і конденсації в тепловій машині, віддачу теплоти холодоагенту в приміщення, **відповідно до корисної моделі**, укладання труб ґрунтового колектора здійснюють в середину шару суміші, теплопровідність якої вище, ніж теплопровідність ґрунту, і товщина шару якої складає 3-5 діаметрів труби ґрунтового колектора.

Указані ознаки складають суть корисної моделі, так як вони є необхідними та достатніми для досягнення технічного результату – збільшення коефіцієнта

теплопровідності середовища, що дозволяє збільшити ефективність передачі тепла теплоносію, в результаті чого відбудеться скорочення капітальних витрат на реалізацію способу через зменшення протяжності трубопроводу і обсягу ґрунту, що виймають.

Причинно-наслідковий зв'язок ознак, які складають суть корисної моделі, із технічним результатом, що досягається, пояснює наступне.

Приклад. Суть запропонованої корисної моделі пояснюється прикладом конкретного виконання способу, де на фіг. 1 зображена схема системи тепlopостачання будівлі, на фіг. 2 - вид зверху системи тепlopостачання будівлі, на фіг. 3 - розріз А-А по фіг. 1.

Видобування тепла для опалювання будівлі 1, у середині якої розташована теплова машина 2 і опалювальний пристрій 3, відбувалося завдяки горизонтальному ґрунтовому колектору 4, який складається з труб 5, які поміщені в шар теплопровідної суміші 6.

Для експериментальних досліджень була обрана типова для ґрунтів Донецької області ділянка. Аналіз температурного режиму на денній поверхні і в глибині ґрунтової товщі показав, що оптимальна глибина закладки ґрунтового колектору 4 - 3,2 м. На цій глибині температура приймає строго позитивні значення, становить від 7 °С у березні до 18°С в серпні. Вміщуючи породи на глибині $H=3,2$ м були представлені піщаником з середнім коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_{en} = 3,4$ *Вт/(м град)*, їх середньорічна температура на глибині 3,2 м складала 12,5°С, температура на поверхні складала 10,1°С. Різниця температур на вході і виході колектора ΔT , яка необхідна для визначення загальної кількості отриманого тепла, в розрахунках для ґрунтових колекторів 4 звичайно приймається рівної 3°С. Питоме знімання тепла такого колектора 4 визначали за формулою:

$$q = \lambda \cdot \Delta T, \text{Вт/м.}$$

для пісковику - $q=10,2$ *Вт/м.*

Теплонеобхідність котеджу площею 120...240 м² в залежності від теплоізоляції - 12 кВт; температура води в системі опалення повинна бути 35 ° С; мінімальна температура теплоносія - +7 ° С. : Для обігріву будівлі 1 обрана теплова машина WPS 140 l Buderus 2 потужністю 14,5 кВт згідно з найближчим більшим типорозміром, що витрачає на нагрівання фреону 3,22 кВт. Теплова потужність, що отримується від низькопотенційного джерела, у якості якого виступє ґрунт Q_o , кВт розраховується як різниця повної потужності теплового насоса 2 Q_{wp} та електричної потужності, що витрачається на нагрівання фреону P :

$$Q_o = Q_{wp} - P, \text{кВт.}$$

Сумарну довжину труб колектора 4 L і загальну площу ділянки розміщення А розраховували за формулами:

$$L = Q_o/q, (m);$$

$$A = L \cdot d_a, (m^2).$$

Тут q – питоме (з 1 м труби) знімання тепла; d_a – крок укладання не менше 0,7...0,8 м.

У якості теплопровідної суміші була обрана для застосування глино-графітна суміш з вмістом графіту 50% ваги через своїх виняткових теплопровідних властивостей (табл. 1) і відносної низької вартості.

Таблиця 1 – Залежність коефіцієнту теплопровідності глино-графітної суміші від відсоткового вмісту графіту

Вміст графіту у суміші, C_{gp} , % вес.	Коефіцієнт теплопровідності суміші, λ , Вт/(м·°С)		Збільшення коефіцієнту теплопровідності суміші, %	
	сухої	вологої	сухої	вологої
0	4,87	6,18	0	0
5	5,1	6,7	4,72	8,4
10	5,7	7,25	17,0	17,3
15	6,69	7,66	37,4	23,9
20	7,69	8,41	57,9	36,08
50	10,17	15,89	108,83	157,12
75	11,9	12,57	144,35	103,40
100	15,57	13,68	219,71	121,36

При цьому питоме знімання тепла такого колектора складе:

$$q = 10,17 \cdot 3 = 30,5 \text{ Вт/м};$$

сумарна довжина труб -

$$L = Q_o/q = 11,28/0,0305 = 370 \text{ м}.$$

Для організації такого колектора 4 достатньо 4 коліна довжиною по 100 м. При кроці укладання 0,75 м необхідна площа ділянки дорівнює:

$$A = 400 \cdot 0,75 = 300 \text{ м}^2.$$

Таким чином, при реалізації запропонованого способу необхідна довжина трубопроводу зменшилася в 2,8 рази, а отже, в 2,8 рази зменшився й обсяг капітальних витрат.

На відстані 0,5 м від зовнішнього краю крони дерева, 1,5 м від питних, каналізаційних і відвідних дощову воду трубопроводів, 1,5 м від фундаментів споруди, 1 м від фундаментів забору викопували 4 траншеї на відстані 0,75 м один від одної глибиною 3,2 м. Потім готували глино-графітну суміш з вмістом графіту 50 % ваг. пастоподібної консистенції за допомогою бетономішалки. Для рівномірного прогріву

теплоносія в трубах 5 земляного колектора 4 товщина шару теплопровідної суміші h , мм була прийнята рівною 4 діаметрів труби 5, так як при значеннях менше 3 діаметрів труби відсутні необхідні значення коефіцієнта теплопровідності, шар висотою більше 5 діаметрів труби робити недоцільно з економічних міркувань. Для труби колектора 4 діаметром 50 мм $h = 200$ мм. Спочатку заповнювали траншею шаром теплопровідної суміші 6 висотою $2/3 h$, уклали труби 5 ґрунтового колектора 4, потім зверху заповнювали траншею сумішшю 6, що залишилася. Через добу, після затвердіння суміші засипали траншеї ґрунтом.

В колектор 4 подавали теплоносій, який підігрівався на декілька градусів за рахунок тепла Землі та ґрунтового тепла і подавався до теплової машини 2, і за допомогою опалювального пристрою 3 досягався обігрів будівлі.

Таким чином, використання пропонованого способу забезпечує збільшення коефіцієнта теплопровідності середовища, що дозволяє збільшити ефективність передачі тепла теплоносію, в результаті чого відбудеться скорочення капітальних витрат на реалізацію способу через зменшення протяжності трубопроводу і обсягу ґрунту, що виймають.

Заявник:

Проректор з

науковій роботи

Є.О. Башков