



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **146859** (13) **U**  
(51) МПК (2021.01)  
**E21B 43/00**  
**F24D 15/00**

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ"

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

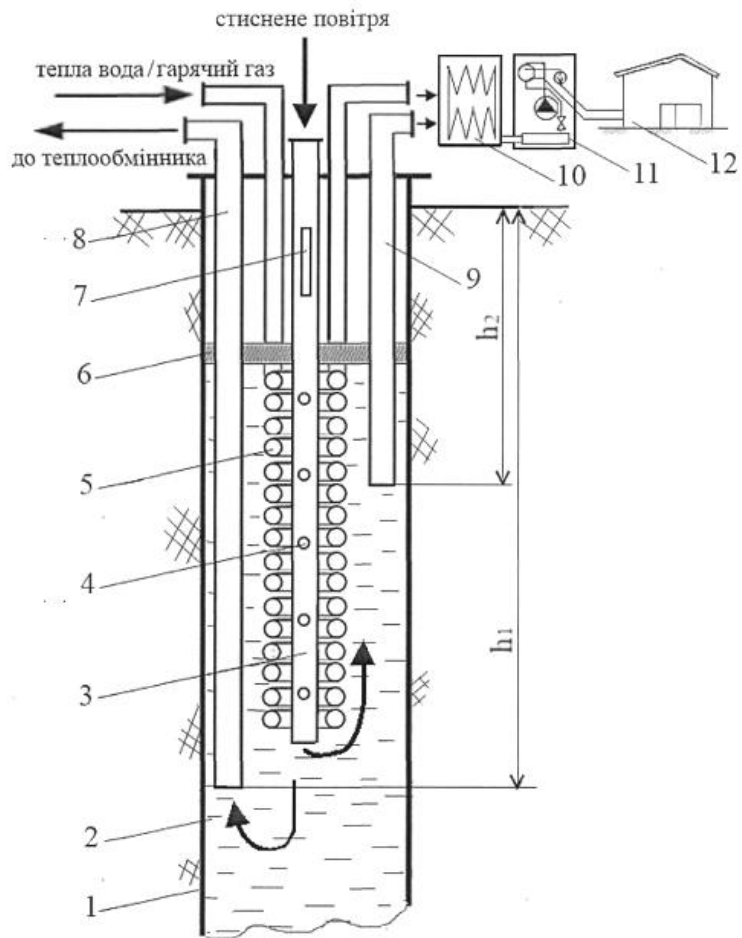
<b>(21)</b> Номер заявки: <b>а 2020 05134</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Гвоздевич Олег Васильович (UA),</b> <b>Кульчицька-Жигайло Леся Зиновіївна</b> <b>(UA),</b> <b>Брик Дмитро Васильович (UA),</b> <b>Подольський Мирослав Романович (UA),</b> <b>Побережський Андрій Володимирович</b> <b>(UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>07.08.2020</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>01.04.2021</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>31.03.2021, Бюл.№ 13</b>	<b>(73)</b> Володілець (володільці): <b>ІНСТИТУТ ГЕОЛОГІЇ І ГЕОХІМІЇ ГОРЮЧИХ</b> <b>КОПАЛИН НАН УКРАЇНИ,</b> вул. Наукова, 3-а, м. Львів, 79060 (UA)

**(54) СИСТЕМА НАКОПИЧЕННЯ ТА ВІДБОРУ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ШАХТНИХ ВОД**

**(57)** Реферат:

Система для накопичення і відбору теплової енергії шахтних вод включає шахтний стовбур з перемичкою над рівнем шахтної води у ньому, нижче якої встановлена колона труб для ерліфтного відкачування води на денну поверхню, теплообмінник для відбору теплової енергії та теплопомпову установку, яка сполучена з тепловим акумулятором і колектором тепла, для передавання теплоносія споживачеві. У шахтний стовбур по його центру додатково встановлена колона труб з можливістю переміщення і перфорацією нижче перемички, навколо неї і нижче перемички облаштовано зміювиковий трубчатий теплообмінник. При цьому щонайменше дві колони труб для ерліфтного підняття води встановлені на різних глибинах, які відповідають різним температурним режимам.

**UA 146859 U**



Корисна модель належить до систем накопичення та/або відбору теплової енергії геотермальних шахтних вод і може бути використана у виведених з експлуатації шахтах для подачі теплоносія споживачеві.

Відомою є система для утилізації геотермального тепла шахти [1], у якій теплу воду збирають у підземному приймальному колодязі в стороні від стовбура шахти, поруч стовбура облаштовані відкачувальні агрегати із засувками для регулювання та подачі води через трубопровід, який проходить через шахтний стовбур. На денній поверхні трубопровід під'єднаний до теплової помпи.

Недоліком відомої системи є перервність її роботи, мала ефективність внаслідок неможливості впливати на температурний режим шахтної води, яку піднімають на поверхню, та потреба в обслуговуванні підземного обладнання, що можливо тільки на діючих шахтах. У такій системі використовують водовідливну систему на діючій шахті.

Найбільш близьким технічним рішенням до корисної моделі за технічною суттю є відома система використання низькопотенційної теплової енергії надр через ліквідовані і затоплені підземні гірничі виробки [2], яка має наступні ознаки, спільні з ознаками пропонованої корисної моделі, а саме:

- затоплений водою стовбур шахти з перемичкою;
- трубопровід для ерліфтного відкачування води на денну поверхню;
- теплообмінник для відбору теплової енергії;

теплопомпова установка, яка сполучена з тепловим акумулятором і колектором тепла для передавання теплоносія споживачеві.

Недоліком відомої системи [2] є теж перервність її роботи, оскільки інтенсивність відбору тепла у відомій системі з часом спадає і навіть призупиняється до тих пір, поки теплота самовільно накопичиться в масиві. Процес накопичення теплоти у відомій системі є неконтрольованим і система працює періодично залежно від випадкових факторів, таких як проникнення та підняття холодних ґрунтових вод при опадах всередину масиву і, як наслідок, призупинення процесу ефективною утилізації тепла, особливо з верхнього горизонту стовбура, і поновлення процесу після тривалої акумуляції тепла у шахтній воді від оточуючих порід. Отже, відома система потребує накопичення тепла, щоб зробити її працездатність стабільною.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення високоефективної системи накопичення та відбору теплової енергії шахтних вод за рахунок підвищення стабільності працездатності та оптимізації процесів накопичення, вилучення та утилізації тепла шахтних вод завдяки підтриманню стабільних температур всередині водного масиву, що забезпечить неперервність процесу.

Поставлена задача вирішується тим, що в систему утилізації теплової енергії шахтних вод, яка включає шахтний стовбур з перемичкою над рівнем шахтної води у ньому, нижче якої встановлена колона труб для ерліфтного відкачування води на денну поверхню, теплообмінник для відбору теплової енергії та теплопомпову установку, яка сполучена з тепловим акумулятором і колектором тепла, для передавання теплоносія споживачеві, згідно з корисною моделлю, у шахтний стовбур по його центру додатково встановлена колона труб з можливістю переміщення і перфорацією нижче перемички, навколо неї і нижче перемички облаштовано змійовиковий трубчатий теплообмінник, а щонайменше дві колони труб для ерліфтного підняття води встановлені на різних глибинах, які відповідають різним температурним режимам.

В джерелах патентної та технічної інформації не виявлено нових ознак, що заявляються, а саме:

- у шахтний стовбур додатково встановлена колона труб з можливістю переміщення;
- рухома колона труб з перфорацією нижче перемички;
- розміщення навколо рухомої колони труб і нижче перемички змійовикового теплообмінника;

встановлення щонайменше двох колон труб для ерліфтного підняття води на різних глибинах, які відповідають різним температурним режимам.

Причинно-наслідковий зв'язок між ознаками, які відрізняють корисну модель, і технічним результатом, який буде досягнуто, полягає в тому, що:

розміщення у шахтному стовбурі по його центру додаткової колони труб з можливістю переміщення дозволяє проводити нагнітання в масив стисненого повітря (або гарячих газів) для ерліфтного підняття теплої шахтної води на денну поверхню, а переміщення центральної колони на різні теплові горизонти води у шахтному стовбурі сприяє підвищенню продуктивності відбору тепла, регулюванню та підтримуванню стабільної температури як при накопиченні енергії тепла, так і при відборі;

- наявність на рухомій колоні труб перфорації нижче перемички (тобто у воді) дозволяє інтенсифікувати ерліфт, подаючи у воду стиснене повітря через перфораційні отвори, а також сприяє перемішуванню води повітрям у стовбурі для вирівнювання температури по його об'єму;

- розташування навколо рухомої колони труб і нижче перемички змійовикового трубчатого теплообмінника, зануреного в воду, дозволяє використовувати пропоновану систему як для накопичення тепла, подаючи через змійовик з денної поверхні, наприклад у літній період часу, скидні гарячі води та/або гарячі гази, отримані, наприклад, з пралень при шахтах, або при дегазації терикону, або відхідні гази з котельні, так і для підігріву шахтної води у стовбурі до технологічно прийнятних параметрів при відборі теплоносія;

- встановлення щонайменше двох колон труб для ерліфтного підняття води на різних висотах, які відповідають різним температурним режимам теж сприяє підвищенню стабільності роботи, коли необхідно вирівнювати температуру теплоносія на поверхні, вводячи в ерліфтну відкачку різні колони труб, або використовувати їх при сумісній роботі. Потреба в декількох ерліфтних колонах труб об'ґрунтовується різними температурами води на різних горизонтах шахтного стовбура: від 15 °C на глибині до 120 м; від 40 °C і вище на глибині понад 500 м; крім того, різниця у температурному режимі шахтної води залежить як від глибини, так і від геологічних факторів залягання порід.

Таким чином, ознаки, які відрізняють пропоновану систему, та характерне їх розміщення надають їй нових властивостей, а саме оптимізують проведення процесів накопичення та відбору теплової енергії шахтних вод, підвищують продуктивність та ефективність системи.

Техніко-економічні переваги технічного рішення полягають в тому, що при використанні нової системи накопичення та відбору теплової енергії шахтних вод зникають витрати на додатковий підігрів теплоносія на поверхні, відбувається вирівнювання температури перед подачею його у теплову помпу, а також підвищується рентабельність роботи пропонованої системи. Крім того, пропонована система повною мірою стосується систем з використанням низьковуглецевих технологій і при її використанні не виділяються шкідливі "парникові гази", як при отриманні теплоносіїв методами спалювання горючих копалин.

Запропонована корисна модель пояснюється кресленням, де показана частина підземної гірничої виробки - шахтного стовбура, затопленого водою, ліквідованої шахти з системою накопичення та відбору теплової енергії шахтних вод.

Система накопичення та відбору теплової енергії шахтних вод включає підземну гірничу виробку - шахтний стовбур 1, більша частина якого затоплена водою 2, у яку встановлено колону труб 3 з перфораційними отворами 4. Навколо колони 3 розміщено теплообмінник-змійовик 5, який над перемичкою 6 переходить у прямі трубопроводи. У колону 3 встановлений занурний свердловинний теплогенератор 7 для періодичного підігріву змійовика 5. Ерліфтна колона труб 8 встановлена глибше - на глибину  $h_1$ , яка відповідає вищому температурному режимові  $T_1$ , ніж ерліфтна колона труб 9, - до глибини  $h_2$  з меншим температурним режимом  $T_2$ . На денній поверхні колони 8, 9 підключені до резервуара відстою теплоносія з теплообмінником 10 для відбору теплової енергії та подачу теплоносія на теплопомпову установку 11, а далі - до споживача 12 теплової енергії.

Система накопичення та відбору теплової енергії шахтних вод працює наступним чином.

Приклад. У шахтному стовбурі 1 ліквідованої вугільної шахти, який заповнений водою 2, монтують систему для накопичення та відбору теплової енергії з поверхневими комунікаціями для утилізації енергії тепла. У стовбур 1 вода надходить з підземних виробок та з денної поверхні з ґрунтовими водами. Тому температурний режим масиву води 2 є нестабільним і для відбору її теплової енергії виникає задача стабілізувати та підвищувати температуру води 2 у стовбурі 1. У літній період система працює переважно як накопичувач тепла. Для цього з поверхні землі по теплообміннику - змійовику 5, облаштованому навколо колони труб 3, подають гарячі гази, отримані при дегазації вугільного терикону, або теплу воду з господарських будівель (пралень) шахт з температурою  $T_{гв}$  вище, ніж температура шахтної води навколо ерліфтної колони труб 8, встановленої на глибину  $h_1$  і ерліфтної колони труб 9, яка встановлена на глибині  $h_2$ . У цей час ерліфтні колони труб 8, 9 закриті на водовідлив засувками (на кресл. не показано). Між теплоносієм у змійовику 5 та масивом шахтної води 2 відбувається теплообмін, вода 2 у стовбурі 1 нижче перемички 6 нагрівається, що фіксують давачами на поверхні. Переміщення колони 3 на різні теплові горизонти води у шахтному стовбурі сприяє підвищенню продуктивності накопичення теплової енергії, дозволяє регулювати та підтримувати стабільну температуру у масиві 2, вирівнювати температури  $T_1$  і  $T_2$ . Для інтенсифікації накопичення енергії тепла, крім вертикального переміщення, всередину колони 3 вище перемички 6 встановлюють свердловинний пальник/тепловий генератор 7 газів, які при його періодичній роботі через перфораційні отвори 4 надходять у масив води 2, підігріваючи її, а також сприяють

перемішуванню води 2 у стовбурі 1 і вирівнюванню температур  $T_1$ ,  $T_2$  води 2. У випадку, коли теплогенератор 7 не використовують, у колоні 3 вводять скидні гарячі гази, які подають одночасно і через змійовик 5, як наведено вище. У процесі накопичення тепла у водному масиві 2 поверхневі устаткування, такі як теплообмінник 10 та теплову помпу 11, не використовують, проте в окремих випадках, коли від споживача 12 (наприклад, овочесховище) у літній період потрібен відвід тепла, тоді задіюють теплообмінник 10 і теплову помпу 11, охолоджуючи приміщення споживача 12.

У випадку, коли система працює для відбору тепла, переважно в осінньо-зимовий період часу, у роботу запускають ерліфтні колони 8 і 9, піднімаючи шахтну воду 2 на поверхню. При цьому теплообмінник-змійовик 5 працює, як описано вище. Наявність декількох ерліфтних колон 8, 9 (їх може бути і більше, ніж показано на кресл.) труб обґрунтовується різними температурами води на різних горизонтах шахтного стовбура: від  $15^{\circ}\text{C}$  на глибині до 120 м; від  $40^{\circ}\text{C}$  і вище на глибині понад 500 м. Різниця у температурному режимі залежить як від глибини залягання, геологічних факторів залягання порід, так і від пори року, тому у роботу вводять різні ерліфтні колони труб 8 або труб 9, або використовують їх при сумісній роботі. Отриману шахтними водами теплову енергію відбирають теплообмінником 10 і передають споживачеві 12 через тепловий насос 11, який дозволяє підняти температуру теплої води у вихідному мережевому контурі водопостачання споживача вище  $+50^{\circ}\text{C}$ . Далі система працює як описано у відомих способах [1, 2]. Шахтну воду, яка проходить через вхідний контур теплообмінника, направляють в очисні споруди, в яких вода піддається фільтрації від забруднення. Оскільки приплив води 2 у підземні гірничі виробки відбувається безперервно, тому при підході води 2 до перемички 6 у разі потреби проводять її відкачку через колонію труб 3, утилізуючи теж теплову енергію на денній поверхні.

Таким чином, запропонована корисна модель дозволяє виконати поставлену задачу шляхом підвищення стабільності та оптимізації процесів накопичення, вилучення і утилізації теплової енергії шахтних вод за рахунок підтримання стабільних температур всередині масиву, що забезпечить неперервність процесу накопичення і відбору тепла шахтних вод. Крім того, при використанні запропонованої системи накопичення та відбору тепла шахтних вод покращують стан довкілля та зменшують "парниковий ефект" оскільки при роботі запропонованої системи не виділяються шкідливі "парникові гази", як при отриманні теплоносіїв традиційними методами з використанням горючих копалин.

Джерела інформації:

1. Гошовський С.В., Чернокур, І.Г., Сиротенко П.Т., винахідники (2010). Спосіб отримання геотермальної енергії. Україна, патент на винахід 91732, F24J 3/08 (2006.01) 25 серпня 2010, Бюл. № 16, 2010 р.

2. Гонэт А., Васючков Ю.Ф., & Слива Т. (2004). Использование тепловой энергии недр через ликвидированные горные выработки. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), (11), 52-55 - ближайший аналог.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Система для накопичення і відбору теплової енергії шахтних вод, яка включає шахтний стовбур з перемичкою над рівнем шахтної води у ньому, нижче якої встановлена колона труб для ерліфтного відкачування води на денну поверхню, теплообмінник для відбору теплової енергії та теплопомпу установку, яка сполучена з тепловим акумулятором і колектором тепла, для передавання теплоносія споживачеві, яка **відрізняється** тим, що у шахтний стовбур по його центру додатково встановлена колона труб з можливістю переміщення і перфорацією нижче перемички, навколо неї і нижче перемички облаштовано змійовиковий трубчатий теплообмінник, а щонайменше дві колони труб для ерліфтного підняття води встановлені на різних глибинах, які відповідають різним температурним режимам.

