

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО**(12) Описание изобретения**
К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

1

(21) 2602258

(22) 08.04.2026

(46) Бюл. 233, 2026

(71) Давлатшоев Саломат Каноатшоевич (TJ)

(72) Мирзоева Бунафша Мирзоевна (TJ),

Давлатшоев Саломат Каноатшоевич (TJ)

(73) Давлатшоев Саломат Каноатшоевич (TJ)

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ
ГЕОТЕПЛОЙ ЗАВЕСЫ В ЗЕМНОЙ КОРЕ

(56)

1. Дьяконов Д. И., Леонтьев Е.И., Кузнецов Г.С.
Общий курс геофизических исследований скважин.
М.: Недра, 1984. -432 с.2. Бондаренко В.М., Демура Г.В., Ларионов А.М.
Общий курс геофизических методов разведки. - М.:
Недра, 1986. -453 с.3. Евразийский патент № 050392, от 18 июля 2024г.
Способ определения расположения геотепловой
завесы в земной коре.(57) Изобретение относится к области геофизических
исследований Земли, а именно к способам
определения распределения температуры в земной
коре по глубине и выявления положения геотепловой
завесы.

Сущность изобретения заключается в том, что
в заранее выбранном участке земной коры,
характеризующемся повышенной
теплопроводностью пород, бурят скважину глубиной
до 40 м и устанавливают в ней термодатчик,
состоящую из пяти датчиков температуры T1-T5,
размещённых с шагом от 1 до 5 м. Датчики
подключают к беспроводному блоку приёма и
передачи данных, обеспечивающему передачу
результатов измерений в центр обработки данных.
После установки термодатчика проводят два цикла

2

измерения температуры: первое измерение
выполняют в утреннее время до восхода Солнца,
второе - при максимальном зенитном положении
Солнца. По результатам измерений формируют
первое и второе эмпирические уравнения
распределения температуры по глубине. Совместный
анализ указанных уравнений позволяет определить
глубину расположения геотепловой завесы,
разделяющей зону преимущественного влияния
солнечного теплового потока и зону влияния
глубинного теплового потока, поступающего из недр
Земли:

$$T_{1-5}(i, j) = a_i h(i, j) + b_i,$$

$$T_{1-5}(k, n) = a_k h(k, n) + b_k,$$

где, a_i, b_i, a_k, b_n – коэффициенты
эмпирического уравнения, h – глубина наблюдения
изменения температуры по скважине, T_{1-5} – датчики
температуры, $i, k = 1 \div n$ – индекс выведения
эмпирического уравнения, $j, n = 1 \div 5$ – количество
точек измерения величины температуры по которым
, выводятся эмпирическое уравнение.

Решая уравнение, можно определить глубину
расположения тепловой завесы определяющей
минимальную температуру $T_{тз}$:

$$h(i, j) = (T_{1-5}(i, j) - b_i) / a_i,$$

$$h(k, n) = (T_{1-5}(k, n) - b_k) / a_k,$$

где, a_i, b_i, a_k, b_n – коэффициенты
эмпирического уравнения, $h(i, j) = h(k, n)$ – глубина
расположения геотепловой завесы равной
минимальной температуре $t_{тз}$.

Изобретение относится к области геофизических средств исследования Земли, а именно к способам оценки распределения температуры в земной коре по глубине и определению положения геотепловой завесы.

Изменение климата проявляется в повышении средней глобальной температуры, таянии ледников, повышении уровня Мирового океана и изменении режима теплообмена между природными системами. Эти процессы приводят к изменению режима выпадения атмосферных осадков, возникновению температурных аномалий и увеличению частоты экстремальных природных явлений, таких как ураганы, наводнения, лесные пожары и засухи.

Влияние глобального потепления на климат территории Республики Таджикистан подтверждается многолетними наблюдениями метеорологических станций.

Наряду с исследованиями изменений температуры приземного слоя атмосферы, выполняемыми гидрометеорологическими станциями, актуальным является изучение изменений теплового поля земной коры. Разработка современных методов и средств контроля теплового состояния земной коры позволит получить дополнительные сведения о суточных, сезонных, годовых и многолетних процессах теплообмена между солнечным излучением, земной корой и атмосферой.

В настоящее время естественное тепловое поле Земли изучается методами геотермической разведки.

Геотермическая разведка (терморазведка) представляет собой совокупность геофизических методов исследования естественного теплового поля Земли, применяемых для изучения ландшафтов, термического режима земной коры и верхней мантии, поиска геотермальных ресурсов, а также решения поисково-разведочных, инженерно-геологических и гидрогеологических задач.

Тепловое поле Земли формируется под воздействием внутренних и внешних источников тепла и определяется теплофизическими свойствами горных пород. При проведении терморазведки регистрируют радиотепловое и инфракрасное излучение земной поверхности, измеряют температуру, её вертикальный градиент и плотность теплового потока. Пространственное распределение указанных параметров по площади и глубине несёт информацию о термических условиях и геологическом строении исследуемой территории [1, 2].

Наиболее близким (прототипом) является способ определения расположения геотепловой завесы в земной коре, заключающийся в том, что в заранее выбранном месте земной коры пробуривают скважину глубиной до 200 метров и устанавливают в ней термокосу, состоящую из двух групп датчиков температуры по пять датчиков в каждой группе, где шаг между датчиками первой группы T_1 - T_5 находящейся в начале термокосы, составляет от одного до пяти метров и шаг между датчиками второй группы T_6 - T_{10} находящейся в конце термокосы составляет 10 метров, которые

подключаются к беспроводному блоку приёма и передачи данных (ББППД), причем указанный блок передаёт данные в центр обработки данных и по полученным данным первой и второй группы датчиков температуры T_1 - T_5 и T_6 - T_{10} составляют первое и второе эмпирические уравнения [3].

Недостатком известных способов является высокая стоимость проведения исследований, обусловленная необходимостью выполнения значительного объёма геофизических измерений и длительных наблюдений.

Задачей предлагаемого изобретения является повышение достоверности определения распределения температуры в земной коре, определение точного положения геотепловой завесы, а также обеспечение возможности оперативного анализа суточных, сезонных, годовых и многолетних изменений её положения.

Указанная задача решается путём измерения температуры по стволу скважины в приповерхностной части земной коры в два различных временных интервала: до восхода Солнца и в период максимального зенитного положения Солнца (в полдень). По результатам измерений строят два эмпирических уравнения распределения температуры по глубине. Совместное решение указанных уравнений позволяет определить положение геотепловой завесы в земной коре.

Сущность предлагаемого способа поясняется чертежами и таблицами, где:

- фиг. 1 - схема размещения датчиков температуры T_1 - T_5 в скважине;

- фиг. 2 - графики распределения температуры по стволу пьезометрической скважины П-27, полученные 5 июля 2011 года в 6:00 и 13:00;

- фиг. 3 - графики распределения температуры в приповерхностной части пьезометрической скважины П-27, полученные 5 июля 2011 года в 6:00 и 13:00;

- таблица 1 - результаты измерений температуры по глубине пьезометрической скважины П-27;

- таблица 2 - параметры эмпирических уравнений распределения температуры по глубине и результаты определения положения геотепловой завесы.

Сущность способа заключается в том, что в заранее выбранном участке земной коры, характеризующемся породами с максимальной теплопроводностью, бурят скважину глубиной до 40 м и устанавливают в ней термокосу, состоящую из пяти датчиков температуры T_1 - T_5 . Датчики размещают с шагом от 1 до 5 м и подключают к беспроводному блоку приёма и передачи данных (ББППД), который обеспечивает передачу измеренных данных в центр обработки данных.

После установки термокосы проводят два цикла измерения температуры. Первое измерение выполняют в утреннее время до восхода Солнца, а второе - при максимальном зенитном положении Солнца (в полдень). На основании данных, полученных в результате первого и второго измерений, формируют соответственно первое и

второе эмпирические уравнения распределения температуры по глубине:

$$T_{1-5}(i, j) = a_i h(i, j) + b_i,$$

$$T_{1-5}(k, n) = a_k h(k, n) + b_k,$$

где, a_i, b_i, a_k, b_n – коэффициенты эмпирического уравнения,
 h – глубина наблюдения изменения температуры по скважине,
 T_{1-5} – датчики температуры,
 $i, k = 1 \div n$ – индекс вывода эмпирического уравнения,
 $j, n = 1 \div 5$ – количество точек измерения величины температуры по которым, выводятся эмпирическое уравнение.

Решая уравнение, определяют глубину расположения тепловой завесы определяющей минимальную температуру $T_{тз}$:

$$h(i, j) = (T_{1-5}(i, j) - b_i) / a_i,$$

$$h(k, n) = (T_{1-5}(k, n) - b_k) / a_k,$$

где, a_i, b_i, a_k, b_n – коэффициенты эмпирического уравнения; $h(i, j) = h(k, n)$ – глубина расположения геотепловой завесы равной минимальной температуре $t_{тз}$.

Совместное решение первого и второго эмпирических уравнений позволяет определить положение геотепловой завесы в земной коре.

Пример. Процесс теплопереноса водным потоком и изменения температуры по глубине был исследован геотермическим методом в основании строящейся Рогунской ГЭС по данным пьезометрических скважин, расположенных на левобережном участке реки Вахш.

В таблице 1 приведены значения распределения температуры по стволу пьезометрической скважины П-27, измеренные в июле 2011 года в 6:00 утра и в 13:00 дня, когда река Вахш ещё не была перекрыта и протекала по своему естественному руслу. Глубина скважины составляла 23 м.

На фиг. 2 и фиг. 3 представлены графики распределения температуры по стволу пьезометрической скважины П-27, а также в её приповерхностной части. Из графиков следует, что вследствие суточных изменений температуры атмосферы распределение температуры, измеренное в 6:00 и 13:00, существенно различается в верхней части пьезометра. Указанное различие обусловлено теплообменом между приповерхностными слоями земной коры и атмосферным воздухом.

Анализ графиков показывает, что в обводнённой части пьезометра резкое изменение температуры наблюдается на глубине 10–12 м. Ниже глубины 12 м температура изменяется более равномерно и характеризуется устойчивым линейно возрастающим трендом.

Установленная граница резкого изменения температурного градиента соответствует зоне активного теплопереноса подземными водами и может рассматриваться как положение геотепловой завесы.

Водный поток в русле реки осуществляет интенсивный теплообмен с окружающими горными породами и обладает выраженной способностью к теплопереносу. В результате этого происходит отвод тепловой энергии из прилегающего массива пород.

На глубине около 12 м наблюдается относительно стабильная минимальная температура. Резкое снижение температуры в данном интервале глубин обусловлено преимущественно переносом тепла водным потоком, протекающим в русле реки. Течение воды способствует интенсивному отводу тепла из окружающих пород, что приводит к формированию зоны пониженных температур, фиксируемой геотермическими измерениями.

Указанная зона резкого изменения температурного режима может быть использована в качестве индикатора положения геотепловой завесы.

Земная кора характеризуется относительно стабильными значениями теплопроводности в пределах исследуемого геологического массива. Независимо от суточных изменений интенсивности солнечного излучения теплофизические свойства пород приповерхностной части земной коры изменяются незначительно.

Поглощённая поверхностью Земли энергия солнечного излучения преобразуется в тепловую энергию и формирует нисходящий тепловой поток $q_{z-тпсн}$, который распространяется в глубь земной коры и расходуется на нагрев её приповерхностной части. Одновременно часть накопленной тепловой энергии посредством молекулярной теплопроводности, конвективного теплообмена и водовоздушного переноса возвращается в атмосферу. При распространении в глубь земной коры тепловой поток $q_{z-тпсн}$ встречается со встречным восходящим тепловым потоком $q_{z-тпнз}$, поступающим из недр Земли. В результате взаимодействия указанных тепловых потоков формируется переходная зона, характеризующаяся резким изменением температурного градиента.

Указанная переходная зона представляет собой геотепловую завесу, разделяющую земную кору на две области: зону преимущественной аккумуляции солнечной энергии в приповерхностной части и зону преимущественного влияния глубинного теплового потока, поступающего из недр Земли. Положение геотепловой завесы определяется совокупностью факторов, включая интенсивность солнечного излучения, скорость и расход водного потока в русле реки, теплопроводность пород земной коры, теплоёмкость подземных вод и величину восходящего теплового потока из недр Земли.

Таким образом, предлагаемый способ позволяет определять глубину расположения геотепловой завесы, оценивать мощность зоны аккумуляции солнечной энергии в приповерхностной части земной коры, формировать эмпирические уравнения распределения температуры для любого заданного момента времени и выявлять закономерности изменения температурного режима земной коры в процессе наблюдений.

Формула изобретения

Способ определения расположения геотепловой завесы в земной коре, включающий бурение скважины, установку в ней термокосы, содержащей пять датчиков температуры, размещённых с интервалом от 1 до 5 м и подключённых к беспроводному блоку приёма и передачи данных (ББПД), при этом указанный блок обеспечивает передачу данных в центр обработки данных, **отличающийся тем, что** скважину бурят на глубину до 40 м, после чего в ней размещают термокосу, далее выполняют два цикла измерения температуры, причем первое измерение проводят в утреннее время до восхода Солнца, а второе - в период максимального зенитного положения Солнца, а по результатам первого и второго измерений получают соответственно первый и второй массивы значений температуры по глубине, на основании которых формируют первое и второе эмпирические уравнения распределения температуры по глубине:

$$T_{1-5}(i, j) = a_i h(i, j) + b_i,$$

$$T_{1-5}(k, n) = a_k h(k, n) + b_k,$$

где, a_i, b_i, a_k, b_k – коэффициенты эмпирического уравнения; h – глубина наблюдения изменения температуры по скважине; T_{1-5} – датчики температуры; $i, k = 1 \div n$ – индекс вывода эмпирического уравнения;

$j, n = 1 \div 5$ – количество точек измерения величины температуры по которым, выводятся эмпирическое уравнение, решая уравнение, определяют глубину расположения тепловой завесы определяющей минимальную температуру $T_{тз}$:

$$h(i, j) = (T_{1-5}(i, j) - b_i) / a_i,$$

$$h(k, n) = (T_{1-5}(k, n) - b_k) / a_k,$$

где, **a_i, b_i** , a_k, b_k – коэффициенты эмпирического уравнения; $h(i, j) = h(k, n)$ – глубина расположения геотепловой завесы равной минимальной температуре $t_{тз}$.

Таблица 1.
Результаты измерений температуры по глубине пьезометрической скважины П-27

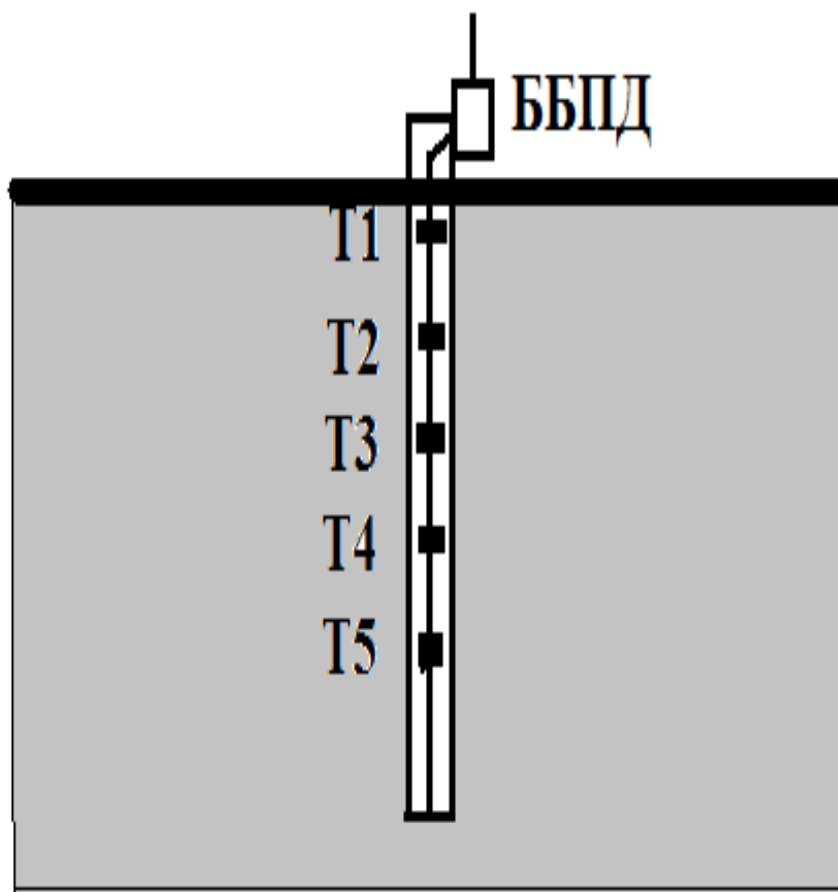
№ п/п	Глубина замера (м)	Июль 2011г.	
		6-00 утра	13-00 полдня
1	2	23,303	30,734
2	4	21,401	26,747
3	6	19,499	22,76
4	8	17,02	19,076
5	10	15,54	16,391
6	12	14,021	14,25
7	14	14,041	14,257
8	15	14,19	14,318
9	16	14,19	14,314
10	17	14,19	14,314
11	18	14,16	14,289
12	19	14,16	14,289
13	20	14,16	14,289
14	21	14,16	14,289
15	22	14,256	14,364
16	23	14,256	14,364
17	24	14,256	14,363
18	25	14,363	14,39
19	26	14,363	14,39
20	27	14,363	14,39
21	28	14,49	14,41
22	29	14,49	14,41
23	30	14,49	14,41

Таблица 2.

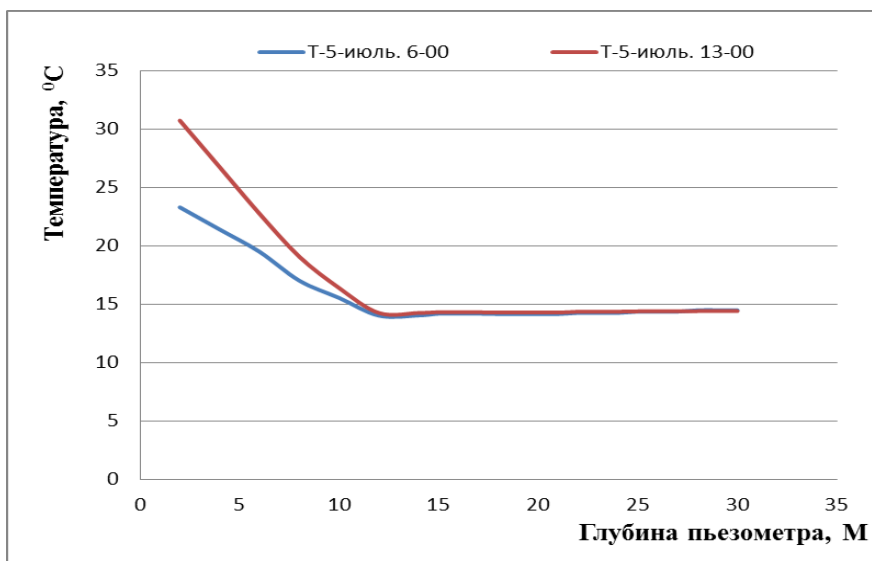
Параметры эмпирических уравнений распределения температуры по глубине и результаты определения положения геотепловой завесы.

№ п/п	Глубина замера (м)	Июль 2011г.	
		6-00 утра	13-00 полдня
1	2	23,303	30,734
2	4	21,401	26,747
3	6	19,499	22,76
4	8	17,02	19,076
5	10	15,54	16,391
6	12	14,021	14,25

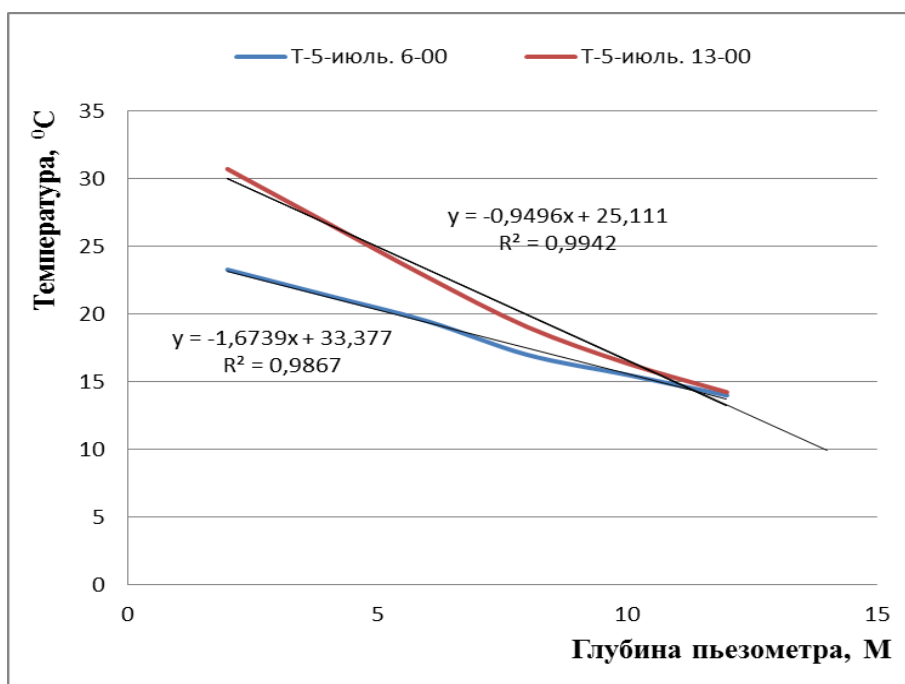
СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ ГЕОТЕПЛОВОЙ ЗАВЕСЫ В ЗЕМНОЙ КОРЕ



Фиг. 1.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

Компьютерный набор: Газиев М.