

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ  
№ 2755770

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ПЛАСТИЧНО-МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» (RU)*

Авторы: *Махно Даниил Андреевич (RU), Агиней Руслан Викторович (RU), Белоусов Артём Евгеньевич (RU), Пужайло Александр Федорович (RU)*

Заявка № 2021106482

Приоритет изобретения **12 марта 2021 г.**

Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре изобретений  
Российской Федерации **21 сентября 2021 г.**

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает **12 марта 2041 г.**

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Г. П. Ивлиев*





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*E02D 3/115 (2021.05)*

(21)(22) Заявка: 2021106482, 12.03.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
12.03.2021

Дата регистрации:  
21.09.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.03.2021

(45) Опубликовано: 21.09.2021 Бюл. № 27

Адрес для переписки:  
199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный  
университет", Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Махно Даниил Андреевич (RU),  
Агиней Руслан Викторович (RU),  
Белоусов Артём Евгеньевич (RU),  
Пужайло Александр Федорович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Санкт-Петербургский горный  
университет» (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: US 3217791 A, 16.11.1965. RU 108051  
U1, 10.09.2011. RU 2556591 C1, 10.07.2015. RU  
2168584 C2, 10.06.2001. DE 3112291 A1,  
07.10.1982.

## (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ ПЛАСТИЧНО-МЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

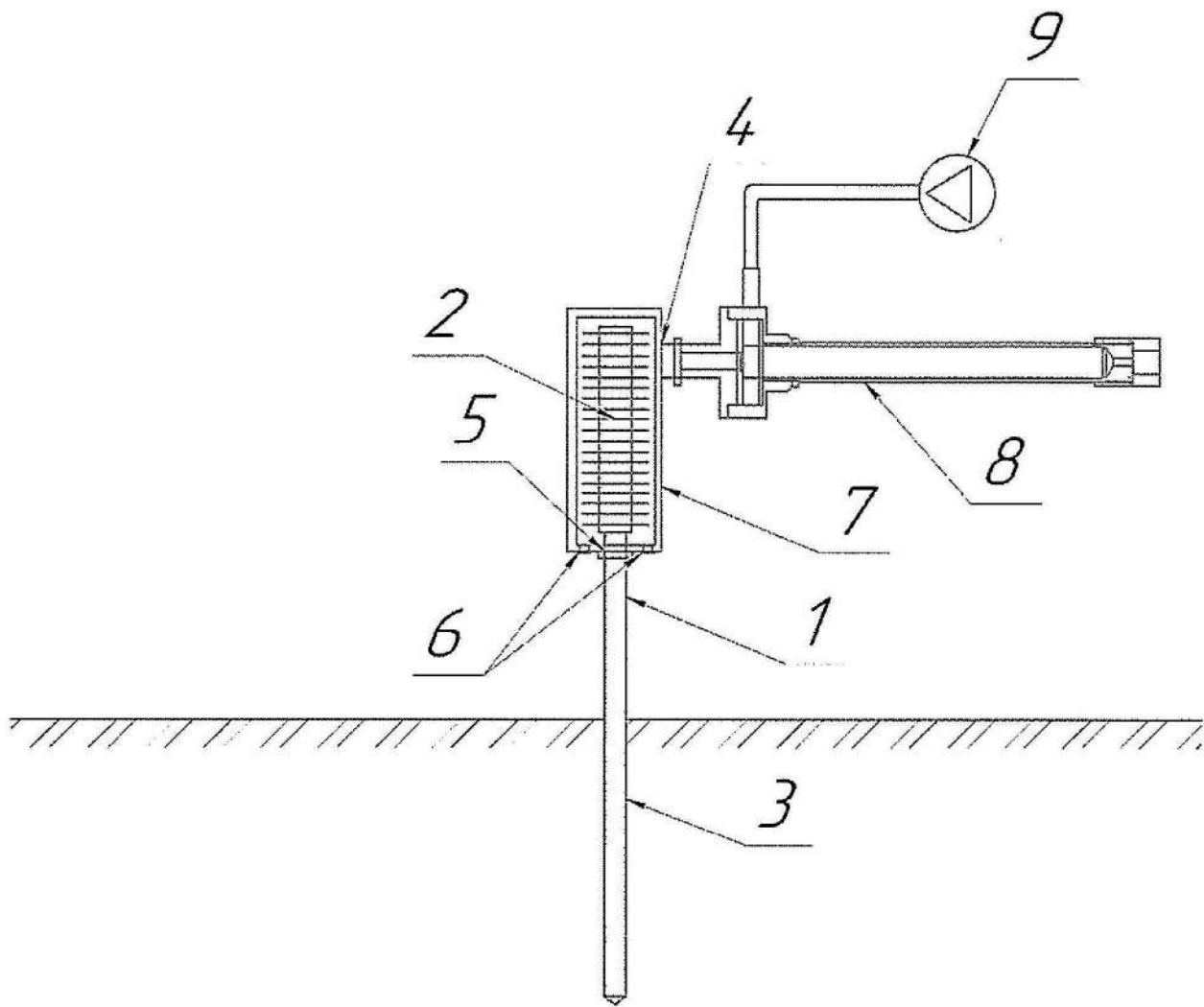
(57) Реферат:

Изобретение относится к области строительства, а именно к устройствам для охлаждения и замораживания грунта, используемым при строительстве инженерных сооружений, возводимых в районах вечной мерзлоты. Техническим результатом изобретения является повышение эффективности работы устройства за счет стимуляции работы устройства при положительных температурах воздуха. Технический результат достигается тем, что устройство для охлаждения пластично-мерзлых грунтов включает заполненный двухфазным хладагентом корпус и конденсаторную часть, при

этом кожух через монтажное отверстие, которое выполнено в его в нижней части, установлен на конденсаторную часть и закреплен при помощи замка, при этом в нижней части кожуха выпилены выходные отверстия, в боковой поверхности верхней части кожуха выполнено монтажное отверстие, в которое установлен входной патрубок кожуха и закреплен при помощи замка, вихревая труба с возможностью съема соединена с входным патрубком кожуха, а компрессор через гибкий шланг соединен с возможностью съема с заверителем. 1 ил.

RU 2 755 770 C1

RU 2 755 770 C1



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*E02D 3/115 (2021.05)*

(21)(22) Application: **2021106482, 12.03.2021**

(24) Effective date for property rights:  
**12.03.2021**

Registration date:  
**21.09.2021**

Priority:

(22) Date of filing: **12.03.2021**

(45) Date of publication: **21.09.2021** Bull. № 27

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU  
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet",  
Patentno-litsenziionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Makhno Daniil Andreevich (RU),  
Aginei Ruslan Viktorovich (RU),  
Belousov Artem Evgenevich (RU),  
Puzhailo Aleksandr Fedorovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi  
universitet» (RU)**

(54) **DEVICE FOR COOLING PLASTIC-FROZEN SOIL**

(57) Abstract:

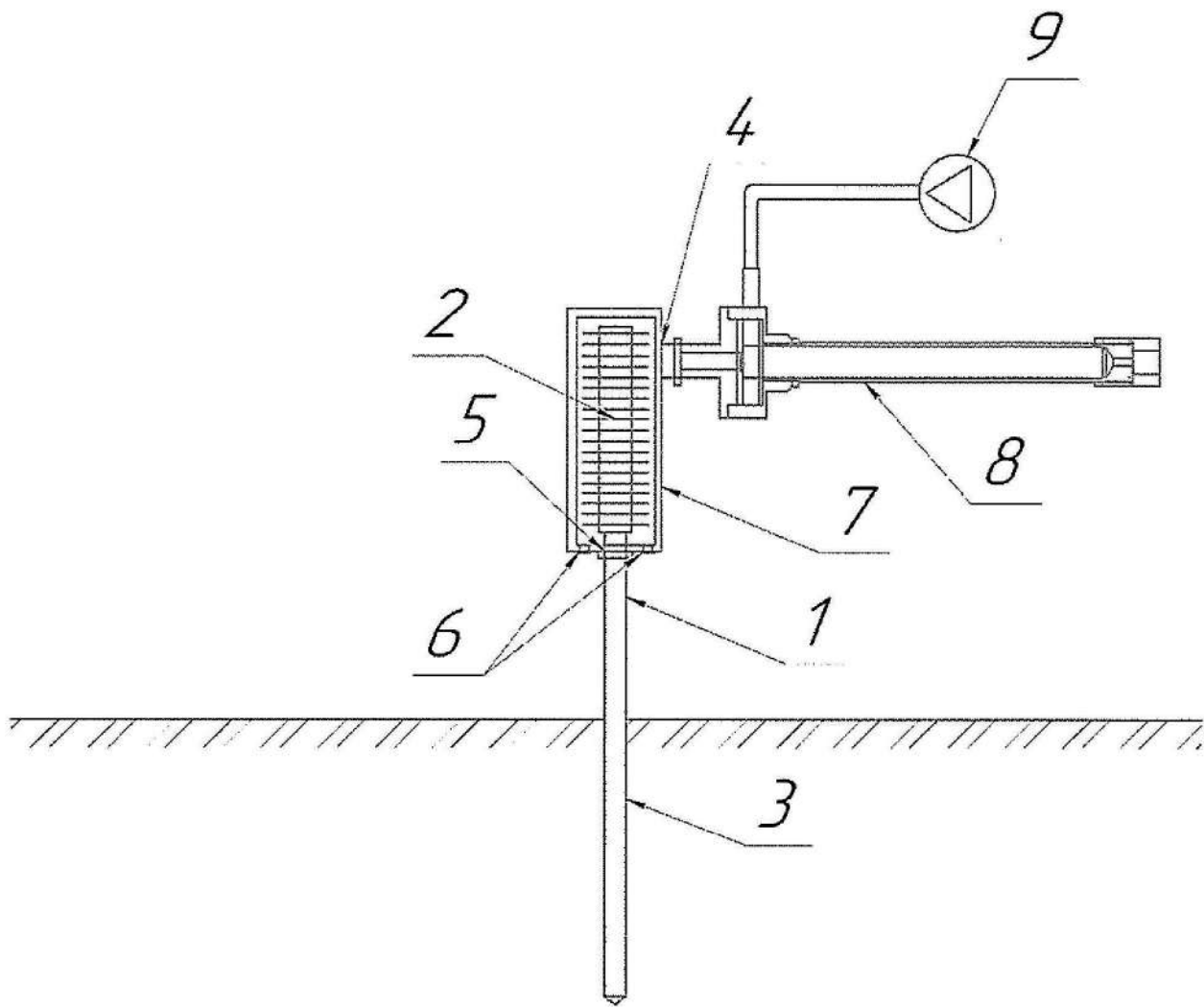
FIELD: construction.

SUBSTANCE: invention relates to the field of construction, namely to devices for cooling and freezing soil used in the construction of engineering structures erected in permafrost regions. The effect is achieved in that the device for cooling plastic-frozen soils includes a housing filled with a two-phase refrigerant and a condenser part, while the casing is installed on the condenser part through the mounting hole, which is made in its lower part, and fixed with a lock, while in outlet holes are cut out in the lower part of the casing,

a mounting hole is made in the side surface of the upper part of the casing, into which the casing inlet pipe is installed and secured with a lock, the vortex tube is removably connected to the casing inlet pipe, and the compressor is removably connected through a flexible hose to witness.

EFFECT: increasing the efficiency of the device by stimulating the operation of the device at positive air temperatures.

1 cl, 1 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к области строительства, а именно к устройствам для охлаждения и замораживания грунта, используемым при строительстве инженерных сооружений, возводимых в районах вечной мерзлоты. Устройство позволяет осуществлять аккумуляцию холода в грунте вне зависимости от температуры атмосферного воздуха за счет применения вихревого эффекта энергоразделения воздуха и создания градиента температур между грунтом и наружным воздухом, являющегося обязательным условием работы устройства.

Известно устройство для аккумуляции холода в грунте (Патент № 2145989 РФ, опубл. 27.02.2000 г.), представляющее собой частично заглубленный в грунт и заполненный двухфазным хладагентом корпус, подземная часть которого является испарителем, а надземная - конденсатором, снабженным элементами термического воздействия в виде, выполненными в виде термоэлектрического модуля, образующих вместе последовательную батарею элементов Пельтье.

Недостатками данного устройства является то, что для создания требуемого температурного эффекта требуется использование элементов Пельтье больших размеров с радиатором соответствующих размеров, что приводит к увеличению общего веса и, как следствие, напряжений в конструкции.

Известно устройство для температурной термостабилизации многолетнемерзлых грунтов (Патент № 2556591 РФ, опубл. 10.07.2015 г.), характеризующееся тем, что содержит термостабилизатор на основе двухфазного термосифона, включающего надземную конденсаторную часть и подземные транспортную и испарительные части, размещенные в гильзе с хладагентом, представляющей собой полый цилиндрический корпус с дном и герметизирующим элементом на верхнем конце с отверстием для установки термостабилизатора, при этом герметизирующий элемент представляет собой разъемное сальниковое уплотнение, которое состоит из опорного кольца, установленного на выполненную в гильзе круговую ступеньку, нажимного кольца и уплотнительных колец из терморасширенного графита, зажатых между ними.

Недостатком данного устройства является большое количество уплотнительных элементов, что усложняет конструкцию устройства и уменьшает его общую надежность.

Известно устройство для аккумуляции холода, включающее трубу (Патент РФ № 77617 опубликовано: 27.10.2008 г.), заполненную хладагентом и состоящую из испарителя, конденсатора, состоящего из двух конденсаторных зон, компрессорно-конденсаторный агрегат, соединенный нагнетательным и отводящим трубопроводами с трубопроводом, выполняющим роль испарителя, выполненным в виде трубки эллипсного сечения, плотно навитой на конденсатор, отличающееся тем, что труба выполнена в виде термосваи и помещена в предварительно размещенную в грунте стальную трубу, в испарительной зоне которой расположен испаритель, заполненный хладагентом, который через промежуточную трубу соединен с воронкой, выполненной с трапециевидными отверстиями с размерами и бортиком, причем бортик направлен в сторону движения пара для сбора испаряющихся паров и поступления их в зоны конденсации, зона между стальной трубой и термосваей в испарительной зоне на глубине грунта заполнена незамерзающей жидкостью для увеличения теплопроводности термосваи.

Недостатком данного устройства является низкая устойчивость опор, установленных в замороженном грунте, что приводит к низкой несущей способности конструкции в целом.

Известно устройство для стабилизации оснований сооружений на мерзлых грунтах (Патент RU № 181403, опубл. 12.07.2018 г.), состоящее из конденсатора и размещенных

в отсыпке грунта основания произвольного числа испарителей, связанных с конденсатором трубопроводами подачи и отвода теплоносителя, отличающееся тем, что подземные участки трубопроводов подачи и отвода теплоносителя выполнены наклонными, при этом наклонный участок трубопроводов подачи теплоносителя в испаритель расположен ниже уровня испарителя, а уровень трубопроводов отвода теплоносителя выше уровня испарителя.

Недостатками данного устройства является наличие подземных трубопроводов, что увеличивает вероятность отказа устройства ввиду механического или коррозионного воздействия на трубопроводы.

Известно устройство для аккумуляции холода в грунте (Патент РФ № 108051, опубл. 10.09.2011 г.), представляющее собой частично заглубленный в грунт и заполненный двухфазным хладагентом корпус, подземная часть которого является испарителем, а надземная - конденсатором, разделенным на две зоны, из которых в одной конденсация хладагента происходит при температурах наружного воздуха ниже 0°C в результате теплообмена с окружающей средой, а в другой при температурах наружного воздуха выше 0°C посредством принудительной циркуляции дополнительного хладагента с помощью компрессорно-конденсаторного агрегата, соединенного нагнетательным и отводящим трубопроводами с трубопроводом, выполняющим роль испарителя, выполненным в виде трубки эллипсного сечения, плотно навитой на конденсатор.

Недостатком данного решения компрессорно-конденсаторный агрегат, создающий избыточное давление в системе, что увеличивает нагрузку на стенки и снижает ее надежность.

Известно устройство для аккумуляции холода в грунте (Патент США № 3217791, опубл. 16.11.1965 г.), принятое за прототип, представляющее собой частично заглубленный в грунт и заполненный двухфазным хладагентом корпус, подземная часть которого является испарителем, а надземная - конденсатором.

Недостаток данного устройства заключается в том, его конструкция не обеспечивает циркуляцию хладагента при положительных температурах воздуха.

Техническим результатом является повышение эффективности процесса охлаждения пластично-мёрзлых грунтов путём расширения периода работоспособности охлаждающих устройств.

Технический результат достигается тем, что кожух через монтажное отверстие, которое выполнено в его в нижней части, установлен на конденсаторную часть и закреплен при помощи замка, при этом в нижней части кожуха выпилены выходные отверстия, в боковой поверхности верхней часть кожуха выполнено монтажное отверстие, в которое установлен входной патрубок кожуха и закреплен при помощи замка, вихревая труба с возможностью съема соединена с входным патрубком кожуха, а компрессор через гибкий шланг соединен с возможностью съема с заверителем.

Устройство поясняется следующей фигурой:

фиг. 1 - общая схема устройства, где:

1 - корпус;

2 - конденсаторная часть;

3 - испарительная часть;

4 - входной патрубок кожуха;

5 - монтажное отверстие кожуха;

6 - выходные отверстия кожуха;

7 - кожух;

8 - вихревая труба;

9 - компрессор;

10 - гибкий шланг.

Устройство для охлаждения пластично-мерзлых грунтов содержит корпус 1 (фиг. 1), выполненный в форме цилиндра, изготовленный из материала с низкой теплопроводностью, высокой коррозионной стойкостью и высокой прочностью, например, из нержавеющей стали или композитных материалов. Внутри корпуса 1 помещают двухфазный хладагент. В верхней части корпуса 1 закреплена конденсаторная часть 2, которая выполнена в форме ребер установленных на равном расстоянии друг от друга. Кожух 7 через монтажное отверстие 5, которое выполнено в его в нижней части, устанавливается на конденсаторную часть 2 и закрепляется при помощи замка (на фигуре не показано). В боковой поверхности верхней части кожуха 7 выполнено монтажное отверстие 5 для установки входного патрубка кожуха 4, который закрепляется при помощи замка (на фигуре не показано). Выходные отверстия 6 выпилены в нижней части кожуха 7. Вихревая труба 8 с возможностью съема соединена с входным патрубком кожуха 4. Компрессор 9 соединен с возможностью съема с заверителем через гибкий шланг 10.

Устройство работает следующим образом. Надземная часть корпуса 1 является конденсатором 2. Испарительная часть 3 частично заглубленная в грунт и заполненная двухфазным хладагентом, является подземной. Компрессор 9 нагнетает воздух внутрь вихревой трубы 8, в которой происходит его энергоразделение на «горячий» и «холодный» потоки посредством возникновения вихревого эффекта. Поток нагретого воздуха сбрасывается из вихревой трубы 8 в окружающую среду через её «горячий» конец, а с «холодного» конца поток охлажденного воздуха через входной патрубок кожуха 4 закачивается в кожух 7. Поток холодного воздуха, поступающий в кожух 7, охлаждает конденсаторную часть 2 посредством принудительной циркуляции и также истекает в окружающую среду через выходные отверстия 6 кожуха 7. В результате возникновения отрицательной температуры воздуха внутри кожуха 7 двухфазный хладагент в корпусе конденсируется, в результате чего под действием гравитационных сил стекает в испарительную часть 3 устройства, где возникает градиент температур от более нагретого грунта к хладагенту. Происходит теплообмен грунта с хладагентом, и температура грунта понижается. Хладагент при этом начинает испаряться и подниматься в конденсаторную часть 2, далее процесс повторяется.

В периоды, когда температура окружающей среды ниже, необходимость в принудительной интенсификации охлаждения конденсаторной части устройства отпадает. В таком случае воздушный компрессор 9 и вихревая труба 8 не используются, кожух 7 демонтируется, и конденсаторная часть 2 охлаждается путём естественного теплообмена с окружающей средой. Это даёт возможность круглогодичного использования устройства.

#### 40 (57) Формула изобретения

Устройство для охлаждения пластично-мерзлых грунтов, включающее заполненный двухфазным хладагентом корпус и конденсаторную часть, отличающееся тем, что кожух через монтажное отверстие, которое выполнено в его в нижней части, установлен на конденсаторную часть и закреплен при помощи замка, при этом в нижней части кожуха выпилены выходные отверстия, в боковой поверхности верхней части кожуха выполнено монтажное отверстие, в которое установлен входной патрубок кожуха и закреплен при помощи замка, вихревая труба с возможностью съема соединена с входным патрубком кожуха, а компрессор через гибкий шланг соединен с возможностью



съема с заверителем.

5

10

15

20

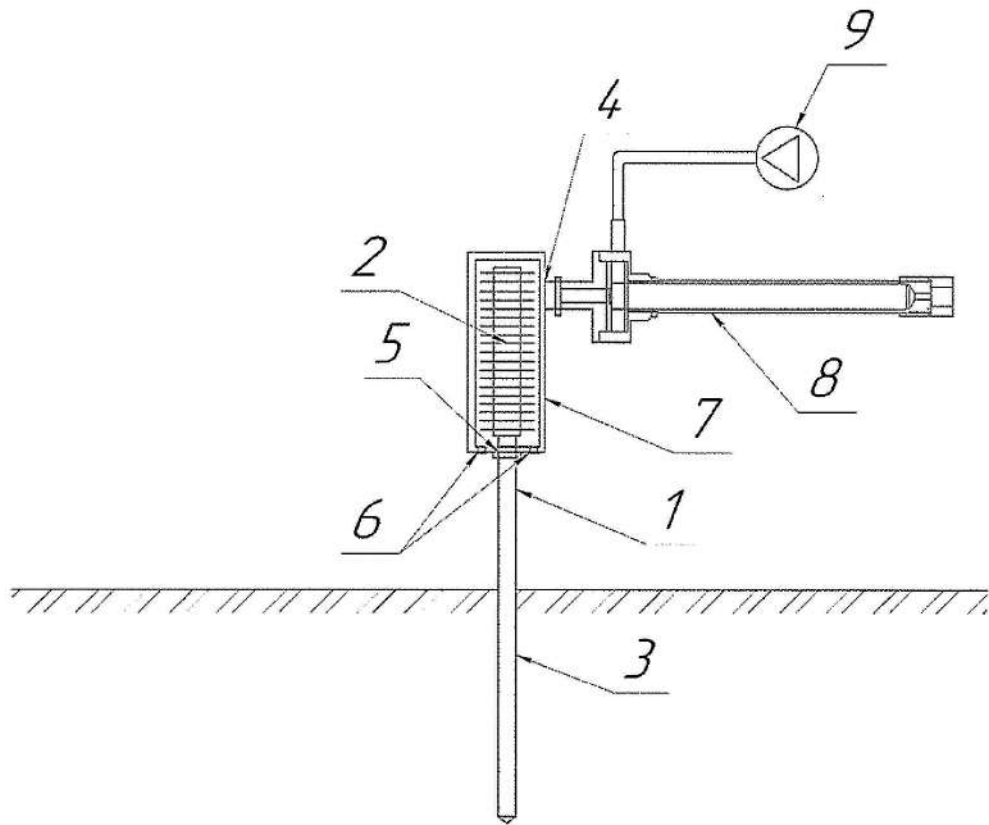
25

30

35

40

45



Фиг. 1