

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2808806

ТЕРМОГИДРАВЛИЧЕСКИЙ БУРОВОЙ СНАРЯД

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Сербин Данил Васильевич (RU), Дмитриев Андрей Николаевич (RU), Кадочников Вячеслав Григорьевич (RU), Ракитин Илья Витальевич (RU)*

Заявка № 2023127310

Приоритет изобретения 25 октября 2023 г.

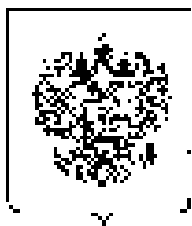
Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 05 декабря 2023 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 25 октября 2043 г.

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

E21B 7/008 (2023.08); E21B 7/15 (2023.08); E21C 37/18 (2023.08)

(21)(22) Заявка: 2023127310, 25.10.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.10.2023Дата регистрации:
05.12.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 25.10.2023

(45) Опубликовано: 05.12.2023 Бюл. № 34

Адрес для переписки:

190106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., 2,
ФГБОУ ВО СПГУ, Патентно-лицензионный
отдел

(72) Автор(ы):

Сербин Данил Васильевич (RU),
Дмитриев Андрей Николаевич (RU),
Кадочников Вячеслав Григорьевич (RU),
Ракитин Илья Витальевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

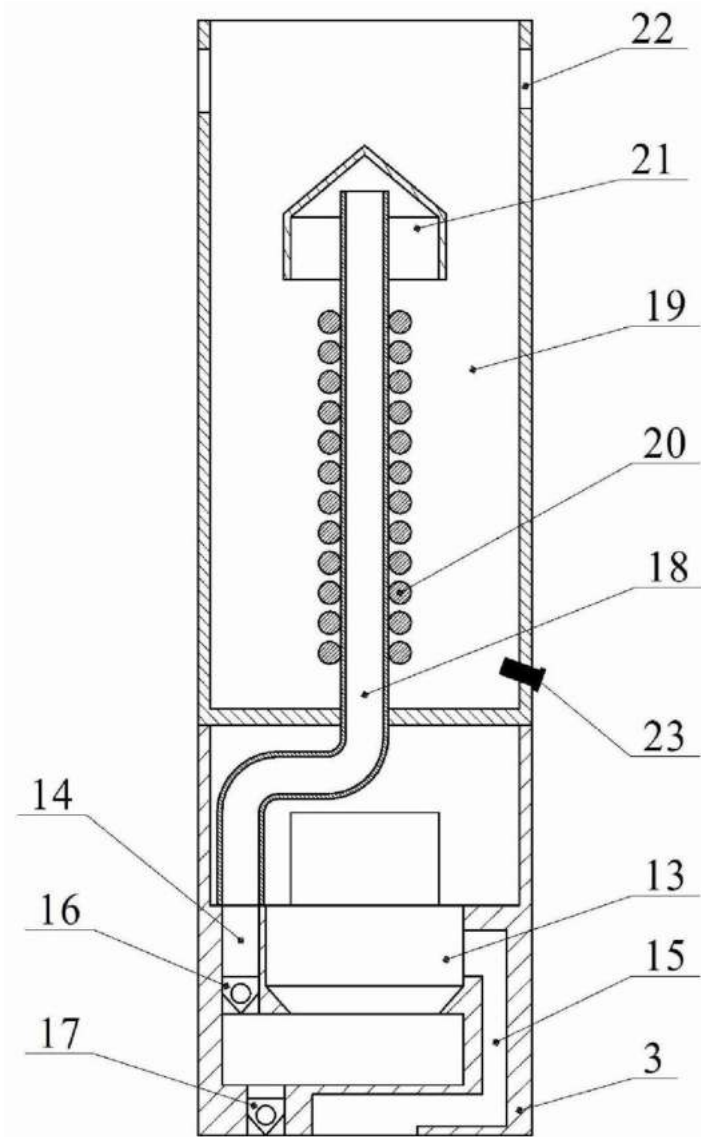
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2700143 C1, 12.09.2019. SU 127629
A1, 10.10.1960. SU 242083 A1, 25.04.1969. SU
1373784 A1, 15.02.1988. RU 2209918 C1,
10.08.2003. RU 2779170 C1, 05.09.2022. US
4923019 A1, 08.05.1990. US 2007/0127896 A1,
07.06.2007.

(54) ТЕРМОГИДРАВЛИЧЕСКИЙ БУРОВОЙ СНАРЯД

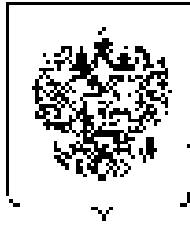
(57) Реферат:

Изобретение относится к технике бурения залитых низкотемпературной жидкостью скважин сплошным забоем в ледовых массивах и может быть использовано для бурения плавлением с одновременным или последовательным расширением скважин во льду, последующим удалением продуктов бурения с забоя и извлечением их на поверхность. Термогидравлический буровой снаряд включает кабельный замок, насосный отсек, с установленным внутри него насосом, циркуляционный отсек, состоящий из внутренней трубы и внешней трубы, коронку, внутри которой закреплен кольцевой нагревательный элемент. Коронка выполнена в форме цилиндра со сферической нижней торцевой поверхностью. Насосный отсек выполнен в виде цилиндра с внутренним нагнетательным гидравлическим

каналом и водозаборным гидравлическим каналом, внутри которого жестко закреплен водозаборный обратный клапан, в верхней части водозаборного гидравлического канала жестко установлена водоподъемная труба. В нижней части насосного отсека, сбоку от нагнетательного гидравлического канала, жестко закреплен нагнетательный обратный клапан. Сверху насосного отсека установлен водосборный отсек, который состоит из водосборного бака, в котором установлена водоподъемная труба с закрепленными на ней нагревательным элементом водосборного бака и конусообразным разделителем, а в верхней части водосборного бака выполнены проточные окна, в нижней части установлен сливной клапан. Обеспечивается повышение эффективности бурения плавлением скважин во льду. 3 ил.



Фиг. 3



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
E21B 7/008 (2023.08); *E21B 7/15* (2023.08); *E21C 37/18* (2023.08)

(21)(22) Application: **2023127310, 25.10.2023**

(24) Effective date for property rights:
25.10.2023

Registration date:
05.12.2023

Priority:

(22) Date of filing: **25.10.2023**

(45) Date of publication: **05.12.2023** Bull. № 34

Mail address:

**190106, Sankt-Peterburg, 21 liniya, V.O., 2, FGBOU
VO SPGU, Patentno-litsenziyonnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Serbin Danil Vasilevich (RU),
Dmitriev Andrei Nikolaevich (RU),
Kadochnikov Viacheslav Grigorevich (RU),
Rakitin Iliia Vitalevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **THERMOHYDRAULIC DRILLING RIG**

(57) Abstract:

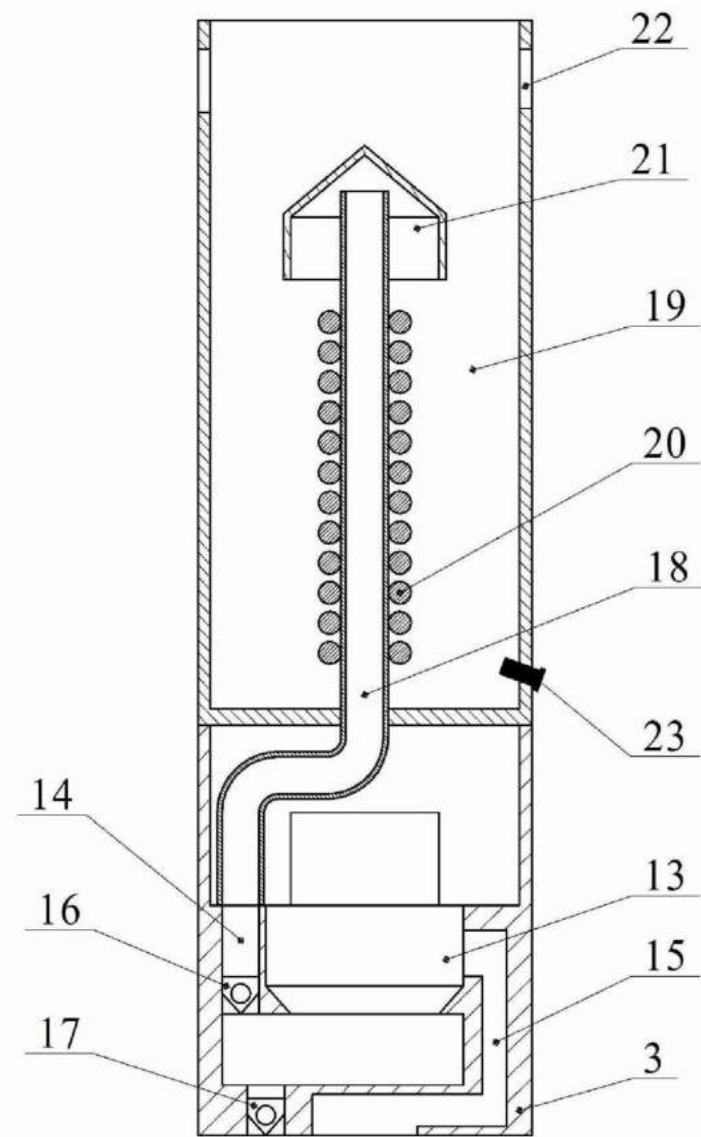
FIELD: drilling.

SUBSTANCE: technique for drilling wells filled with low-temperature liquid with a continuous bottom in ice massifs used for drilling by melting with simultaneous or sequential expansion of wells in ice, subsequent removal of drilling products from the bottom and their extraction to the surface. The thermohydraulic drilling tool includes a cable lock, a pump compartment with a pump installed inside it, a circulation compartment consisting of an inner pipe and an outer pipe, a crown, inside of which a ring heating element is fixed. The crown is made in the shape of a cylinder with a spherical lower end surface. The pump compartment is made in the form of a cylinder with an internal discharge hydraulic channel and a water intake hydraulic channel, inside of which a water intake check

valve is rigidly fixed, and a water-lifting pipe is rigidly installed in the upper part of the water intake hydraulic channel. In the lower part of the pump compartment, on the side of the discharge hydraulic channel, a discharge check valve is rigidly fixed. A drainage compartment is installed on top of the pumping compartment, which consists of a drainage tank in which a water-lifting pipe is installed with a drainage tank heating element and a cone-shaped separator attached to it, and flow windows are made in the upper part of the drainage tank, and a drain valve is installed in the lower part.

EFFECT: increasing the efficiency of drilling by melting holes in ice.

1 cl, 3 dwg



Фиг. 3

Изобретение относится к технике бурения залитых низкотемпературной жидкостью скважин сплошным забоем в ледовых массивах и может быть использовано для бурения плавлением с одновременным или последовательным расширением скважин во льду, последующим удалением продуктов бурения с забоя и извлечением их на поверхность.

5 Известен метод теплового бурения скважин во льду и устройство для его осуществления (патент DE № CA 2532314, опубл. 27.06.2005). Устройство для процесса бурения плавлением с одновременным расширением скважин во льду включает буровую коронку, замок для крепления ее на гибкой буровой трубе, гибкая буровая труба, спускоподъемный механизм, насос, нагревательная система. Коронка снабжена на ее
10 верхнем торце осевым каналом для подвода горячей воды, а на нижнем торце полусферической плавильной секцией.

Недостатком является наличие в устройстве нагнетающей линии, представленной гибкой бурильной трубой, при этом циркуляция жидкости осуществляется по всей длине скважины, что требует большое количество энергии для нагрева горячей воды в условиях
15 низких температур окружающей среды, создавая значительные потери тепла в процессе циркуляции жидкости в скважине.

Известно устройство для бурения льда сплошным забоем (патент RU № 2012760, опубл. 15.05.1994), содержащее корпус с водосборным, насосным и нагревательным отсеками, в нижней части последнего закреплена коронка с выполненным в ней
20 коллектором, в нижней части которого расположены по периметру отверстия малого диаметра для подвода жидкости к забоя, а в центре корпуса коронки выполнено сквозное отверстие для отвода с забоя смеси талой воды и заливочной жидкости.

Недостатком устройства является коронка с выполненным в ней коллектором, в нижней части которой расположены по периметру отверстия для размыва и плавления
25 льда, а также центральное сквозное отверстие для забора смеси талой воды и заливочной жидкости, что обеспечивает продвижение фронта плавления лишь в вертикальном осевом направлении. Также гидравлическая связь нагревательного отсека, водосборного бака и насоса не позволяет разделить процессы бурения и удаления продуктов бурения, что ограничивает использование талой воды в качестве промежуточного теплоносителя.

30 Известен водяной термобур для бурения скважин в ледяных образованиях (патент № 2640605, опубл. 01.10.2018 г.), содержащий буровой шланг, полый корпус и буровую коронку для выпуска воды из нее в виде расходящихся закрученных струй.

Недостатком является наличие в устройстве нагнетающей линии, представленной шлангом, при этом циркуляция жидкости осуществляется по всей длине скважины, что
35 требует большое количество энергии для нагрева горячей воды в условиях низких температур окружающей среды, создавая значительные потери тепла в процессе циркуляции жидкости в скважине; конструкция буровой коронки, гидравлические каналы которой направлены вдоль оси устройства, что обеспечивает фронт плавления только в вертикальном направлении.

40 Известно устройство для получения проб газа из ледяного массива (авторское свидетельство SU 1126689, 30.11.1984), содержащее адсорбционный отсек, отсек гидрорасширителя, включающий нагреватель, контейнер с кислотой, насос, расположенный в патрубке, связанном через герметизирующий клапан с выходом компрессора и через водовыводящие каналы со скважинным пространством. Устройство
45 предназначено для размыва-плавления каверны в ледовых массивах на любой глубине и отбора проб газа из расплавленной воды.

Недостатком устройства является гидрорасширитель, выполняющий функцию расширения скважины в стационарном положении, который не обеспечивает

закручивание потока теплоносителя вокруг оси устройства, что приводит к неравномерному распределению тепловой энергии на участке расширения; нагревательная система, представленная нагревательным элементом и кислотой, ограничена объемом кислоты для химической реакции с тепловыделением, а также пакеры, ограничивают перемещение снаряда в скважине и отсутствует водосборный отсек для извлечения продуктов бурения.

Известно устройство для бурения плавлением с одновременным или последовательным расширением скважин в ледовом массиве (патент RU № 2700143, опубл. 12.09.2019 г.), принятое за прототип, включающее внутреннюю трубу, внешнюю трубу, корпус, кабельный замок, коронку, внутри которой закреплен кольцевой нагревательный элемент, насосный отсек с установленным внутри него насосом.

Недостатками устройства является цилиндрическая форма коронки с закругленными нижними краями, которая малоэффективна для контактного бурения плавлением.

Техническим результатом является повышение эффективности бурения плавлением скважин во льду.

Технический результат достигается тем, что коронка выполнена в форме цилиндра со сферической нижней торцевой поверхностью, а насосный отсек выполнен в виде цилиндра с внутренним нагнетательным гидравлическим каналом, и водозаборным гидравлическим каналом, внутри которого жестко закреплен водозаборный обратный клапан, в верхней части водозаборного гидравлического канала жестко установлена водоподъемная труба, а в нижней части насосного отсека, сбоку от нагнетательного гидравлического канала, жестко закреплен нагнетательный обратный клапан, сверху насосного отсека установлен водосборный отсек, который состоит из водосборного бака, в котором установлена водоподъемная труба с закрепленным на ней нагревательным элементом водосборного бака и конусообразным разделителем, а в верхней части водосборного бака выполнены проточные окна, в нижней части установлен сливной клапан.

Термогидравлический буровой снаряд поясняется следующими фигурами:

- фиг. 1 – термогидравлический буровой снаряд-расширитель;
- фиг. 2 – коронка и циркуляционный отсек термогидравлического бурового снаряда-расширителя;
- фиг. 3 – насосный и водосборный отсеки термогидравлического бурового снаряда-расширителя, где:
 - 1 – коронка;
 - 2 – циркуляционный отсек;
 - 3 – насосный отсек;
 - 4 – водосборный отсек;
 - 5 – кабельный замок;
 - 6 – коллектор;
 - 7 – забойные гидравлические каналы;
 - 8 – кольцевой нагревательный элемент;
 - 9 – внешняя труба;
 - 10 – заборные окна;
 - 11 – внутренняя труба;
 - 12 – нагревательный элемент циркуляционного контура;
 - 13 – насос;
 - 14 – водозаборный гидравлический канал;
 - 15 – нагнетательный гидравлический канал;

- 16 – водозаборный обратный клапан;
- 17 – нагнетательный обратный клапан;
- 18 – водоподъемная труба;
- 19 – водосборный бак;
- 5 20 – нагревательный элемент водосборного бака;
- 21 – конусообразный разделитель;
- 22 – проточные окна;
- 23 – сливной клапан.

Термогидравлический буровой снаряд включает коронку 1 (фиг. 1), выполненную
 10 в форме цилиндра со сферической нижней торцевой поверхностью, внутри которой
 выполнен коллектор 6. В нижней части коллектора 6 в радиальном направлении
 выполнены по дугообразной траектории забойные гидравлические каналы 7 круглого
 сечения, которые выходят из внешней стенки коронки 1. Внутри коронки 1 жестко
 закреплен кольцевой нагревательный элемент 8. Коронка 1 жестко закреплена на
 15 нижней части циркуляционного отсека 2. Циркуляционный отсек 2 состоит из внешней
 трубы 9, в нижней части которой выполнены заборные окна 10, и внутренней трубы
 11, нижняя часть которой жестко закреплена в коронке 1. На внешней стенке внутренней
 трубы 11 жестко закреплен нагревательный элемент циркуляционного контура 12.
 Циркуляционный отсек 2 жестко закреплен на нижней части насосного отсека 3, в
 20 котором установлен с возможностью съёма насос 13 прямого и обратного хода.
 Насосный отсек 3 выполнен в виде цилиндра с внутренним водозаборным
 гидравлическим каналом 14 и нагнетательным гидравлическим каналом 15. Внутри
 водозаборного гидравлического канала 14 сбоку от насоса 13 жестко закреплен
 водозаборный обратный клапан 16. В верхней части водозаборного гидравлического
 25 канала 14 жестко установлена водоподъемная труба 18. В нижней части насосного
 отсека 3 сбоку от нагнетательного гидравлического канала 15 жестко закреплен
 нагнетательный обратный клапан 17. Сверху насосного отсека 3 последовательно
 установлены водосборный отсек 4 и кабельный замок 5. Водосборный отсек состоит
 из водосборного бака 19, в котором установлена водоподъемная труба 18 с
 30 закрепленным на ней нагревательным элементом водосборного бака 20 и
 конусообразным разделителем 21. В верхней части водосборного бака 19 выполнены
 проточные окна 22, а в нижней части установлен сливной клапан 23.

Термогидравлический буровой снаряд работает следующим образом. Снаряд
 спускается в скважину на грузонесущем кабеле, закрепленном в кабельном замке 5.
 35 После постановки снаряда на забой скважины подается напряжение на кольцевой
 нагревательный элемент 8 (фиг. 2), который нагревает коронку 1, что обеспечивает
 процесс контактного бурения плавлением скважины в ледовом массиве. В процессе
 плавления льда образуется талая вода. После перекрытия талой водой заборных окон
 10 подается напряжение на нагревательный элемент циркуляционного контура 12, и
 40 включается прямой ход насоса 13, что обеспечивает призабойную кольцевую циркуляцию
 теплоносителя, талой воды, в скважине. Талая вода в режиме призабойной кольцевой
 циркуляции перемещается от затрубного пространства через заборные окна 10 по
 внутреннему каналу, образованному внутренней трубой 11 и внешней трубой 9. Затем
 талая вода проходит через нагнетательный обратный клапан 17 насосного отсека 3 во
 45 всасывающую линию насоса 13, который нагнетает её в нагнетательный гидравлический
 канал 15, переходящий во внутреннюю трубу 11. Во время движения по внутренней
 трубе 11, талая вода подогревается нагревательным элементом циркуляционного
 контура 12, и попадает в коллектор 6 коронки 1. Из коллектора 6, нагретая талая вода

через забойные гидравлические каналы 7 попадет в затрубное пространство, обеспечивая плавление стенок скважины в радиальном направлении. Форма сечения и траектория забойных гидравлических каналов 7 позволяет создать закрученный поток теплоносителя, который обеспечивает процесс расширения скважины и образование поперечного сечения скважины близкого к кругу.

По завершению процесса бурения плавлением с одновременным расширением скважины в ледовом массиве производится удаление талой воды с забоя. Для этого включается обратный ход насоса 13, что инициирует обратную циркуляцию теплоносителя в устройстве, при которой нагнетательный обратный клапан 17 принимает закрытое положение, а водозаборный обратный клапан 16 принимает открытое положение. В этом случае талая вода всасывается из затрубного пространства через забойные гидравлические каналы 7, поднимается по внутренней трубе 11, попадает в нагнетательный гидравлический канал 15 к насосу 13, и нагнетается в водозаборный гидравлический канал 14, проходя через водозаборный обратный клапан 16. Из водозаборного гидравлического канала 14 талая вода попадает в водоподъемную трубу 18, ударяется в конусообразный разделитель 21 и распределяется в водосборном баке 19 водосборного отсека 4, при этом происходит гравитационное плотностное разделение двух несмешивающихся жидкостей, и заливочная жидкость вытесняется талой водой, и вытекает из проточных окон 22. По заполнению водосборного бака 19 талой водой насос 13 выключается, и термогидравлический буровой снаряд транспортируется из скважины на поверхность с включенным нагревательным элементом водосборного бака 20. На поверхности открывается сливной клапан 23 и удаляется талая вода из водосборного отсека 4.

Повышение эффективности бурения плавлением с одновременным расширением скважин во льду достигается за счёт применения в конструкции термогидравлического бурового снаряда корпуса коронки, выполненной в форме цилиндра со сферической нижней торцевой поверхностью, что приводит к увеличению механической скорости бурения плавлением за счет достижения минимальных значений тепловых потерь и гидравлических сопротивлений в постоянно образующейся тонкой прослойке талой воды между забоем скважины и поверхностью коронки. Включение в конструкцию устройства системы обратных клапанов и водосборного отсека позволяет удалять продукты бурения с забоя скважины при бурении плавлением с одновременным расширением скважин, заполненных низкотемпературной гидрофобной жидкостью, например, керосин, полиметилсилоксан и др., имеющую плотность ниже, чем у воды. Система откачки продуктов бурения в водосборный бак при обратном ходе насоса увеличивает рейсовую проходку и позволяет транспортировать продукты бурения в жидком состоянии на поверхность с последующим их извлечением из снаряда.

(57) Формула изобретения

Термогидравлический буровой снаряд, включающий кабельный замок, насосный отсек, с установленным внутри него насосом, циркуляционный отсек, состоящий из внутренней трубы и внешней трубы, коронку, внутри которой закреплен кольцевой нагревательный элемент, отличающийся тем, что коронка выполнена в форме цилиндра со сферической нижней торцевой поверхностью, а насосный отсек выполнен в виде цилиндра с внутренним нагнетательным гидравлическим каналом и водозаборным гидравлическим каналом, внутри которого жестко закреплен водозаборный обратный клапан, в верхней части водозаборного гидравлического канала жестко установлена водоподъемная труба, а в нижней части насосного отсека, сбоку от нагнетательного

гидравлического канала, жестко закреплен нагнетательный обратный клапан, сверху насосного отсека установлен водосборный отсек, который состоит из водосборного бака, в котором установлена водоподъемная труба с закрепленными на ней нагревательным элементом водосборного бака и конусообразным разделителем, а в 5 верхней части водосборного бака выполнены проточные окна, в нижней части установлен сливной клапан.

10

15

20

25

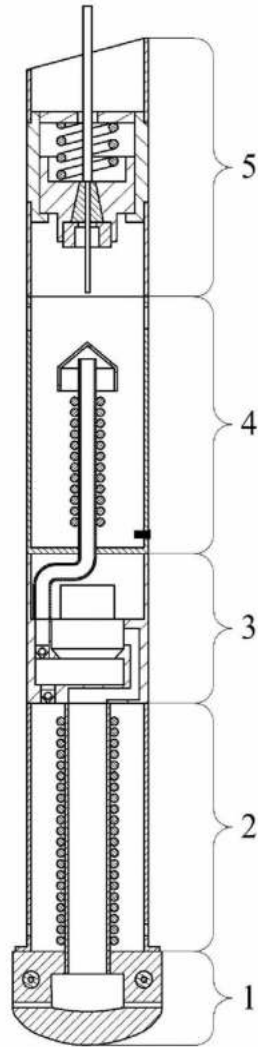
30

35

40

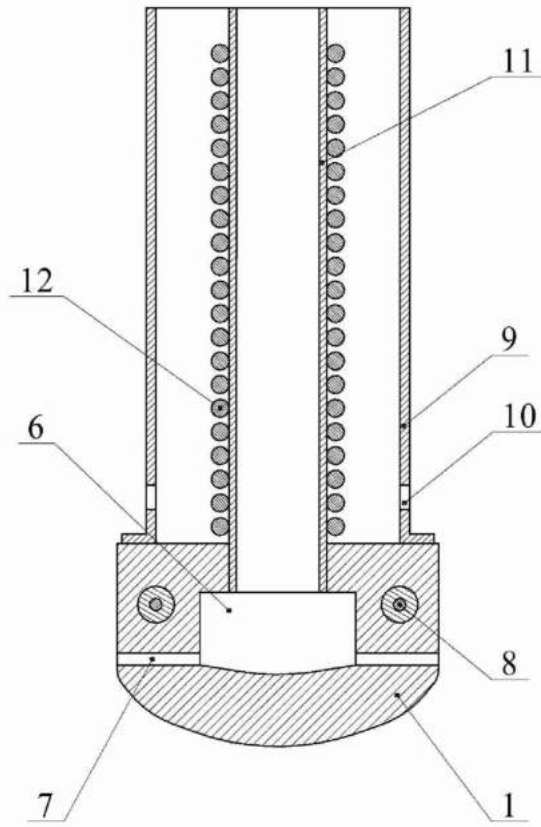
45

1

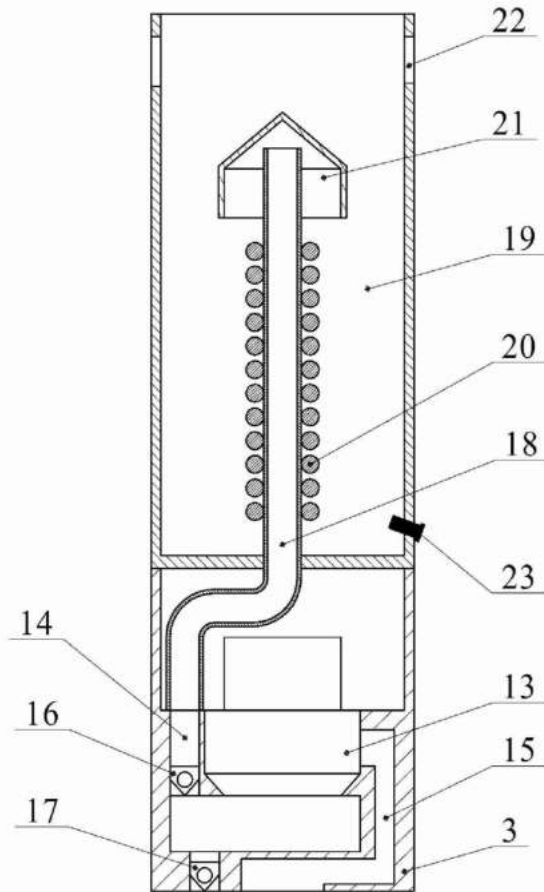


Фиг.1

2



Фиг. 2



Фиг. 3