

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

E21C 50/02 (2024.01); E21B 45/00 (2024.01)

(21)(22) Заявка: 2024100603, 12.01.2024

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
12.01.2024Дата регистрации:  
15.07.2024

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.01.2024

(45) Опубликовано: 15.07.2024 Бюл. № 20

Адрес для переписки:

660025, г. Красноярск, пр-кт Красноярский  
рабочий, 95, СФУ, 3-я площадка, Центр  
сопровождения научных и образовательных  
проектов, Альшанской А.А.

(72) Автор(ы):

Кисляков Виктор Евгеньевич (RU),  
Катышев Павел Викторович (RU),  
Линьков Ярослав Евгеньевич (RU),  
Покацкий Даниил Александрович (RU),  
Кирсанов Александр Константинович (RU),  
Цимбалюк Николай Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

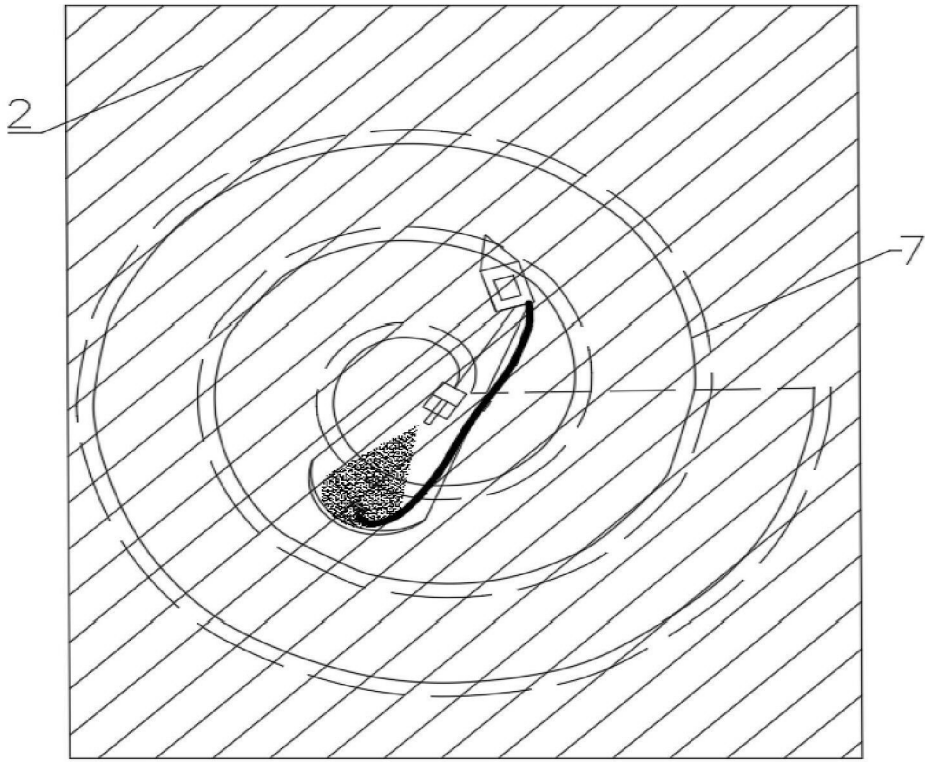
Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Сибирский федеральный  
университет" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2615192 C1, 04.04.2017. RU  
2733565 C1, 05.10.2020. RU 74663 U1, 10.07.2008.  
RU 2797884 C1, 09.06.2023. EA 19769 B9,  
29.08.2014. US 4226475 A1, 07.10.1980.

(54) Способ добычи полезных ископаемых со дна арктического шельфа

(57) Реферат:

Изобретение относится к морской добыче полезных ископаемых и позволяет разрабатывать россыпные месторождения со дна континентального шельфа в условиях отрицательных температур. Способ добычи полезных ископаемых со дна арктического шельфа включает отработку продуктивной залежи, формирование грунтоледовых тел с удельным весом меньше удельного веса воды и их улавливание. Оработку продуктивной залежи осуществляют по спиральной траектории от центра к ее внешним границам. Следующую заходку выполняют с шагом, равным ширине прохода рыхлителя от начала предыдущей заходки. Грунтоледовые тела формируют путем механического рыхления продуктивной залежи

и подачи хладагента на дно акватории. Улавливание грунтоледовых тел осуществляют на поверхности акватории боковой ловушкой и плавающим грунтовым насосом с последующей транспортировкой по плавающему трубопроводу на борт судна ледового класса. Механическое рыхление осуществляют подводным плугом, приводимым в движение за счет тягового усилия троса, соединенного с судном ледового класса, а подачу хладагента от судна ледового класса к струйной системе подводного плуга осуществляют по напорному трубопроводу. Достигается технический результат – повышение эффективности добычи полезных ископаемых со дна арктического шельфа. 2 ил.



Фиг. 2

FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*E21C 50/02 (2024.01); E21B 45/00 (2024.01)*(21)(22) Application: **2024100603, 12.01.2024**(24) Effective date for property rights:  
**12.01.2024**Registration date:  
**15.07.2024**

Priority:

(22) Date of filing: **12.01.2024**(45) Date of publication: **15.07.2024** Bull. № 20

Mail address:

**660025, g. Krasnoyarsk, pr-kt Krasnoyarskij  
rabochij, 95, SFU, 3-ya ploshchadka, Tsentr  
soprovozhdeniya nauchnykh i obrazovatelnykh  
proektov, Alshanskoj A.A.**

(72) Inventor(s):

**Kislyakov Viktor Evgenevich (RU),  
Katyshev Pavel Viktorovich (RU),  
Linkov Yaroslav Evgenevich (RU),  
Pokatskij Daniil Aleksandrovich (RU),  
Kirsanov Aleksandr Konstantinovich (RU),  
Tsimbalyuk Nikolaj Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Sibirskij federalnyj universitet"  
(RU)**(54) **METHOD OF EXTRACTING MINERALS FROM BOTTOM OF ARCTIC SHELF**

(57) Abstract:

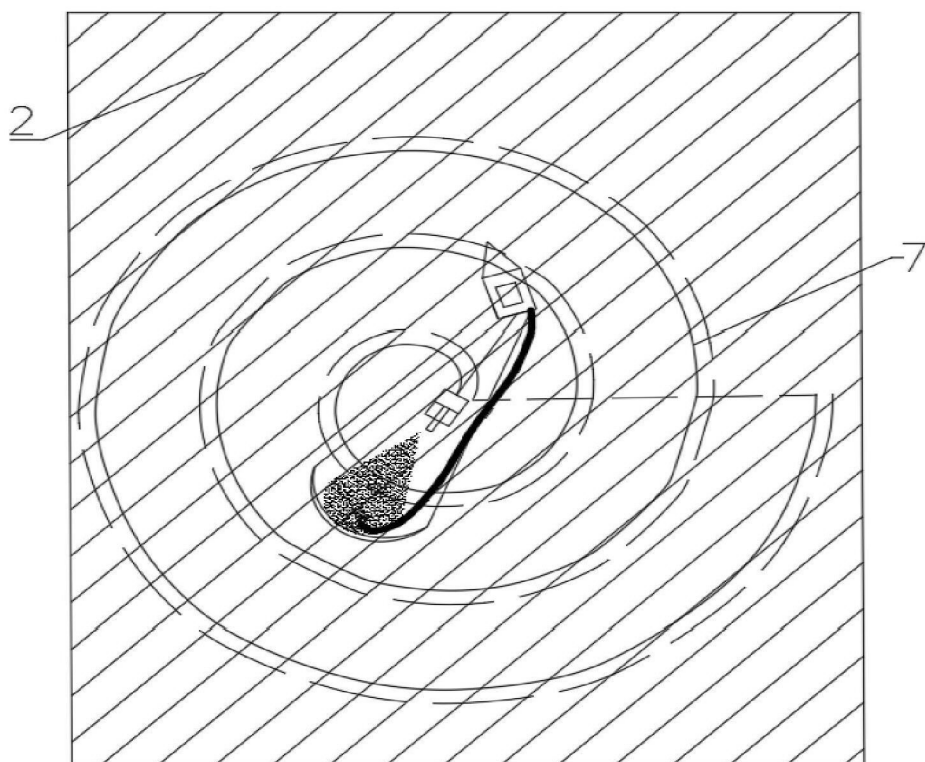
FIELD: mining.

SUBSTANCE: invention relates to offshore mining and enables to develop alluvial deposits from the bottom of the continental shelf in sub-zero temperatures. Method of extracting minerals from the bottom of the Arctic shelf involves development of a productive deposit, formation of ice-ground bodies with specific weight less than the specific weight of water and their entrapment. Productive deposit is developed along a spiral trajectory from the centre to its outer boundaries. Next cut is made with a pitch equal to the ripper pass width from the beginning of the previous cut. Ice-ground bodies are formed by mechanical ripping of

productive deposit and supply of cooling agent to the bottom of the water area. Ice-ground bodies are caught on the surface of the water area by a boom trap and a floating ground pump with subsequent transportation via a floating pipeline to an ice-class vessel. Mechanical ripping is carried out by an underwater plough driven by a traction force of a cable connected to an ice-class vessel, and supply of cooling agent from ice-class vessel to jet system of underwater plough is carried out via pressure pipeline.

EFFECT: increasing the efficiency of mining from the bottom of the Arctic shelf.

1 cl, 2 dwg



Фиг. 2

Изобретение относится к морской добыче полезных ископаемых и позволяет разрабатывать россыпные месторождения со дна континентального шельфа в условиях отрицательных температур.

Известно устройство для подводной разработки несвязных пород, включающее земснаряд с напорным трубопроводом, концы которого расположены на дне водоема, и хладоагрегат для подачи хладагента в напорный трубопровод, дополнительно снабженный накопительным контейнером, заключенного в сферический купол и снабженного нагревательным элементом по ширине контейнера, где происходит оттаивание грунтоледяных тел и оседание грунта в накопительном контейнере. По мере его наполнения устройство поднимают по транспортирующему тросу на поверхность водоема. Напорный трубопровод расположен радиально, по всему периметру сферического купола [RU 74663 U1, МПК E21C 50/00 от 06.02.2008, опубл. 10.07.2008].

Недостатком устройства является сниженная производительность за счёт цикличности процессов выемки при разработке не связных грунтов.

Известен подводный плуг для прокладывания и закапывания различных кабельных сетей на дне акваторий «SMD MD3» компании Soil Machine Dynamics [<https://www.smd.co.uk/our-products/ploughs/md3/>].

Данный вид оборудования применяется для проходки траншей в большинстве грунтов, включая глины и пески, на глубину до трех метров. Плуг SMD MD3 оснащен рулевым управлением с электроприводом и переменным контролем глубины заглубления, а также струйной системой для повышения скорости продвижения в плотных песках.

Недостатком подводного плуга является то, что взрыхлённый и отделенный от массива грунт не имеет технологической возможности быть поднятым на поверхность акватории.

Известен способ добычи твердых полезных ископаемых со дна арктического шельфа, включающий отработку камерных выработок, формирование грунтоледовых тел с удельным весом меньше удельного веса воды. Согласно техническому решению, место выработки делят на участки и ведут отработку месторождения полезного ископаемого в шахматном порядке, создавая на каждом участке искусственную майну, отрабатывают первый участок, на дно которого опускают купол, соединенный с поверхностью гибким патрубком, затем в подкупольное пространство через гибкий патрубок нагнетают воду со слоя воды выше уровня галоклина и после образования грунтоледяных тел, в подкупольном пространстве, и всплытия купола на поверхность ведут отработку второго участка по диагонали от первого, для восстановления его ледовой поверхности [RU 2615192 C1, МПК E21C 50/00 от 08.12.2015, опубликовано 04.04.2017]. Это изобретение принято за прототип.

Недостатком способа является сниженная производительность за счёт цикличности процессов выемки,

Задачей изобретения является повышение производительности способа извлечения полезных ископаемых со дна арктического шельфа.

Достигается это тем, что в способе добычи твердых полезных ископаемых со дна арктического шельфа, включающем отработку продуктивной залежи, формирование грунтоледовых тел с удельным весом меньше удельного веса воды, их улавливание, согласно изобретения, отработку продуктивной залежи осуществляют по спиральной траектории от центра к ее внешним границам, причем следующую заходку выполняют с шагом равным ширине прохода рыхлителя, от начала предыдущей заходки, при этом

грунтоледовые тела формируют путем механического рыхления продуктивной залежи и подачи хладагента на дно акватории, а улавливание грунтоледовых тел осуществляют на поверхности акватории боновой ловушкой и плавающим грунтовым насосом с последующей транспортировкой по плавающему трубопроводу на борт судна ледового класса, причем механическое рыхление осуществляется подводным плугом, приводимым в движение за счет тягового усилия троса, соединенного с судном ледового класса, а подачу хладагента от судна ледового класса к струйной системе подводного плуга осуществляют по напорному трубопроводу.

Отличительными признаками являются:

- Применение буксирующего судна ледового класса позволяет производить добычу полезных ископаемых со дна арктического шельфа на протяжении всего года, не взирая на образование ледяного покрова на поверхности акватории.

- Скорость движения плуга регулируется как за счет тягового усилия создаваемого судном ледового, так и за счет изменения глубины внедрения рыхлителя в грунт.

- Способ позволяет осуществлять процесс добычи продуктивных пород непрерывно, совмещая со вспомогательными операциями, что в свою очередь увеличивает производительность комплекса в целом.

- Хладагент в забой подается через струйную систему плуга, что обеспечивает лучшее разрыхление породы и более быстрое льдообразование на частичках пород, чем при статическом воздействии.

- Движение подводный плуга по продуктивной залежи происходит по спиральной траектории от центра к внешним границам, что обеспечивает увеличение производительности комплекса за счет равномерного движения, без перескакивания между добычными участками, удлиняющегося фронта горных работ, с каждой последующей заходкой.

Сущность способа поясняется графически:

На Фиг. 1 показана схема добычи твердых полезных ископаемых со дна арктического шельфа.

На Фиг. 2 изображена спиральная траектория движения комплекса добычи.

Условные обозначения, принятые на Фиг. 1 и Фиг. 2

1- подводный плуг; 2- продуктивная залежь, 3- дно акватории; 4- тяговый трос с напорным трубопроводом; 5- судно ледового класса; 6- грунтоледовые тела; 7- спиральная траектория; 8- боновая ловушка; 9- плавающий грунтовой насос; 10- плавающий трубопровод; 11- поверхность акватории.

Способ осуществляется следующим образом.

На месторождении с продуктивной залежью 2 производят опускание подводного плуга 1 на дно акватории 3. Подводный плуг 1 приводят в движение за счет передачи усилия от судна ледового класса 5 посредством тягового троса с напорным трубопроводом 4. В процессе его движения по дну акватории 3 осуществляют рыхление продуктивной залежи рыхлителем подводного плуга 1 с одновременной подачей хладагента по напорному трубопроводу 4 к струйной системе рыхлителя подводного плуга 1. Взрыхленные и взвешенные частицы пород в забое, под воздействием отрицательной температуры хладагента преобразуют воднопородную смесь в грунтоледовые тела 6, имеющие положительную плавучесть, которые всплывают на поверхность акватории 11, где их улавливают боновой ловушкой 8. Далее, при помощи плавающего грунтового насоса 9, грунтоледовые тела 6 всасывают и транспортируют по плавающему трубопроводу 10 к месту их складирования на борту судна ледового класса 5.

Движение подводного плуга 1 осуществляют по спиральной траектории 7, от центра продуктивной залежи 2 к ее внешним границам, при этом скорость перемещения подводного плуга 1 и боновой ловушки 8 с плавающим грунтовым насосом 9 равны и зависят от скорости движения судна ледового класса 5 и глубины внедрения рыхлителя подводного плуга 1 в грунт. Это позволяет осуществлять добычу продуктивных пород непрерывно, то есть, в соответствии с поточной технологией, в едином ритме производят рыхление, улавливание, транспортирование и складирование полезных ископаемых со дна арктического шельфа.

По завершению проходки по продуктивной залежи 2 подводный плуг 1 возвращают к исходной точке, в начало завершенной заходки, где его смещают на шаг следующей заходки, равной ширине прохода рыхлителя подводного плуга 1. От этой точки осуществляют движение подводного плуга 1 параллельно предыдущей траектории и цикл добычи полезных ископаемых со дна арктического шельфа повторяют до момента отработки всей продуктивной залежи 2. При этом с каждой последующей заходкой происходит увеличение длины фронта работ (длины спирали).

В зимний период времени способ добычи полезных ископаемых со дна арктического шельфа осуществляют аналогично - проходя по замерзшей поверхности акватории 11 судном ледового класса 5 создают расчищенный от льда коридор, препятствуя бортами боновой ловушки 8 попаданию обломков льда в зону действия грунтового насоса 9.

Предлагаемый способ добычи полезных ископаемых со дна арктического шельфа позволяет:

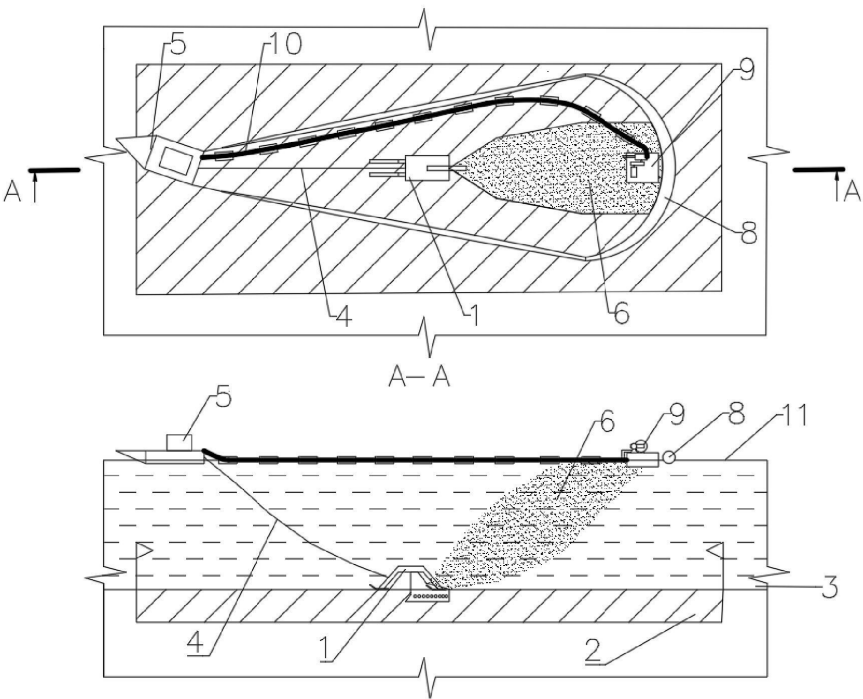
- Увеличить производительность извлечения полезных ископаемых со дна арктического шельфа за счет применения поточного способа выемки, а также за счет удлинения фронта работ каждой последующей заходки;

- Обеспечить круглогодичное проведение добычных работ за счет использования буксирующего судна ледового класса и боновой ловушки.

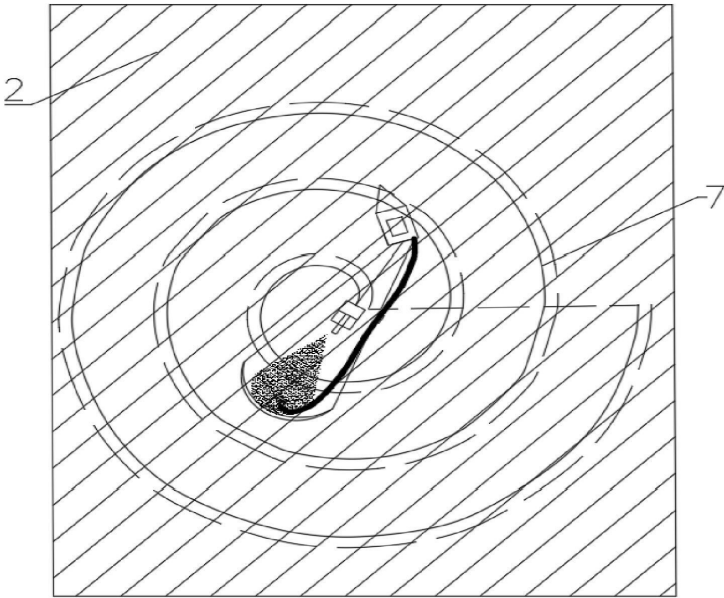
Техническим результатом является повышение эффективности добычи полезных ископаемых со дна арктического шельфа.

#### (57) Формула изобретения

Способ добычи полезных ископаемых со дна арктического шельфа, включающий отработку продуктивной залежи, формирование грунтоледовых тел с удельным весом меньше удельного веса воды, их улавливание, отличающийся тем, что отработку продуктивной залежи осуществляют по спиральной траектории от центра к ее внешним границам, причем следующую заходку выполняют с шагом, равным ширине прохода рыхлителя от начала предыдущей заходки, при этом грунтоледовые тела формируют путем механического рыхления продуктивной залежи и подачи хладагента на дно акватории, а улавливание грунтоледовых тел осуществляют на поверхности акватории боновой ловушкой и плавающим грунтовым насосом с последующей транспортировкой по плавающему трубопроводу на борт судна ледового класса, причем механическое рыхление осуществляют подводным плугом, приводимым в движение за счет тягового усилия троса, соединенного с судном ледового класса, а подачу хладагента от судна ледового класса к струйной системе подводного плуга осуществляют по напорному трубопроводу.



Фиг. 1



Фиг. 2