

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

**№ 2788185**

**СПОСОБ ПОДАТЛИВОГО КРЕПЛЕНИЯ  
МЕЖДУКАМЕРНЫХ ЦЕЛИКОВ В СОЛЯНЫХ  
ПОРОДАХ**

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

Авторы: *Беликов Артем Артурович (RU), Беляков Никита Андреевич (RU)*

Заявка № 2022129460

Приоритет изобретения **14 ноября 2022 г.**

Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации **17 января 2023 г.**

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает **14 ноября 2042 г.**

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Ю.С. Зубов*





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
E21D 11/15 (2022.08)

(21)(22) Заявка: 2022129460, 14.11.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
14.11.2022

Дата регистрации:  
17.01.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 14.11.2022

(45) Опубликовано: 17.01.2023 Бюл. № 2

Адрес для переписки:  
190106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., 2,  
ФГБОУ ВО (СПбГУ), патентно-лицензионный  
отдел

(72) Автор(ы):

Беликов Артем Артурович (RU),  
Беляков Никита Андреевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

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

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: SU 1555498 A1, 07.04.1990. SU  
1305358 A1, 23.04.1987. SU 806874 A1, 23.02.1981.  
RU 2039277 C1, 09.07.1995. RU 2116454 C1,  
27.07.1998. US 3466875 A1, 16.09.1969.

## (54) СПОСОБ ПОДАТЛИВОГО КРЕПЛЕНИЯ МЕЖДУКАМЕРНЫХ ЦЕЛИКОВ В СОЛЯНЫХ ПОРОДАХ

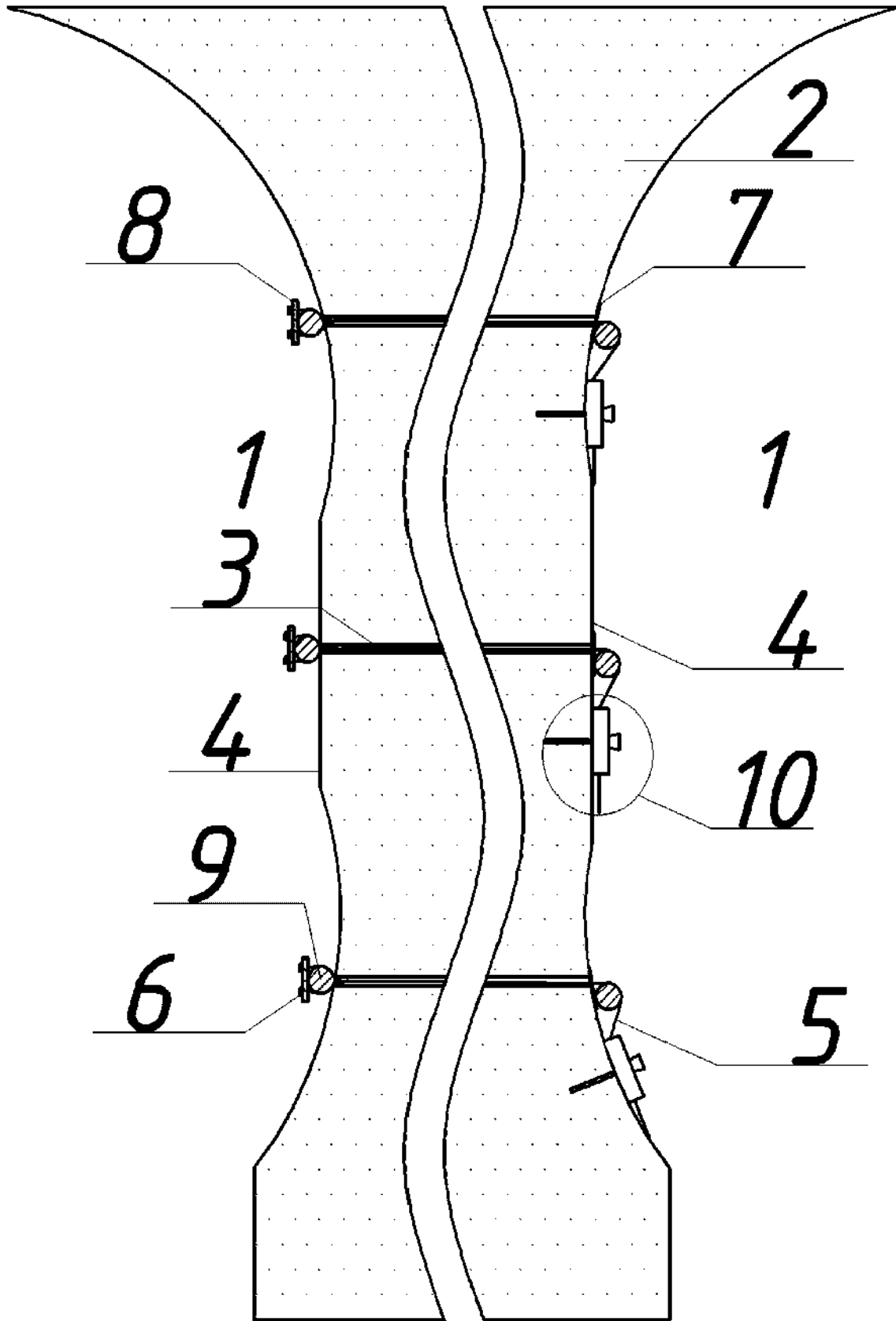
(57) Реферат:

Изобретение относится к горному делу и может быть использовано при камерной разработке рудных тел для поддержания междукammerных целиков в устойчивом состоянии. Способ включает бурение в целиках сквозных скважин, пропускание через них канатов, закрепление на поверхности целика арматурной сетки и арматурного стержня и предварительное натяжение каната. При этом работы по монтажу крепи производят одновременно на распределённых по высоте целика ярусах крепления целика, начиная с сопряжения выработок. Через скважины продевают оба конца вдвое сложенных канатов, концы которых предварительно пропускают через опорную плиту с одной стороны целика и жестко закрепляют их на несущей опорной плите с другой стороны

целика, между несущей опорной плитой. Под петлей каната поверх арматурной сетки устанавливают арматурный стержень, длина которого и шаг бурения скважин подбирают таким образом, чтобы длина прокатного профиля была кратна шагу бурения, при этом сохраняют предварительное натяжение каната и проводят закрепление на поверхности целика в очистной камере узла податливости, который накапливает поперечные деформации в целике до заданных величин, а по мере исчерпания податливости крепи скорости роста поперечных деформаций и напряжений в целике затухают. Техническим результатом является увеличение несущей способности междукammerных целиков в породах, склонных к проявлению реологических свойств. 5 ил.

RU 2 788 185 C1

RU 2 788 185 C1



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*E21D 11/15 (2022.08)*

(21)(22) Application: **2022129460, 14.11.2022**

(24) Effective date for property rights:  
**14.11.2022**

Registration date:  
**17.01.2023**

Priority:

(22) Date of filing: **14.11.2022**

(45) Date of publication: **17.01.2023** Bull. № 2

Mail address:

**190106, Sankt-Peterburg, 21 liniya, V.O., 2, FGBOU  
VO ( SPbGU), patentno-litsenzyonnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Belikov Artem Arturovich (RU),  
Beliakov Nikita Andreevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **METHOD FOR FLEXIBLE FASTENING OF INTER-CHAMBER PILLARS IN SALT ROCKS**

(57) Abstract:

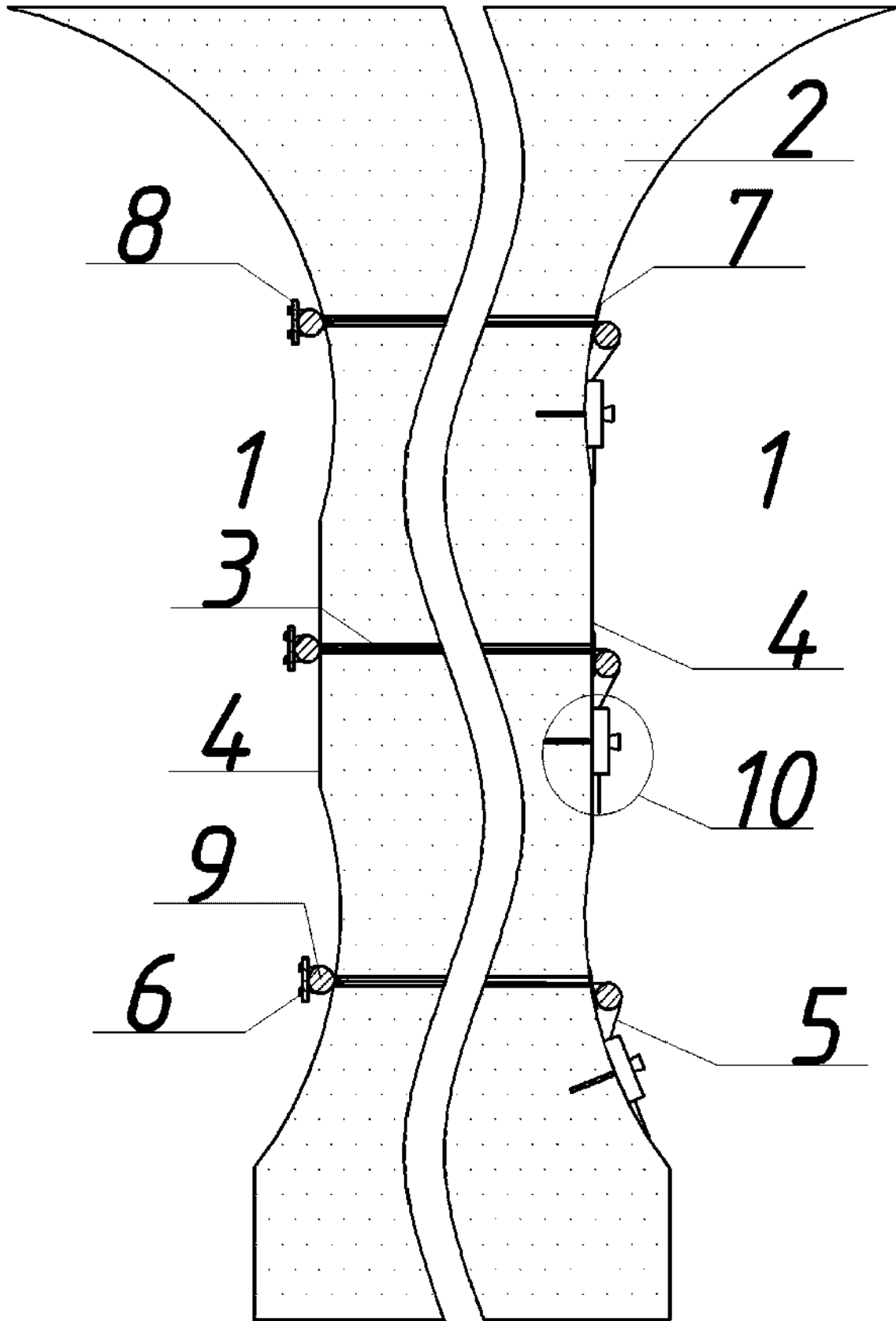
FIELD: mining.

SUBSTANCE: invention relates to mining and can be used in the chamber development of ore bodies to maintain inter-chamber pillars in a stable state. The method includes drilling end-to-end holes in the pillars, passing ropes through them, fixing a reinforcing mesh and a reinforcing bar on the pillar surface, and pre-tensioning the rope. At the same time, work on the installation of the support is carried out simultaneously on the tiers of the pillar attachment distributed along the height of the pillar, starting from the interface of the workings. Both ends of double-folded ropes are threaded through the wells, the ends of which are first passed through the base plate on one side of the pillar and rigidly fixed on the carrier base plate on the other side of the pillar, between the carrier base plate. A

reinforcing bar is installed under the rope loop over the reinforcing mesh, the length of which and the well drilling pitch are selected so that the length of the rolled profile is a multiple of the drilling pitch, while maintaining the preliminary tension of the rope and fixing the compliance unit on the surface of the pillar in the cleaning chamber, which accumulates transverse deformations in the pillar to predetermined values, and as the compliance of the support is exhausted, the growth rates of transverse strains and stresses in the pillar decay.

EFFECT: increase in the bearing capacity of inter-chamber pillars in rocks prone to the manifestation of rheological properties.

1 cl, 5 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к горному делу и может быть использовано при подземной разработке пологозалегающих рудных тел для поддержания междукамерных целиков в устойчивом состоянии.

Известен способ предохранения междукамерных целиков от разрушения (патент РФ № 2130552, опубл. 20.05.1999). Способ включает создание по внешнему контуру целика у почвы и кровли камеры поддерживающих опор, которые закреплены в кровле или в почве выработки и между собой стяжками, пропущенными по пробуренным сквозь целик горизонтальным скважинам. Использование предлагаемого способа позволит значительно повысить сохранность целиков за счет высокой устойчивости сформированной железобетонной конструкции.

Недостатком данного способа является лишь частичное предохранение целика от разрушения, так как крепление не охватывает весь массив целика по высоте.

Известен способ повышения устойчивости целика (авторское свидетельство СССР № 1536009 опубл. 05.01.1990), предусматривающий крепление целика анкерной крепью с противоположных сторон. Шпуров под анкера забуриваются несоосно из смежных выработок, что позволяет принять длину анкера не менее двух третей ширины целика.

Недостатком данного способа является возможность смещения установленных с противоположных сторон анкеров друг относительно друга.

Известен способ упрочнения целиков (авторское свидетельство СССР № 1305358 опубл. 23.04.1987), предусматривающий бурение в целике сквозных скважин, пропускание через них канатов и натягивание их по периметру целика. Податливость крепления обеспечивается анкерными подхватами, а анкера устанавливаются в кровле и в почве выработки по периметру целика.

Недостатком данного способа является конструктивное ограничение величины податливости крепи и ослабление анкерных подхватов из-за наличия в них прорезей.

Способ возведения двухслойной крепи горной выработки в соляных и соленосных породах (патент РФ № 2531700 опубл. 27.10.2014), предусматривающая создание податливого слоя из пеноматериала, закреплённого анкерами, и последующее возведение бетонного слоя.

Недостатком данного способа является отсутствие визуального контроля смещения породного контура, состояния вмещающих пород арматурной крепи, а также хрупкий и внезапный характер разрушения монолитной бетонной крепи после исчерпания податливости и превышения несущей способности крепи воспринимаемыми нагрузками, поскольку в соляных породах, процесс нарастания нагрузки непрерывен.

Известен способ упрочнения целиков (авторское свидетельство СССР № 1555498 опубл. 23.04.1987), принятый за прототип, который предусматривает бурение в целике сквозных шпуров, пропускание через выбранные пары шпуров вдвое сложенных канатов, их натяжение с последующим огибанием петлёй контура целика. Податливость гибкого кольцевого укрепляющего элемента осуществляется двумя способами: затяжка гайки и взаимное скручивание ветвей каната.

Недостатком данного способа является частичное укрепление целика, конструктивное ограничение величины податливости крепи и использование нестандартных элементов.

Техническим результатом является увеличение несущей способности междукамерных целиков в породах, склонных к проявлению реологических свойств.

Технический результат достигается тем, что работы по монтажу крепи производят одновременно на, распределённых по высоте целика, ярусах крепления целика начиная с сопряжения выработок, через скважины продевают оба конца вдвое сложенных канатов, концы которых предварительно пропускают через опорную плиту с одной

стороны целика и жестко закрепляют их на несущей опорной плите с другой стороны целика, между несущей опорной плитой, под петлёй каната поверх арматурной сетки устанавливают арматурный стержень, длина которого и шаг бурения скважин подбирают таким образом, чтобы длина прокатного профиля была кратна шагу бурения, при этом сохраняют предварительное натяжение каната и проводят закрепление на поверхности целика в очистной камере узла податливости, который накапливает поперечные деформации в целике до заданных величин, а по мере исчерпания податливости крепи скорости роста поперечных деформаций и напряжений в целике затухают.

10 Способ поясняется следующими фигурами:

фиг. 1 – схема закреплённого междукамерного целика;

фиг. 2 – схема крепления боковой поверхности междукамерного целика;

фиг. 3 – схема крепления боковой поверхности междукамерного целика с установленным узлом податливости;

15 фиг. 4 – график горизонтальных смещений боковой поверхности целика;

фиг. 5 – график оседания целика, где:

1 – очистная камера;

2 – междукамерный целик;

3 – скважина;

20 4 – арматурная сетка;

5 – стальной канат;

6 – концы канатов;

7 – опорная плита;

8 – несущая опорная плита;

25 9 – арматурный стержень;

10 – узел податливости.

Способ осуществляется следующим образом. Работы по монтажу крепи производят одновременно на, распределённых по высоте целика, ярусах крепления целика начиная с сопряжения выработок. После проходки очистных камер 1 (фиг. 1-3) в соляном массиве по всей длине целика 2 с определённым шагом пробуриваются в нормальной к оси целика плоскости насквозь горизонтальные скважины 3 на каждом ярусе крепления. На боковых поверхностях целика 2 закрепляют арматурную сетку 4. Через скважины 3 продевают оба конца вдвое сложенных канатов 5. Концы канатов 6 предварительно пропускают через опорную плиту 7 с одной стороны целика 2 и жестко закрепляют их на несущей опорной плите 8 с другой стороны целика 2. Между несущей опорной плитой 8, под петлёй каната поверх арматурной сетки 4 устанавливают арматурный стержень 9. Шаг бурения скважин 3 в ярусе крепления и длина арматурного стержня 9 подбираются таким образом, чтобы длина прокатного профиля была кратна шагу бурения. Производят предварительное натяжение каната 5, обеспечивая тем самым обжатие всех элементов крепи. Сохраняя предварительное натяжение каната 5, закрепляют на поверхности целика 2 в очистной камере 1 узел податливости 10, который предварительно зафиксирован на канате 5.

Нагруженные междукамерные целики 2 с течением времени деформируются расширяясь, что приводит к увеличению натяжения канатов 5. При достижении заданного усилия происходит реализация податливости крепи посредством проскальзывания каната 5 в узле податливости 10, тем самым породный контур целика 2 смещается – накапливаются поперечные деформации в целике до заданных величин, а по мере исчерпания податливости крепи скорости роста поперечных деформаций и

напряжений в целике затухают. Таким образом, податливость крепи обеспечивается до полного исчерпания длины зафиксированной петли каната 5 в узле податливости 10.

Способ поясняется следующим примером. При проходке очистных камер в сильвинитовом пласте АБ на руднике БКРУ-4 Верхнекамского месторождения калийных солей принимается вариант разработки пласта на глубине 350 м с шириной и высотой междуканальных целиков 5 м. Величина смещения породного контура незакрепленного целика составляет 0.226 м за 100 лет. Данный способ позволяет увеличить несущую способность междуканальных целиков за счет установки податливого крепления на трёх ярусах. Крепь состоит из каната диаметром 12 мм, выполненного из стали марки 50 с предел текучести 330 МПа; арматурной сетки, выполненной из стали марки А500 с диаметром продольной и поперечной арматуры 16 мм и шагом 200 мм; арматуры диаметром 80 мм, выполненной из стали марки А500. Величина смещений породного контура целика в период податливого режима принимается 0.11 м. Величина предварительного натяжения каната и сопротивления крепи в податливом режиме принимается 30 кН. По результатам численного моделирования определено время работы представленной крепи в податливом режиме 12 лет, в жестком режиме – 16 лет, построены графики горизонтальных смещений боковой поверхности закрепленного и незакрепленного целика (фиг. 4) и вертикальных смещений (фиг. 5). Полученные графики показывают уменьшение поперечных и продольных деформаций, накапливаемых на расчетном временном периоде, что свидетельствует об улучшении состояния устойчивости междуканальных целиков в породах, склонных к проявлению реологических свойств.

Данный способ позволяет регулировать сопротивление податливости крепи за счет того, что узел податливости 10 расположен в камере 1. Регулировка сопротивления податливости происходит изменением силы зажатия каната 5 в узле податливости 10. По мере исчерпания податливости происходит затухание скорости роста поперечных деформаций и напряжений в целике 2. После исчерпания податливости нагрузка в полной мере передаётся на канаты 5 - крепь работает жестко. При достижении нагрузки на крепь, превышающей её несущую способность, канаты 5 пластически деформируются и разрываются, что сопровождается исчезновением отпора крепи.

Способ за счет уменьшения величины поперечного деформирования междуканальных целиков вследствие создания отпора вдоль их оси, который позволяет увеличить несущую способность междуканальных целиков в породах, склонных к проявлению реологических свойств.

#### (57) Формула изобретения

Способ податливого крепления междуканальных целиков в соляных породах, включающий бурение в них сквозных скважин, пропускание через них канатов, закрепление на поверхности целика арматурной сетки и арматурного стержня и предварительное натяжение каната, отличающийся тем, что работы по монтажу крепи производят одновременно на распределённых по высоте целика ярусах крепления целика, начиная с сопряжения выработок через скважины продевают оба конца вдвое сложенных канатов, концы которых предварительно пропускают через опорную плиту с одной стороны целика и жестко закрепляют их на несущей опорной плите с другой стороны целика, между несущей опорной плитой, под петлёй каната поверх арматурной сетки устанавливают арматурный стержень, длина которого и шаг бурения скважин подбирают таким образом, чтобы длина прокатного профиля была кратна шагу



бурения, при этом сохраняют предварительное натяжение каната и проводят закрепление на поверхности целика в очистной камере узла податливости, который накапливает поперечные деформации в целике до заданных величин, а по мере исчерпания податливости крепи скорости роста поперечных деформаций и напряжений в целике 5 затухают.

10

15

20

25

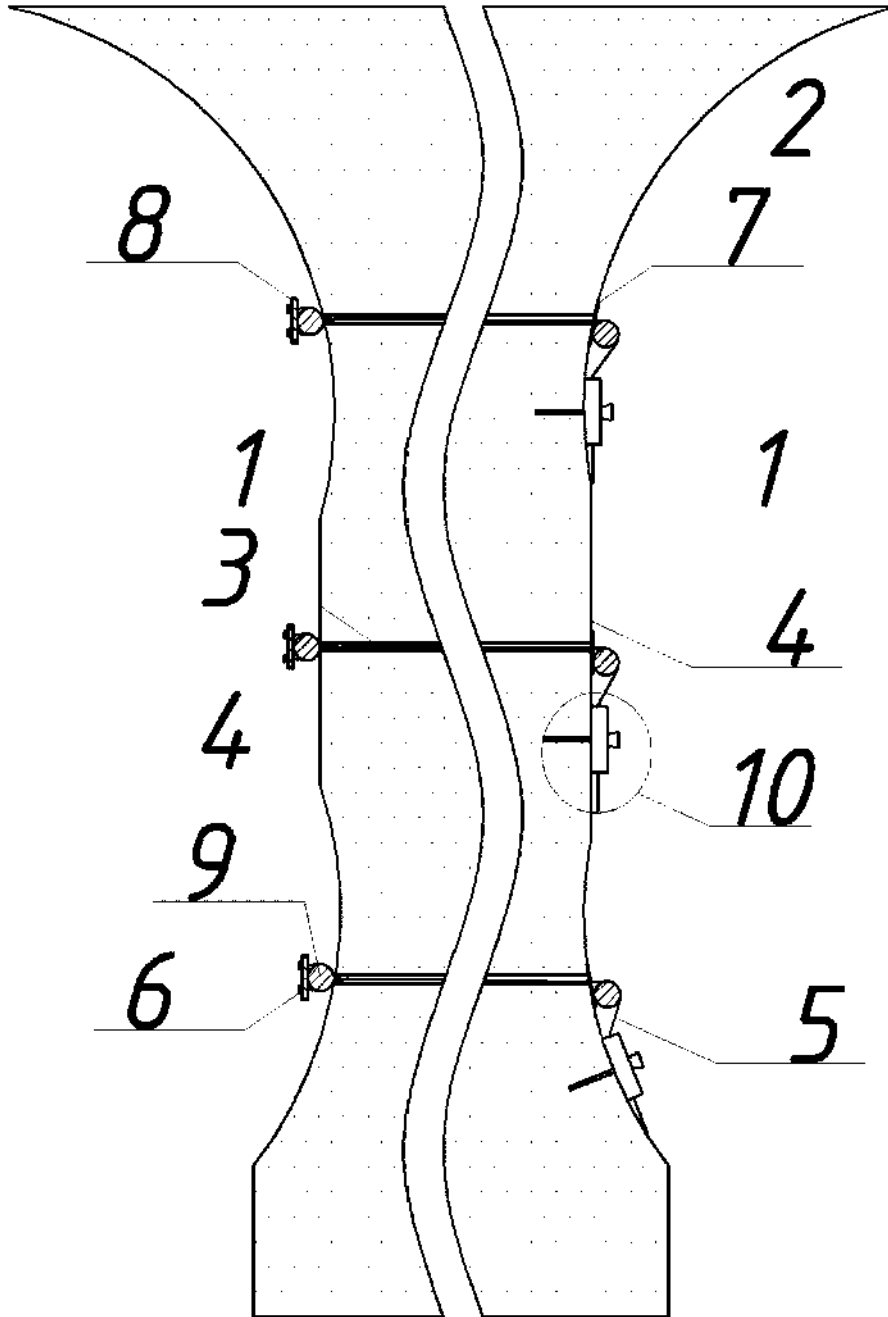
30

35

40

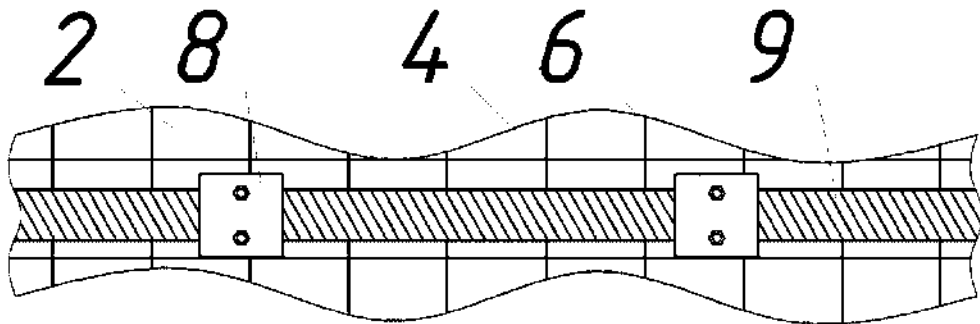
45

1

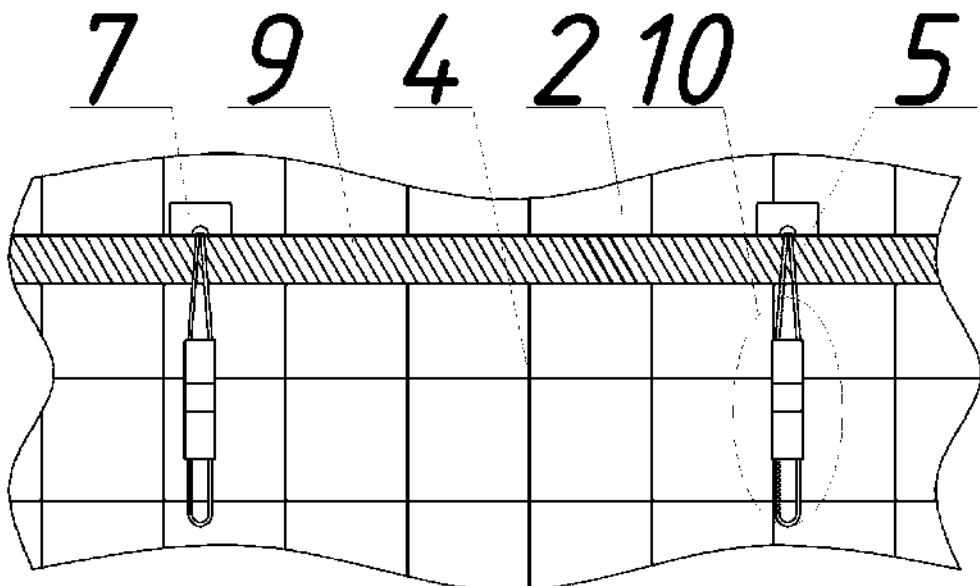


Фиг. 1

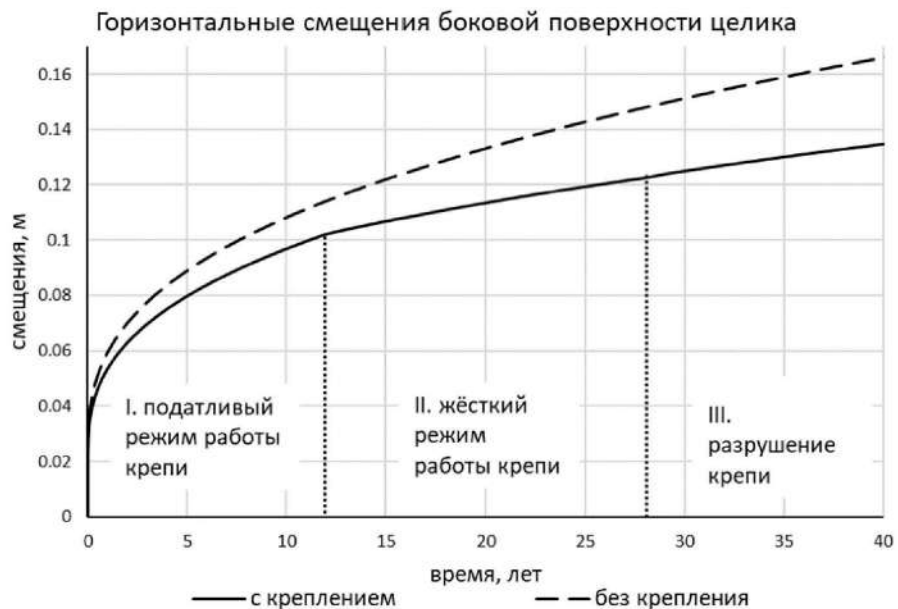
2



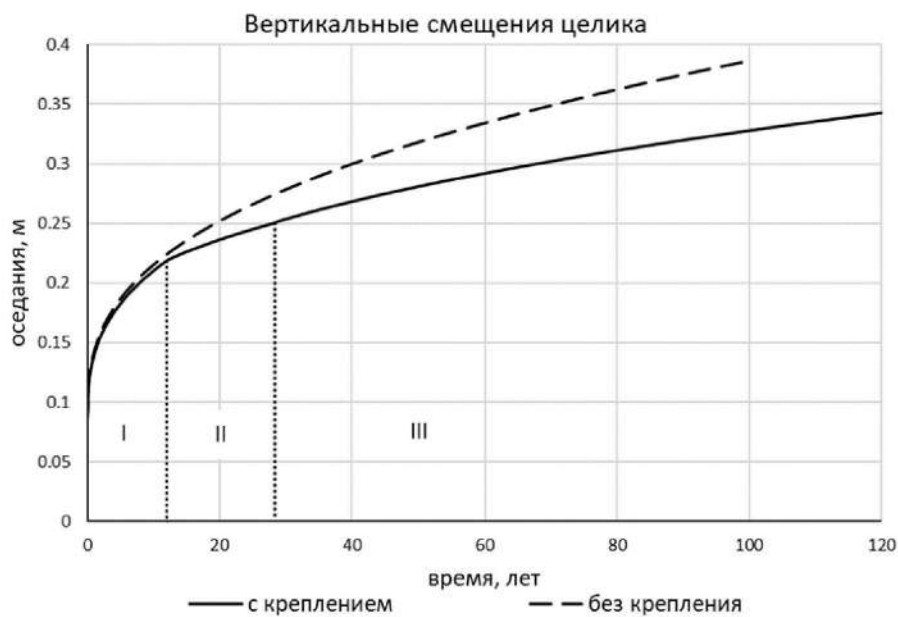
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5