



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
E21D 9/00 (2020.08)

(21)(22) Заявка: 2020110290, 10.03.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.03.2020

Дата регистрации:
29.12.2020

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 10.03.2020

(45) Опубликовано: 29.12.2020 Бюл. № 1

Адрес для переписки:
191002, Санкт-Петербург, ул. Большая
Московская, 2, ОАО "НИПИИ
"Ленметрогипротранс", Захарову Г.Р.

(72) Автор(ы):
Маслак Владимир Александрович (RU),
Лебедев Михаил Олегович (RU),
Безродный Константин Петрович (RU),
Марков Владимир Андреевич (RU),
Старков Алексей Юрьевич (RU),
Уханов Алексей Валентинович (RU),
Морозов Андрей Владиславович (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Открытое акционерное общество
"Научно-исследовательский,
проектно-изыскательский институт
"Ленметрогипротранс" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2043501 C1, 10.09.1995. RU
2006583 C1, 30.01.1994. RU 2181415 C1,
20.04.2002. RU 2204651 C1, 20.05.2003. RU
2537711 C1, 10.01.2015. RU 2537437 C1,
10.01.2015. EP 692606 A1, 17.01.1996.

(54) Способ сооружения наклонных тоннелей в слабых водонасыщенных грунтах

(57) Реферат:

Изобретение относится к строительству, а именно способам сооружения наклонных тоннелей в слабых водонасыщенных грунтах при сооружении станций метрополитена и горной промышленности при проходке шахтных стволов в неустойчивых и обводненных породах. Достижимый технический результат - повышение механической прочности и надежности противофильтрационного ограждения, обеспечение безаварийности работы противофильтрационного ограждения, снижение энергозатрат на замораживание грунтовых пород при создании наклонных тоннелей, а также уменьшение объемов деструкции грунта в процессе замораживания и осадки земной поверхности при оттаивании грунта после завершения работ по сооружению наклонного тоннеля. Для реализации способа сооружения

наклонных тоннелей в слабых водонасыщенных грунтах первоначально вдоль контура тоннеля осуществляют бурение вертикальных скважин на необходимую глубину. Затем на проектных отметках в области прохождения тоннеля в пробуренных скважинах производят формирование грунтоцементного массива на основе грунтоцементных свай. Затем в массиве бурят наклонные скважины вдоль контура наклонного тоннеля и максимально близко к внешней поверхности диаметра наклонного тоннеля. В наклонные скважины устанавливают замораживающие колонки и производят замораживания слоя грунтоцементного массива, что обеспечивает формирование комбинированного противофильтрационного ограждения по внешнему диаметру наклонного тоннеля, состоящего из замороженного

грунтоцементного грунта. При этом процесс замораживания осуществляют только после полного отвердения грунтоцементного состава в грунтоцементных сваях. Затем производят

разработку грунтовых пород внутри комбинированного противодиффузионного ограждения с одновременным возведением обделки наклонного тоннеля. 2 ил.

RU 2739880 C1

RU 2739880 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11)**2 739 880**⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.
E21D 9/00 (2006.01)
E21D 1/12 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC
E21D 9/00 (2020.08)

(21)(22) Application: **2020110290, 10.03.2020**

(24) Effective date for property rights:
10.03.2020

Registration date:
29.12.2020

Priority:

(22) Date of filing: **10.03.2020**

(45) Date of publication: **29.12.2020** Bull. № 1

Mail address:

**191002, Sankt-Peterburg, ul. Bolshaya
Moskovskaya, 2, OAO "NIIPI
"Lenmetrogiprotrans", Zakharovu G.R.**

(72) Inventor(s):

**Maslak Vladimir Aleksandrovich (RU),
Lebedev Mikhail Olegovich (RU),
Bezrodnyj Konstantin Petrovich (RU),
Markov Vladimir Andreevich (RU),
Starkov Aleksej Yurevich (RU),
Ukhanov Aleksej Valentinovich (RU),
Morozov Andrej Vladislavovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo
"Nauchno-issledovatel'skij, proektno-izyskatel'skij
institut "Lenmetrogiprotrans" (RU)**

(54) METHOD OF INCLINED TUNNELS CONSTRUCTION IN WEAK WATER-SATURATED SOILS

(57) Abstract:

FIELD: construction.

SUBSTANCE: invention relates to construction, namely, to construction of inclined tunnels in weak water-saturated soils at construction of metro stations and mining industry during mine shafts driving in unstable and flooded rocks. In order to implement the method of inclined tunnels construction in weak water-saturated soils, vertical wells are drilled at required depth along the tunnel contour. Then at design elevations in area of passage of tunnel in drilled wells there performed is formation of soil-cement massif based on soil-cement piles. Then, inclined wells are drilled in the array along the inclined tunnel contour and as close as possible to the outer surface of the inclined tunnel diameter. Freezing columns are installed in inclined wells and freezing of soil-cement mass layer is performed, which provides formation of combined

anti-filtration enclosure along external diameter of inclined tunnel consisting of frozen soil-cement soil. At that, freezing process is performed only after complete hardening of soil-cement composition in soil-cement piles. Then, ground rocks are developed inside combined anti-filtration enclosure with simultaneous construction of lining of inclined tunnel.

EFFECT: technical result is increased mechanical strength and reliability of the anti-filtration enclosure, safe operation of the anti-filtration guard, reduction of energy consumption for freezing of soil rocks at creation of inclined tunnels, as well as reduction of volumes of soil destruction in process of freezing and settling of earth surface at thawing of soil after completion of works on construction of inclined tunnel.

1 cl, 2 dwg

RU 2 739 880 C1

RU 2 739 880 C1

Изобретение относится к строительству, а именно способам сооружения наклонных тоннелей в слабых водонасыщенных грунтах при сооружении станций метрополитена и горной промышленности при проходке шахтных стволов в неустойчивых и обводненных породах.

5 Известен способ строительства шахт под защитой ледопородного ограждения, сооружаемого путем искусственного замораживания горных пород прокачкой через замораживающие колонки хладоносителя. В процессе замораживания определяют границы ледопородного цилиндра (Авторское свидетельство СССР №152138, опубл. от 1962, Бюл. №23).

10 Однако данный способ требует для контроля качества производства работ бурения дополнительных скважин, в том числе вне замораживаемой зоны, размещение в них акустических датчиков и использование для регистрации сложных электронных устройств.

15 Известен способ сооружения подземной выработки в слабых грунтах, включающий бурение скважин вдоль контура выработки до начала строительных работ, оборудование скважин замораживающими колонками, прокачку через них хладоносителя, охлажденного до отрицательных температур, формирование в режиме замораживания отдельных ледопородных тел и их смыкание в единое ледопородное ограждение, контроль за качеством этого ограждения (Насонов И.Д., Шуплик М.Н.,
20 Ресин В.И. Технология строительства горных предприятий. М. Недра, 1990, - С. 125-133).

Основные недостатки данного способа: высокие энергозатраты при прокачке хладоносителя через все замораживающие скважины в активном режиме, промораживание горных пород внутри контура выработки, вследствие которого
25 возрастает стоимость сооружения объекта строительства.

Известен способ подземной проходки в рыхлых грунтах, включающий введение в рыхлые грунты перфорированных иньекторов, нагнетание через них в массу рыхлых грунтов тампонажного раствора и последующее замораживание рыхлых грунтов и приконтурного массива проходки посредством подачи по иньекторам жидкого азота
30 (Авторское свидетельство СССР №1696712, опубл. от 01.12.1991, Бюл. №45).

Недостаток способа в том, что в этих условиях необходимо промораживать всю массу рыхлых пород. Промороженная масса грунта, несмотря на пористую структуру, все же обладает большей прочностью по сравнению с такой же, но не замороженной массой. Поэтому на ее уборку при проходке промороженного рыхлого грунта по
35 сечению выработки требуется расходовать дополнительное время и мощности. Кроме того, увеличиваются непроизводительные затраты на производство дополнительного холода, т.к. необходимо для придания заданной прочности ледопородного ограждения увеличивать ее толщину.

Известен способ сооружения наклонных тоннелей в слабых водонасыщенных грунтах,
40 заключающийся в том, что слабый, водонасыщенный грунт в пределах наклонного тоннеля с необходимым запасом, обеспечивающим его надежное сооружение, заменяется методом стена в грунте, например, бетоном или другим материалом с организацией целика, конструкция которого вокруг наклонного тоннеля выполнена из проектной марки бетона, а заполнения в пределах площади поперечного сечения наклонного
45 тоннеля и участка необходимого для производства работ, например, бетоном низкого класса прочности или другим материалом по условиям производства работ. Для исключения деформации бетонного целика по его длине, при необходимости, например, методом стена в грунте с определенным шагом, опускаются поперечные ребра до

коренных пород (Патент РФ №.2006583, опубл. от 30.01.1994).

Недостатком данного способа сооружения наклонного тоннеля в слабых водонасыщенных грунтах, где невозможно водопонижение и химическое закрепление грунтов, является то, что он может быть применен только при расположении наклонного тоннеля вдоль незастроенных свободных территорий, например, магистралей и дворов, поскольку требует для сооружения бетонного целика применения вскрытия земной поверхности методом «стена в грунте», а также большого объема бетонных работ и времени сооружения наклонного тоннеля в бетонном целике.

Известен способ сооружения наклонных тоннелей в слабых водонасыщенных грунтах, включающий бурение наклонных скважин вдоль контура тоннеля до начала строительных работ, установку в пробуренные скважины замораживающих колонок, прокачку через них хладонносителя, охлажденного до отрицательных температур, формирование вокруг тоннеля прочного противодиффузионного ограждения, в виде кольца, из замороженного грунта и разработку грунта внутри противодиффузионного ограждения для формирования наклонного тоннеля (Н.А. Нечаев, А.А. Чижов. - Москва: Государственное транспортное железнодорожное издательство, 1958. - С. 257-259).

Основные недостатки данного способа: невысокая механическая прочность и надежность противодиффузионного ограждения только из замороженного грунта, необходимость создания толстого противодиффузионного ограждения, в виде кольца, из замороженного грунта для исключения повреждения и образования трещин, а при значительных нагрузках - деформации и разрыв, в ограждении при механизированной (машинной) разработке грунта внутри наклонного тоннеля, деструкция грунта при последующем оттаивании при завершении работ, что приводит к значительным осадкам земной поверхности, высокие энергозатраты для производства холода и при прокачке хладонносителя через замораживающие скважины для формирования толстого противодиффузионного ограждения, промораживание пород внутри контура тоннеля, вследствие которого возрастает стоимость сооружения объекта строительства.

Технический результат, который может быть получен при реализации предлагаемого изобретения заключается в повышении механической прочности и надежности противодиффузионного ограждения, обеспечении безаварийности работы противодиффузионного ограждения, снижении энергозатрат на замораживание грунтовых пород при создании наклонных тоннелей, а также в уменьшении объемов деструкции грунта в процессе замораживания и осадки земной поверхности при оттаивании грунта после завершения работ по сооружению наклонного тоннеля.

Для достижения данного технического результата в предлагаемом способе сооружения наклонных тоннелей в слабых водонасыщенных грунтах, включающим бурение наклонных скважин вдоль контура предполагаемого наклонного тоннеля, установку в пробуренные скважины замораживающих колонок, прокачку через них хладонносителя, охлажденного до отрицательных температур, формирование вокруг тоннеля противодиффузионного ограждения, в виде кольца, из замороженного грунта и разработку грунта внутри противодиффузионного ограждения для формирования наклонного тоннеля, согласно изобретения, формирование противодиффузионного ограждения вокруг тоннеля производят в два этапа, на первом этапе, вдоль контура предполагаемого наклонного тоннеля от поверхности земли бурят вертикальные скважины на необходимую глубину, затем на проектных отметках в области прохождения тоннеля в пробуренных скважинах производят формирование грунтоцементного массива на основе грунтоцементных свай диаметром

800-1000 мм, совокупная площадь вертикального сечения которого в каждом сечении по длине наклонного тоннеля больше площади контура наклонного тоннеля, затем, на втором этапе, с начала наклонного тоннеля от поверхности земли, в грунтоцементном массиве бурят наклонные скважины вдоль контура наклонного тоннеля и максимально близко к внешней поверхности диаметра наклонного тоннеля, устанавливают замораживающие колонки и производят замораживание слоя грунтоцементного массива вдоль контура наклонного тоннеля, что обеспечивает формирование комбинированного противofильтрационного ограждения по внешнему диаметру наклонного тоннеля, состоящего из замороженного грунтоцементного массива, при этом процесс замораживания осуществляют только после полного отверждения грунтоцементного массива, после формирования противofильтрационного ограждения производят разработку грунтовых пород внутри противofильтрационного ограждения с одновременным возведением обделки наклонного тоннеля.

Введение в предлагаемый способ сооружения наклонных тоннелей в слабых водонасыщенных грунтах формирования противofильтрационного ограждения вокруг тоннеля в два этапа, на первом этапе, вдоль контура предполагаемого наклонного тоннеля от поверхности земли бурят вертикальные скважины на необходимую глубину, затем на проектных отметках в области прохождения тоннеля в пробуренных скважинах производят формирование грунтоцементного массива на основе грунтоцементных свай диаметром 800-1000 мм, совокупная площадь вертикального сечения которого в каждом сечении по длине наклонного тоннеля больше площади контура наклонного тоннеля, затем, на втором этапе, с начала наклонного тоннеля от поверхности земли, в грунтоцементном массиве бурят наклонные скважины вдоль контура наклонного тоннеля и максимально близко к внешней поверхности диаметра наклонного тоннеля, устанавливают замораживающие колонки и производят замораживание слоя грунтоцементного массива вдоль контура наклонного тоннеля, что обеспечивает формирование комбинированного противofильтрационного ограждения по внешнему диаметру наклонного тоннеля, состоящего из замороженного грунтоцементного массива, при этом процесс замораживания осуществляют только после полного отверждения грунтоцементного массива, разработку грунтовых пород внутри противofильтрационного ограждения с одновременным возведением обделки наклонного тоннеля, позволяет получить новое свойство, заключающееся в возможности повышения механической прочности и надежности противofильтрационного ограждения, а также обеспечения безаварийности работы противofильтрационного ограждения за счет создания усиленного противofильтрационного ограждения, состоящего из замороженного грунтоцементного массива, снижении энергозатрат на замораживание грунтовых пород при создании наклонных тоннелей за счет замораживания только небольшого слоя вокруг внешнего диаметра наклонного тоннеля, что обеспечивает уменьшение объемов деструкции грунта в процессе замораживания, например, пучение грунта при заморозке воды в грунте и водяных линз в области сооружения наклонного тоннеля, и практически полного исключения осадки земной поверхности при оттаивании грунта после завершения работ по сооружению наклонного тоннеля.

Реализация предлагаемого способа сооружения наклонных тоннелей в слабых водонасыщенных поясняется следующими рисунками. На фиг. 1 представлен общий вид наклонного тоннеля, а на фиг. 2 вертикальный разрез наклонного тоннеля после замораживания грунта и образования комбинированного противofильтрационного ограждения, где:

- 1 - наклонный тоннель;
- 2 - вертикальные скважины;
- 3 - грунтоцементный массив;
- 4 - грунтоцементные сваи;

5 5 - наклонные скважины;

6 - комбинированное противofильтрационное ограждение (слой замороженного грунтоцементного массива).

Предлагаемый способ сооружения наклонных тоннелей в слабых водонасыщенных грунтах может быть реализован следующим образом.

10 Для реализации способа сооружения наклонных тоннелей в слабых водонасыщенных грунтах первоначально вдоль контура тоннеля 1 осуществляют бурение вертикальных скважин 2 на необходимую глубину. Затем на проектных отметках в области прохождения тоннеля 1 в пробуренных скважинах 2 производят формирование грунтоцементных свай 4 диаметром 800-1000 мм. Грунтоцементные сваи 4 производят
15 за счет гидравлического смешения грунта и цементного раствора, под давлением, что обеспечивает частичное разрушение стенок скважин 2 с образованием грунтоцементного массива 3 на основе грунтоцементных свай 4. При этом бурение вертикальных скважин 2 осуществляют таким образом, что совокупная площадь вертикального сечения грунтоцементного массива 3 в каждом сечении по длине наклонного тоннеля 1 больше
20 площади контура наклонного тоннеля 1.

Затем, с начала наклонного тоннеля 1 от земной поверхности, в грунтоцементном массиве 3 бурят наклонные скважины 5 вдоль контура наклонного тоннеля 1 и максимально близко к внешней поверхности диаметра наклонного тоннеля 1. В наклонные скважины 5 устанавливают замораживающие колонки (на рис. показаны)
25 и производят замораживание слоя грунтоцементного массива 3, что обеспечивает формирование комбинированного противofильтрационного ограждения 6 по внешнему диаметру наклонного тоннеля 1, состоящего из замороженного грунтоцементного грунта. При этом процесс замораживания осуществляют только после полного отвердения грунтоцементного состава в грунтоцементных сваях 4.

30 Затем производят разработку грунтовых пород внутри противofильтрационного ограждения 6 с одновременным возведением обделки наклонного тоннеля 1.

Комбинированное противofильтрационное ограждение 6 формируется за счет первоначального замещения слабых грунтов грунтоцементным грунтом, а затем его усилением за счет дополнительного замораживания, что гарантирует исключение
35 возможности попадания жидких слабых грунтов вовнутрь контура разрабатываемого наклонного тоннеля 1.

Источники информации, принятые во внимание при составлении заявки:

1. Авторское свидетельство СССР №152138, опубл. 1962, Бюл. №23.
2. Насонов И.Д., Шуплик М.Н., Ресин В.И. Технология строительства горных
40 предприятий. М. Недра, 1990, - С. 125-133.
3. Авторское свидетельство СССР №1696712, опубл. 01.12.1991, Бюл. №45.
4. Патент РФ №2006583, опубл. 30.01.1994.
5. Н.А.Нечаев, А.А.Чижов. - Москва: Государственное транспортное железнодорожное издательство, 1958. - С. 257-259. - прототип.

45

(57) Формула изобретения

Способ сооружения наклонных тоннелей в слабых водонасыщенных грунтах, включающий бурение наклонных скважин вдоль контура предполагаемого наклонного

тоннеля, установку в пробуренные скважины замораживающих колонок, прокачку через них хладоносителя, охлажденного до отрицательных температур, формирование вокруг тоннеля противодиффузионного ограждения в виде кольца из замороженного грунта и разработку грунта внутри противодиффузионного ограждения для

5 формирования наклонного тоннеля, отличающийся тем, что формирование противодиффузионного ограждения вокруг тоннеля производят в два этапа, на первом этапе вдоль контура предполагаемого наклонного тоннеля от поверхности земли бурят вертикальные скважины на необходимую глубину, затем на проектных

10 отметках в области прохождения тоннеля в пробуренных скважинах производят формирование грунтоцементного массива на основе грунтоцементных свай диаметром 800-1000 мм, совокупная площадь вертикального сечения которого в каждом сечении по длине наклонного тоннеля больше площади контура наклонного тоннеля, затем, на втором этапе, с начала наклонного тоннеля от поверхности земли в грунтоцементном

15 массиве бурят наклонные скважины вдоль контура наклонного тоннеля и максимально близко к внешней поверхности диаметра наклонного тоннеля, устанавливают замораживающие колонки и производят замораживание слоя грунтоцементного массива вдоль контура наклонного тоннеля, что обеспечивает формирование комбинированного

20 противодиффузионного ограждения по внешнему диаметру наклонного тоннеля, состоящего из слоя замороженного грунтоцементного массива, при этом процесс замораживания осуществляют только после полного отвердения грунтоцементного массива, после формирования противодиффузионного ограждения производят разработку грунтовых пород внутри противодиффузионного ограждения с

одновременным возведением обделки наклонного тоннеля.

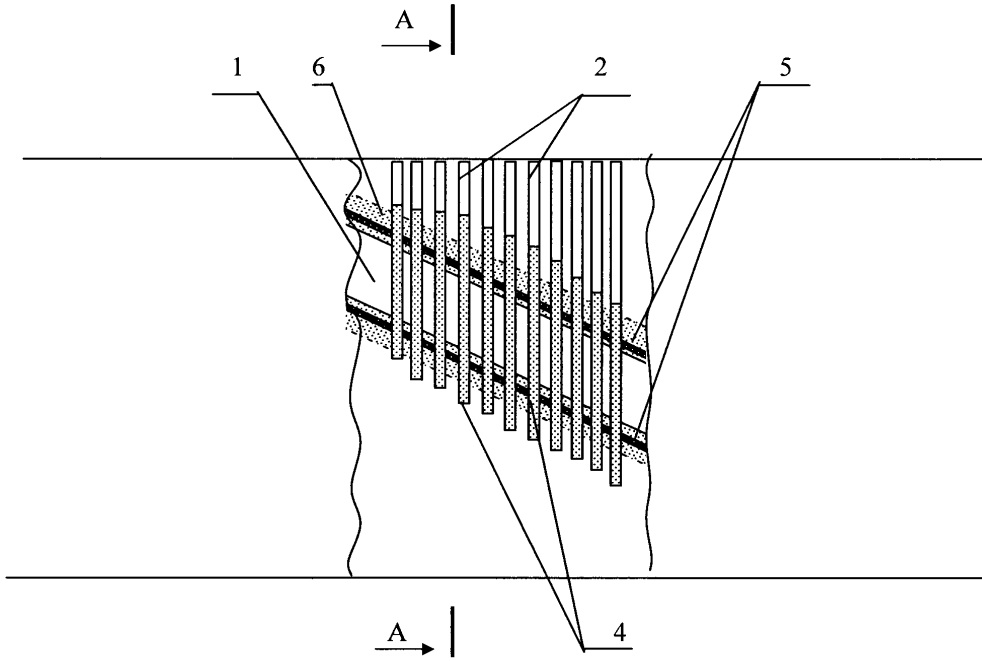
25

30

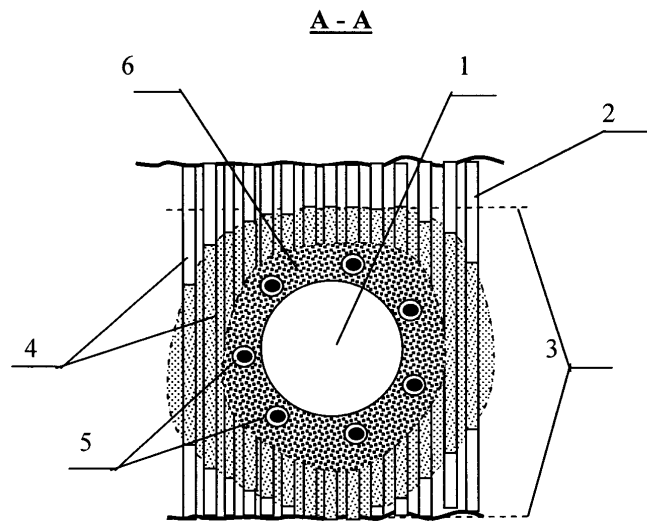
35

40

45



Фиг. 1



Фиг. 2