

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041578**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.11.09

(21) Номер заявки
202000305

(22) Дата подачи заявки
2020.08.18

(51) Int. Cl. *E21D 9/04* (2006.01)
E21D 11/04 (2006.01)
E02D 29/02 (2006.01)
E02D 11/00 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ВОЗВЕДЕНИЯ ПОДЗЕМНОГО ТУННЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗАЩИТНОГО ЭКРАНА И КОНСТРУКЦИЯ ПОДЗЕМНОГО ТУННЕЛЯ**

(43) **2022.02.28**

(96) **2020/EA/0052 (BY) 2020.08.18**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и патентовладелец:

КИМ ВАСИЛИЙ (BY)

(56) BY-C1-22473
RU-C1-2682272
RU-C1-2501953
KR-A-20050020451

(57) Изобретение относится к области подземного строительства с применением защитного экрана под автодорогами и железнодорожными путями. Результатом изобретения является применение металлических труб для повышения прочности конструкции экрана и как направляющих для продавливания по замковым соединениям секций из полутруб (2, 3, 4), объединенных сваркой. После задавливания экрана по всему периметру тоннеля трубы заполняют монолитным железобетоном, затем концы экрана с обеих сторон жестко заделываются в железобетонные порталы и производится выработка грунта ступенчатым забоем, с укреплением временными стальными опорными рамами, обеспечивая совместную работу под нагрузкой и требуемую прочность.

041578 B1

041578 B1

Изобретение относится к области подземного строительства, а именно к бестраншейным (закрытым) способам разработки грунта в подземных выработках с применением защитного экрана, преимущественно для возведения подземных переходов, туннелей мелкого заложения под существующими транспортными магистралями, насыпями.

Известен способ бестраншейной (закрытой) подземной прокладки коллекторов, переходов, туннелей методом циклического продавливания секции труб домкратами, с ручной или механической выработкой из каждой продавленной секции грунта, присоединением к ней при помощи сварки следующей секции и повторением всего цикла работ по продавливанию секций до полной проходки насыпи, транспортной магистрали и др. [1].

Известна также конструкция подземного туннеля, содержащая несущий защитный экран из протяженных полых элементов, как правило, труб и прислонную к нему несущую железобетонную обделку [1].

Известный способ возведения подземного туннеля и конструкция туннеля позволяют эффективно осуществлять подземную разработку грунта и возведение подземных туннелей без остановки движения транспорта на поверхности магистралей, насыпей и др.

К недостаткам способа и конструкции туннеля следует отнести повышенную сложность процесса и оборудования (требуется домкраты с усилием до 5000 кН и мощный стапель с упорной системой), большие себестоимость, материалоемкость, трудоемкость (много ручного труда в ограниченном пространстве трубы при удалении из нее грунта и выполнении сварочных работ) и длительные сроки строительства.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому эффекту к заявленному изобретению является способ возведения туннеля путем бестраншейной закрытой разработки грунта в подземной выработке, при котором выполняют защитный экран из незамкнутых протяженных желобообразных элементов в виде шпунтовых свай корытного или полукруглого в поперечном сечении типа или секторов, вырезанных из круглых труб, открытыми полостями направленных внутрь туннеля и жестко соединенных между собой посредством замковых соединений и сварки в пространственную конструкцию, имеющую в поперечном сечении коробчатую или арочную форму туннеля, разрабатывают под защитным экраном грунт при проходке подземной выработки [2].

Известна также конструкция подземного туннеля, содержащая защитный экран в виде коробчатой или арочной в поперечном сечении пространственной конструкции, прислонную к внутренней поверхности защитного экрана постоянную монолитную железобетонную обделку [2].

К недостаткам известного способа возведения туннеля и конструкции подземного туннеля следует отнести

отклонение продольной оси туннеля от прямолинейности (от заданного направления) в горизонтальной и вертикальной плоскости вследствие погрешности положения экрана в ходе последовательного продавливания его протяженных желобообразных элементов, а также проседания экрана при извлечении из-под него грунта;

невозможность использования способа и конструкции туннеля при строительстве подземных сооружений для транспортных средств под высоконагруженными дорогами из-за недостаточной изгибной прочности экрана и низкой нагрузочной способности конструкции туннеля, что снижает технологические возможности способа и конструкции туннеля;

увеличение срока строительства из-за односторонней проходки туннеля и невозможности встречной проходки (с противоположных сторон насыпи земляного полотна);

низкая изгибная прочность защитного экрана туннеля;

низкая нагрузочная способность конструкции туннеля;

высокая себестоимость и материалоемкость туннеля из-за наличия в его конструкции постоянных опорных анкерных балок и металлических стоек.

Задачи изобретения:

повышение точности проходки туннеля за счет уменьшения погрешности отклонения его продольной оси от прямолинейности (от заданного направления) в горизонтальной и вертикальной плоскости;

расширение технологических возможностей способа и конструкции туннеля за счет их применения при строительстве подземных сооружений для транспортных средств под существующими высоконагруженными транспортными магистралями;

снижение сроков строительства туннелей за счет встречной проходки (с противоположных сторон насыпи земляного полотна);

повышение изгибной прочности защитного экрана туннеля за счет использования в его конструкции направляющих металлических труб, установленных по периметру поперечного сечения изготавливаемого туннеля;

повышение нагрузочной способности туннеля за счет применения в его конструкции направляющих металлических труб на всю ширину насыпи земляного полотна, установленных по периметру поперечного сечения изготавливаемого туннеля, и жестко соединенных с элементами защитного экрана замковыми устройствами и сваркой, внутренняя поверхность которых заполнена железобетоном, а также за счет заделки концов защитного экрана в железобетонные порталы;

снижение себестоимости и материалоемкости изготавливаемого туннеля за счет исключения из его конструкции постоянных подпорных анкерных балок и металлических стоек.

Поставленные задачи достигаются тем, что в известном способе возведения туннеля путем бесшпунтовой закрытой разработки грунта в подземной выработке, при котором выполняют защитный экран из незамкнутых протяженных желобообразных элементов в виде шпунтовых свай корытного или полукруглого в поперечном сечении типа или секторов, вырезанных из круглых труб, открытыми полосами направленных внутрь туннеля и жестко соединенных между собой посредством замковых соединений и сварки в пространственную конструкцию, имеющую в поперечном сечении коробчатую или арочную форму туннеля, разрабатывают под защитным экраном грунт при проходке подземной выработки, согласно изобретению защитный экран выполняют в виде секций, состоящих из протяженных желобообразных элементов, жестко соединенных между собой посредством упомянутых замковых соединений и сварки, имеющих в поперечном сечении профиль изготавливаемого туннеля, и направляющих металлических труб, установленных по периметру поперечного сечения изготавливаемого туннеля, параллельно протяженным желобообразным элементам секций и связанных с ними замковыми устройствами и имеющими возможность относительного продольного перемещения, в начале в тело насыпи земляного полотна продавливают направляющие металлические трубы, а затем секции из протяженных желобообразных элементов, при этом свободное пространство от грунта труб заполняют железобетоном, концы защитного экрана, расположенные с противоположных сторон насыпи земляного полотна, заделывают в железобетонные порталы, а затем производят встречную (с обеих сторон экрана) выработку грунта заходками 6-8 м, дополнительно укрепляя экран по мере выработки грунта временными опорными стальными рамами, после чего осуществляют возведение постоянной прислонной к внутреннему контуру защитного экрана монолитной железобетонной обделки.

Поставленные задачи достигаются и тем, что в конструкции подземного туннеля, содержащей защитный экран в виде коробчатой или арочной в поперечном сечении пространственной конструкции, прислонную к внутренней поверхности защитного экрана постоянную монолитную железобетонную обделку, согласно изобретению, защитный экран выполнен в виде секций, состоящих из протяженных желобообразных элементов, жестко соединенных между собой посредством замковых соединений и сварки, и направляющих металлических труб, заполненных железобетоном, установленных по периметру поперечного сечения туннеля, параллельно упомянутым желобообразным элементам и связанными с последними замковыми устройствами и сваркой, при этом концы защитного экрана, расположенные с противоположных сторон насыпи земляного полотна, жестко заделаны в железобетонные порталы.

Такое выполнение способа возведения и конструкции туннеля позволяют

- повысить точность проходки туннеля;
- расширить технологические возможности способа и конструкции туннеля за счет их применения при строительстве подземных сооружений под высоконагруженными транспортными магистралями;
- уменьшить сроки строительства туннелей;
- повысить изгибную прочность экрана туннеля;
- повысить нагрузочную способность туннеля;
- снизить себестоимость и материалоемкость туннеля.

Изобретение поясняется чертежами.

На фиг. 2 представлен фрагмент варианта поперечного сечения защитного экрана, на котором изображены поперечные сечения направляющих металлических труб (поз. 1); незамкнутых протяженных желобообразных элементов в виде полукруглых шпунтовых свай (поз. 2); замкового соединения (поз. 3); временной стальной опорной рамы (поз. 4). На фиг. 2 показан выносной элемент А фиг. 1, на котором показано увеличенное изображение поперечного сечения варианта замкового соединения между собой протяженных желобообразных элементов, выполненных в виде полукруглых шпунтовых свай (поз. 3 фиг. 1). На фиг. 3 показан выносной элемент Б фиг. 1, на котором показано увеличенное изображение поперечного сечения варианта замкового устройства (поз. 5, фиг. 1), связывающего направляющие металлической трубы с протяженными желобообразными элементами в виде полукруглых шпунтовых свай. На фиг. 4 изображен фрагмент варианта коробчатого поперечного сечения готовой конструкции туннеля, содержащий защитный экран, выполненный в виде секций из протяженных желобообразных элементов (поз. 6), жестко соединенных между собой посредством замковых соединений (поз. 7) и направляющих металлических труб (поз. 8), заполненных железобетоном (поз. 9), связанных с протяженными желобообразными элементами замковыми устройствами (поз. 10); постоянную прислонную к внутреннему контуру защитного экрана монолитную железобетонную обделку (поз. 11); фиг. 5 - сечение А-А фиг. 1 с изображением продольного сечения туннеля, содержащим условное изображение концов защитного экрана (поз. 12, 13) и железобетонных порталов (поз. 14, 15).

Подземный туннель по заявленному способу возводится в следующей последовательности.

Разрабатывают стартовый и приемный котлованы, в которых монтируется задавливающее оборудование и направляющий стапель. Выполняют защитный экран в виде секций, состоящих из незамкнутых протяженных желобообразных элементов в виде шпунтовых свай (поз. 2 фиг. 1) корытного или полукруглого в поперечном сечении типа, жестко соединенных между собой посредством замкового соеди-

нения (поз. 3 фиг. 1 и 2) и сварки, имеющих в поперечном сечении профиль продавливаемого туннеля (фиг. 4), и направляющих металлических труб (поз. 1 фиг. 1 и поз. 8 фиг. 4), установленных по периметру поперечного сечения изготавливаемого туннеля, параллельно протяженным желобообразным элементам (поз. 2 фиг. 1 и поз. 6 фиг. 4) секций, связанных с ними замковыми устройствами (поз. 5 фиг. 1 и поз. 10 фиг. 4) и имеющих возможность относительного продольного перемещения.

В начале в тело насыпи земляного полотна по известным технологиям [1, 3, 4] продавливают направляющие металлические трубы (поз. 1 фиг. 1), а затем секции из протяженных желобообразных элементов (поз. 2 фиг. 1). При этом свободное пространство от грунта труб заполняют железобетоном (поз. 9 фиг. 4). Концы защитного экрана (поз. 12, 13 фиг. 1) заделывают в железобетонные порталы (поз. 14, 15 фиг. 1).

Затем производят встречную с обеих сторон экрана выработку грунта по известным технологиям [1, 3, 4] заходками 6-8 м, дополнительно укрепляя экран по мере выработки грунта временными опорными стальными рамами (на фиг. 1-5 временные опорные стальные рамы не показаны). После чего осуществляют возведение постоянной прислонной к внутреннему контуру защитного экрана монолитной железобетонной обделки (поз. 10 фиг. 4).

Конструкция возведенного предложенным способом подземного туннеля содержит защитный экран в виде коробчатой или арочной в поперечном сечении пространственной конструкции (фиг. 4) в виде секций, состоящих из протяженных желобообразных элементов (поз. 6 фиг. 4) жестко соединенных между собой посредством замковых соединений (фиг. 2 и поз. 7 фиг. 4) и сварки, и направляющих металлических труб (поз. 1 фиг. 1 и поз. 8 фиг. 4), заполненных железобетоном (поз. 9 фиг. 4), установленных по периметру поперечного сечения туннеля (фиг. 4), параллельно желобообразным элементам (поз. 2 фиг. 1) и связанными с последними замковыми устройствами (фиг. 3, поз. 10 фиг. 4) и сваркой. Концы (поз. 12, 13 фиг. 5) защитного экрана, расположенные с противоположных сторон насыпи земляного полотна, жестко заделаны в железобетонные порталы (поз. 14, 15 фиг. 5). В конструкции туннеля имеется прислонная к внутреннему контуру защитного экрана монолитная железобетонная обделка (поз. 11 фиг. 4).

Заявленное изобретение позволяет

повысить точность проходки туннеля (уменьшить погрешность отклонения его продольной оси от прямолинейности на 40-60%);

расширить технологические возможности способа за счет его приложения при строительстве подземных сооружений под высоконагруженными транспортными магистралями;

снизить сроки строительства туннелей в 1,8-6,0 раз.

повысить изгибную прочность защитного экрана туннеля в 1,8-2,5 раза;

повысить нагрузочную способность туннеля в 1,5-3,0 раза;

снизить себестоимость (в 1,2-1,5 раза) и материалоемкость (1,2-1,8 раза) изготовления туннелей.

Источники информации.

1. Теличенко В.И., Терентьев О.М., Лапидус А.А. Технология строительных процессов. В 2 ч. 4.1: Учеб. для строит. вузов. 2-е изд., испр. и доп. М: Высш. шк., 2005. С. 147-155.

2. Способ возведения подземного туннеля с использованием защитного экрана и подземный туннель. Пат. ВУ 22473/В.Н. Кравцов, В. Ким, В.А. Ким, П.В. Лапатин. Оpubл. 30.04.2019.

3. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения/Под общей ред. В.А. Ильичева и Р.А. Мангушева. М: Изд-во АСВ, 2014. С. 510-520.

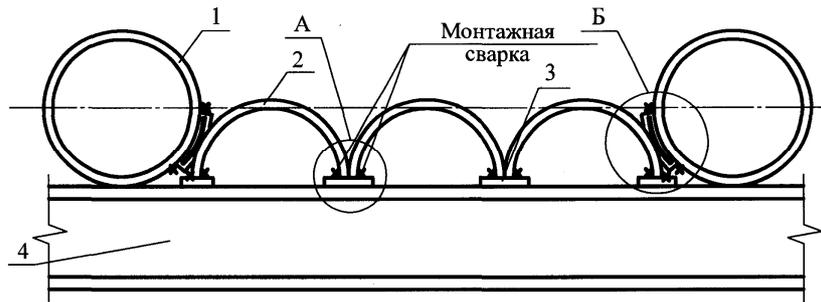
4. Проспект ООО "Анкерные технологии". Строительство подземных искусственных сооружений с использованием защитных экранов из металлических труб, <http://anchortech.ru/tehnology/gn-uprs.html>, 2011.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ возведения туннеля путем бестраншейной закрытой разработки грунта в подземной выработке, при котором выполняют защитный экран из незамкнутых протяженных желобообразных элементов в виде шпунтовых свай корытного или полукруглого в поперечном сечении типа или секторов, вырезанных из круглых труб, открытыми полостями направленных внутрь туннеля и жестко соединенных между собой посредством замковых соединений и сварки в пространственную конструкцию, имеющую в поперечном сечении коробчатую или арочную форму туннеля, разрабатывают под защитным экраном грунт при проходке подземной выработки, отличающийся тем, что защитный экран выполняют в виде секций, состоящих из протяженных желобообразных элементов, жестко соединенных между собой посредством упомянутых замковых соединений и сварки, имеющих в поперечном сечении профиль изготавливаемого туннеля, и направляющих металлических труб, установленных по периметру поперечного сечения изготавливаемого туннеля параллельно протяженным желобообразным элементам секций и связанных с ними замковыми устройствами, в начале в тело насыпи земляного полотна продавливают направляющие металлические трубы, а затем секции из протяженных желобообразных элементов, при этом внутреннюю полость направляющих металлических труб заполняют железобетоном, концы защитного экрана, расположенные с противоположных сторон насыпи земляного полотна, заделывают в желе-

зобетонные порталы, а затем производят встречную с обеих сторон экрана выработку грунта заходками 6-8 м, дополнительно укрепляя экран по мере выработки грунта временными опорными стальными рамами, после чего осуществляют возведение постоянной прислонной к внутреннему контуру защитного экрана монолитной железобетонной обделки.

2. Конструкция подземного туннеля, выполненная способом по п.1, содержащая защитный экран в виде коробчатой или арочной в поперечном сечении пространственной конструкции, прислонную к внутренней поверхности защитного экрана постоянную монолитную железобетонную обделку, отличающаяся тем, что защитный экран выполнен в виде секций, состоящих из протяженных желобообразных элементов, жестко соединенных между собой посредством замковых соединений и сварки, и направляющих металлических труб, заполненных железобетоном, установленных по периметру поперечного сечения туннеля параллельно упомянутым желобообразным элементам и связанных с последними замковыми устройствами и сваркой, при этом концы защитного экрана, расположенные с противоположных сторон насыпи земляного полотна, жестко заделаны в железобетонные порталы.



Фиг. 1

Вид А

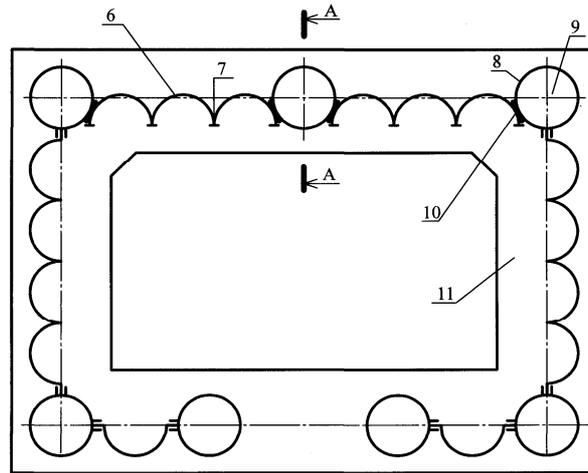


Фиг. 2

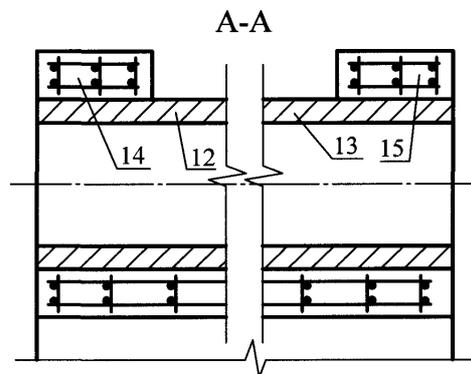
Вид Б



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5

