

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040797**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.07.28

(51) Int. Cl. *E21D 11/00* (2006.01)
E21D 11/38 (2006.01)

(21) Номер заявки
201892182

(22) Дата подачи заявки
2017.03.29

**(54) СТЕНОВОЙ ЭЛЕМЕНТ ТОННЕЛЯ И СПОСОБ СБОРКИ СТЕН ТОННЕЛЯ,
СОДЕРЖАЩЕГО СТЕНОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТОННЕЛЯ**

(31) 20160515; 20160611

(56) WO-A2-2006050419
US-A1-2004050100

(32) 2016.03.30; 2016.04.13

(33) NO

Faro Europe: "Laserscanning im Tunnelbau Laserscannerblog", 20 October 2011 (2011-10-20), pages 1-9, XP055387681, Internet Retrieved from the Internet: URL: <http://www.laserscannerblog.de/2011/10/laserscanning-im-tunnelbau-2/> [retrieved on 2017-07-04], Chapter: Laserascan erfasst Tunnelquerschnitt EP-A1-1036916

(43) 2019.03.29

(86) PCT/NO2017/050077

(87) WO 2017/171558 2017.10.05

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ФОАМРОКС АС (NO)

(72) Изобретатель:
Якобсен Рольф (NO)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) Изобретение раскрывает стеновой элемент тоннеля, содержащий легкое тело элемента, покрытое огнестойким покрытием, обеспечивающим повышенную механическую целостность стенового элемента тоннеля. Изобретение также относится к способу строительства дорожных и железнодорожных тоннелей с легким покрытым элементом тоннеля.

040797
B1

040797
B1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к стеновым элементам тоннеля и способу сборки стен тоннеля, содержащего стеновые элементы, и особенно к стеновым элементам тоннеля, изготовленным из покрытого пено-стекла, и способу сборки элементов, покрытых пеностеклом в стенки тоннеля.

Предпосылки изобретения

Дорожные и железнодорожные тоннели являются обычно дорогими в изготовлении, и проблемы безопасности, связанные с возможными пожарами и авариями внутри тоннелей, являются известными проблемами в предшествующем уровне техники. Обычные способы строительства тоннелей обычно содержат способы бурения и взрыва, обеспечивающие необходимый и установленный профиль тоннеля с правильными размерами. Также общепринято приспособлять и собирать бетонные стеновые элементы, теплоизоляцию, противопожарную защиту, электрические провода, линии связи, светофоры, электрическое освещение, дренаж и т.п., соответствующие профилю тоннеля.

В последние годы принято обеспечивать изображения стен тоннеля из необработанной породы, сканируя поверхности породы пробуренного и взорванного тоннеля с помощью движущегося лазера, тем самым, идентифицируя места на стенах, подходящие для сверления болтов, удерживающих бетонные стеновые элементы, собираемые впоследствии. Информация из компьютерных изображений, зарегистрированных лазерным сканированием, может быть использована для направления и размещения бурового оборудования, движущегося внутри тоннеля во время бурения. Затем, установка бетонных элементов является намного проще и быстрее после того, как болты были прикреплены к стенам из породы.

Предшествующий уровень конструкций тоннеля включает в себя множество частей, обеспечивающих решения соответствующих технических проблем. Бетонные стены обеспечивают защиту от кусков породы, которые могут отрываться от поверхностей породы тоннеля и, например, упасть на полосы движения или железнодорожные пути. Защита от образования льда и контроль замерзания является необходимым, так как вода, замерзающая до льда, увеличивается в объеме, как известно из предшествующего уровня техники. Силы, индуцированные в окружающей среде от замерзающей воды, например воды, оставленной в трещинах на поверхности породы тоннеля, могут быть большими по величине и могут привести к падению камней со стены из породы тоннеля. Дополнительно, заморозок может сделать, например, дороги в тоннеле очень скользкими. При сборке бетонных стеновых элементов могут быть оставлены пустоты между бетонными поверхностями, обращенными к поверхности породы тоннеля. Вода может собираться в этих пустотах, и если защита от образования льда является недостаточной, вода в пустотах может нанести структурный ущерб бетонным стенам тоннеля.

Пожар, конечно, является проблемой, и бетонные стены могут защитить тоннель от разрушения из-за тепловых структурных изменений в стенах из породы тоннеля (например, из-за теплового расширения). Поэтому противопожарная защита является важной проблемой безопасности автомобильных и железнодорожных тоннелей.

Патент США 200700138857 A1 раскрывает транспортное средство с устройством фрезерования на верхней стороне машины. Устройство фрезерования включает в себя фрезерное устройство для шлифования верхней поверхности тоннеля, например тоннельных потолков дорожных тоннелей. Такое транспортное средство с устройством фрезерования согласно изобретению подходит для обработки стен тоннеля, так что получается желаемая шероховатость поверхности и удаление нагара. Это гарантирует, что облицовка, которая наносится на потолок тоннеля и поверхность стены, достаточно прикреплена к поверхностям.

Патент США 8662796 B2 раскрывает способ облицовки стен тоннеля или потолков защитными сетками или тому подобным, при этом сетчатый защитный материал разматывается с барабана и закрепляется на стенах тоннеля или потолке с помощью болтов. Барабан установлен вращательно. Вращение барабана вокруг вала управляется для того, чтобы разматывать защитный сетчатый материал, причем вал механически перемещается поэтапно вдоль стен тоннеля или потолка вместе с барабаном. Растяжение и механическое крепление защитной сетки, предпочтительно, выполняется при разматывании на каждом этапе.

Патент США 3561223 раскрывает тоннельную машину, адаптированную не только к тоннелю через грунт, но и к одновременному образованию бетонной стены в тоннеле. Формы для бетонной стены устанавливаются машиной на ее головном конце и удаляются машиной на ее заднем конце. Формы остаются на месте только достаточно долго, чтобы бетон затвердел, и постоянно повторно используются, те, которые от заднего конца переносятся на головной конец, при непрерывном процессе повторного использования формы. Удаление форм на задней части машины оставляет тоннель в задней части машины с гладкой бетонной стеной или каналом.

Патент Китая 101638990 B раскрывает огнестойкий термоизоляционный слой тоннеля и способ его строительства. Огнестойкий термоизоляционный слой содержит полиуретановый термоизоляционный слой, соединенный с двумя облицовками тоннеля и внешним огнеупорным слоем, причем огнеупорный слой изготавливается путем прессования одного или двух видов средне-щелочной стекловолоконной ткани и нетканого материала, которые берутся в качестве базовых материалов, а также водонепроницаемых и огнестойких компонентов.

Патент США 2004050100 А1 раскрывает композитную панель для строительной отрасли, исключая использование пластиковых пенных материалов, как известно в SIP's (Структурной изоляционной панели) и EIFS (Наружной изоляционной системе отделки) панелях. Пластиковые и углеводородные материалы на основе пены могут представлять угрозу для окружающей среды, как известно из предшествующего уровня техники. Обычная улучшенная альтернатива содержит способ смешивания вместе стекла и 0,1-20,0 мас.%, по меньшей мере одного пенообразователя, не содержащего серу, и нагревания смеси, достаточно для вспенивания смеси. Во время или после этапа охлаждения по меньшей мере одна сторона панели соединяется с материалом, тем самым образуя композитную панель.

Патент Великобритании 989639 раскрывает способ и устройство для панелей с непрерывным покрытием. Панели покрываются поверхностным покрытием с тем, чтобы сделать по меньшей мере одну поверхность панели электрически изолирующей и/или декоративной. Две жесткие противоположные панели, например, изготовленные из асбестоцемента, фанеры, твердого волокна, пенопласта и т.д., снабжаются слоями наполнителя, пропитанного синтетической смолой на их поверхностях и собираются со слоем сердечника, состоящего из панелей из пенистого материала, панелей из пеностекла, сотовых панелей из бумаги или тому подобного. Базовые панели транспортируются между конвейерами, например, из ленты бесконечного типа, и панели соединяются, например, нагреванием. Готовые покрытые панели представляют собой слоистые панели, содержащие соответствующие слои различного материала.

Стоимость создания безопасных дорожных и железнодорожных тоннелей является высокой, и поэтому существует потребность в улучшенных тоннельных конструкциях, обеспечивающих более дешевые тоннели, которые, предпочтительно, являются простыми в строительстве, быстрыми в строительстве, и которые требуют меньшего обслуживания и улучшения срока службы. В частности, было бы полезно использовать легкий стеновой элемент тоннеля, обеспечивающий необходимые тепло-, холодо- и водозащитные свойства при простой конструкции стеновых элементов, которая облегчает сборку полной стены тоннеля.

Кроме того, преимущество состоит в том, что стеновой элемент может быть адаптирован к конкретному профилю стены тоннеля, при этом соответствующие площади поверхности стенового элемента являются насколько возможно покрывающими как можно большие площади необработанной стены из породы тоннеля при сборке.

Задача изобретения

Задачей изобретения является обеспечение альтернативы известному уровню техники.

В частности, в качестве задачи настоящего изобретения может рассматриваться обеспечение легкого стенового элемента тоннеля, облегчающего сборку водо-, тепло- и огнестойких стен тоннеля, содержащих легкий стеновой элемент тоннеля.

Сущность изобретения

Таким образом, вышеописанная задача и несколько других задач предназначены для получения в первом аспекте изобретения, посредством обеспечения стенового элемента тоннеля, образованного легким элементом, имеющим термоизоляционные свойства, покрытого огнестойким покрытием, увеличивающим механическую целостность легкого элемента.

Одним аспектом настоящего изобретения является обеспечение стенового элемента тоннеля, образованного стеновым элементом тоннеля, образованным легкими элементами с покрытием, при этом сердцевина легкого элемента изготовлена из пеностекла, причем покрытие представляет собой полимочевину, обеспечивающую механическую целостность сердцевины из пеностекла, при этом размер соответствующих стеновых элементов тоннеля по высоте и/или ширине и толщине и формам контуров конкретных стеновых элементов тоннеля адаптированы к конкретным геометриям местной стены из породы и местным условиям конкретного местоположения на стене из породы дорожного или железнодорожного тоннеля, где соответствующие стеновые элементы тоннеля должны применяться, причем адаптация соответствующих стеновых элементов тоннеля к местным условиям осуществляется путем измерения геометрии и состояний стены из породы до того, как конкретный стеновой элемент тоннеля, связанный с конкретным местоположением стены тоннеля, предварительно изготавливается, при этом соответствующие стеновые элементы тоннеля помечаются меткой идентификации, идентифицирующей конкретные местоположения, в которых должны применяться соответствующие стеновые элементы тоннеля в тоннеле при сборке стеновых элементов тоннеля.

Дополнительно, стеновой элемент тоннеля может иметь угол торцевой поверхности первого стенового элемента тоннеля относительно передней или задней поверхности первого стенового элемента тоннеля, который адаптирован к соответствующему углу торцевой поверхности второго стенового элемента тоннеля, расположенного примыкающим к торцевой поверхности первого стенового элемента тоннеля, когда часть стенки тоннеля собирается с первым и вторым стеновыми элементами тоннеля, примыкающими друг к другу.

Дополнительно, стеновой элемент тоннеля может иметь форму контура первого стенового элемента тоннеля, которая адаптирована к форме контура второго стенового элемента тоннеля, расположенного примыкающим к первому стеновому элементу тоннеля, когда часть стены тоннеля собирается с первым и вторым стеновыми элементами тоннеля.

Дополнительно, адаптация конкретного стенового элемента тоннеля осуществляется согласно стандартизированному определенному набору спецификаций для конкретного тоннеля.

Дополнительно, адаптация толщины стенового элемента тоннеля осуществляется в соответствии с установленным местным температурным режимом на местном местоположении, где должен применяться стеновой элемент тоннеля.

Дополнительно, периферия стенового элемента тоннеля может быть усилена дополнительным профилем из композитного материала, который может частично или полностью окружать периферию стенового элемента тоннеля.

Дополнительно, добавленный упрочняющий профиль может быть прикреплен к сердцевине из пеностекла стенового элемента тоннеля до наложения полимочевины, при этом форма и углы торцевых поверхностей добавленного упрочняющего профиля адаптируются к стеновому элементу тоннеля перед нанесением полимочевины.

Дополнительно, добавленный упрочняющий профиль может быть прикреплен к сердцевине из пеностекла стенового элемента тоннеля после нанесения полимочевины, причем форма и углы торцевых поверхностей добавленного упрочняющего профиля адаптируются к стеновому элементу тоннеля после нанесения полимочевины.

Дорожный или железнодорожный тоннель, содержащий множество легких стеновых элементов тоннеля, согласно настоящему изобретению, может обеспечивать, что соответствующие стеновые элементы тоннеля облицовывают стену из породы тоннеля, при этом слой бетона наносится между стеной из породы и соответствующими стеновыми элементами тоннеля.

Дорожный или железнодорожный тоннель может дополнительно содержать Н-образную балку из композитного материала, которая расположена в нижней части стены тоннеля, а стеновые элементы тоннеля располагаются и закрепляются в верхнем раскрыве Н-образной балки.

Дорожный или железнодорожный тоннель может дополнительно содержать по меньшей мере один источник света, который расположен за съемной крышкой в нижнем участке Н-образной балки, при этом оптическое волокно расположено на нижней стороне соответствующих стеновых элементов тоннеля, причем первый конец соответствующих оптических волокон находится функционально в контакте по меньшей мере с одним источником света, при этом второй конец, противоположный первому концу соответствующих оптических волокон, направляется через соответствующие стеновые элементы тоннеля, в результате чего соответствующие оптические волокна передают свет по меньшей мере от одного источника света во внутреннюю часть тоннеля.

Дорожный или железнодорожный тоннель может дополнительно содержать полые болты, расположенные между соединительными торцевыми поверхностями примыкающих стеновых элементов тоннеля, причем полые болты могут поддерживать светофоры или дорожные знаки на боковых стенках тоннеля, в то время как болты, расположенные в потолке тоннеля, могут поддерживать кабельные мосты.

Дорожный и железнодорожный тоннель может дополнительно содержать полые болты, выполненные с возможностью направления электрических кабелей, оптических волокон, линий связи и аналогичных объектов к/от задней стороны стеновых элементов тоннеля к/от передней стороны стеновых элементов тоннеля.

Способ сборки стены тоннеля, содержащей легкие стеновые элементы тоннеля, может включать этапы, при которых

получают компьютерное изображение просверленного и взорванного тоннельного профиля тоннеля посредством сканирования поверхностей породы тоннеля с помощью движущегося лазерного сканера, перемещающегося через тоннель в продольном направлении тоннеля,

используют компьютерное изображение для адаптации ширины и/или высоты конкретных стеновых элементов тоннеля к конкретным местоположениям стены из породы до того, как будут изготовлены конкретные стеновые элементы тоннеля.

Способ может дополнительно включать этап, на котором компьютерное изображение стен тоннеля используется для планирования местоположения отступов в бетоне, наносимом на заднюю сторону стеновых элементов тоннеля, тем самым образуя каналы дренажа воды.

Способ может дополнительно включать этап, на котором компьютерное изображение стен тоннеля используется для идентификации возможной максимизации поверхностей соответствующих стеновых элементов тоннеля, тем самым, уменьшая количество стеновых элементов тоннеля, необходимых для прокладки тоннеля.

Соответствующие аспекты настоящего изобретения могут быть объединены с любым из других аспектов. Эти и другие аспекты изобретения станут очевидными и будут разъяснены со ссылкой к вариантам осуществления, описанным ниже.

Описание чертежей

Стеновой элемент тоннеля и способ строительства стен тоннеля со стеновыми элементами тоннеля согласно настоящему изобретению будут теперь более подробно описаны со ссылкой на прилагаемые фигуры. Прилагаемые фигуры иллюстрируют пример варианта осуществления настоящего изобретения и не должны истолковываться как ограничивающие для других возможных вариантов осуществления,

входящих в объем прилагаемых пунктов формулы изобретения.

- Фиг. 1 иллюстрирует пример стенового элемента тоннеля согласно настоящему изобретению;
- фиг. 2 - пример конструкции тоннеля согласно настоящему изобретению;
- фиг. 3 - пример участка тоннеля согласно настоящему изобретению;
- фиг. 4 - другой пример участка тоннеля согласно настоящему изобретению;
- фиг. 5 - пример конструкции тоннеля согласно настоящему изобретению;
- фиг. 6 - пример крепежного элемента согласно настоящему изобретению;
- фиг. 7 - пример устройства освещения тоннеля согласно настоящему изобретению.

Подробное описание варианта осуществления

Хотя изобретение было описано в связи с определенными вариантами осуществления, оно не должно толковаться как каким-либо образом ограничивающее представленными примерами. Объем настоящего изобретения изложен в прилагаемых пунктах формулы изобретения. В контексте формулы изобретения, термины "содержащий" или "содержит" не исключают другие возможные элементы или этапы. Упоминание ссылок на единственное число не должно истолковываться как исключающее множественность. Использование ссылочных символов в формуле изобретения в отношении элементов, указанных на фигурах, также не должно истолковываться как ограничивающее объема изобретения. Кроме того, отдельные признаки, упомянутые в разных пунктах формулы изобретения, могут быть с успехом объединены, и упоминание этих признаков в различных пунктах формулы изобретения не исключает того, что сочетание признаков невозможно и невыгодно.

Первый аспект настоящего изобретения состоит в том, чтобы объединить средства защиты от воды, огня и мороза в легком теле стенового элемента. Фиг. 1 иллюстрирует примеры стеновых элементов 10 тоннеля согласно настоящему изобретению, содержащих сердцевину из пеностекла, покрытую полимочевиной. Пеностекло является легким, а покрытие увеличивает механическую целостность сердцевины из пеностекла. Фиг. 2 иллюстрирует пример конструкции тоннеля согласно настоящему изобретению с использованием соответствующих прямых и изогнутых стеновых элементов 22 тоннеля, подобных примерам элементов 10, иллюстрированных на фиг. 1. Соответствующие стеновые элементы 22 тоннеля укладываются поверх друг на друга вверх и в сторону, покрывая поверхность тоннеля. Любые пустоты между уложенными стеновыми элементами 22 тоннеля и стеной из породы пробуренного и взорванного тоннеля заполняются бетоном 21. Отступы 20 могут быть расположены отстоящими равномерно вдоль длины тоннеля в бетоне, обращенными к стенам из породы тоннеля, обеспечивая водные каналы, отводящие воду, просачивающуюся через породу, из тоннеля. Канал сбора воды расположен на нижних сторонах тоннеля. Стеновые элементы, составляющие полную стену тоннеля, могут быть закончены бетонным концевым участком 24.

Покрытие из полимочевины соответствующих элементов из пеностекла обеспечивает предотвращение образования воды, огня и льда. Пеностекло само по себе также является огнестойким, а структура пеностекла обеспечивает отличные теплоизоляционные свойства. Кроме того, покрытие из полимочевины трансформирует сердцевину из пеностекла стенового элемента 22 тоннеля в элемент с исключительной механической прочностью, чтобы выдерживать возможные повреждения при транспортировке, во время сборки и т.п. и других внешних сил. Например, прочность на разрыв типичного стенового элемента 22 тоннеля согласно настоящему изобретению определяется как лучшая, чем та, что может быть создана в любом сопоставимом усиленном сталью бетонном элементе.

Стеновой элемент тоннеля согласно настоящему изобретению использует полезные свойства самого пеностекла при использовании в стеновом элементе тоннеля, как описано выше. Настоящее изобретение также использует еще один аспект пеностекла в качестве элемента сердцевины стенового элемента тоннеля в том, что пеностекло очень легко распиливается. В этом отношении можно приспособить внешнюю форму стенового элемента посредством предварительного распиливания блока из пеностекла до определенной формы, включая адаптацию как кривизны краев блока из пеностекла, так и толщину, и углы торцевых поверхностей блока из пеностекла перед применением покрытия из полимочевины. Это является отличием от известных бетонных стеновых элементов, которые нуждаются в сборных пресс-формах, которые должны быть изготовлены с конкретными адаптациями к конкретным условиям стены конкретного тоннеля. Согласно одному аспекту настоящего изобретения, все полезные свойства стеновых элементов согласно настоящему изобретению могут быть использованы для обеспечения индивидуального изготовления стеновых элементов для конкретных тоннелей экономичным способом либо на фабрике, либо непосредственно в режиме онлайн на месте строительства тоннеля.

Распыление бетона 21, изображенного на фиг. 2, "удерживает" породу тоннеля стабильной. В предшествующем уровне техники, при сборке бетонных стеновых элементов, профиль тоннеля должен быть приспособлен к сборным бетонным стеновым элементам. Аспект настоящего изобретения состоит в том, что бетонный слой 21 позволяет адаптировать сборные стеновые элементы 22 тоннеля к профилю тоннеля, т.е. противоположно тому, что возможно в предшествующем уровне техники. Поверхность тоннеля и профиль могут быть выполнены с меньшим допуском, чем в известном уровне техники, поскольку бетонный слой 21 перекрывает все возможные неровные поверхности породы, оставшиеся после бурения и взрыва тоннельного профиля. Дополнительно, бетонный слой 21 "удерживает" породу тоннеля

на месте.

В объем настоящего изобретения входит также размещение дополнительных профилей, изготовленных из композитных материалов по периферии соответствующих стеновых элементов тоннеля согласно настоящему изобретению. Дополнительные профили могут не полностью окружать периферию, но могут выполнять это частично, например, в виде U-образного профиля или L-образного профиля. Таким образом, механическая целостность будет увеличена, а форма дополнительного профиля может быть адаптирована к конкретным требованиям укрепления стенового элемента тоннеля. Добавленные профили могут быть объединены с сердцевинами из пеностекла до нанесения полимочевины или затем на полимочевину, покрывающую поверхности стенового элемента тоннеля.

Лазерное сканирование поверхности, известное в уровне техники, может обеспечить компьютерное изображение поверхности тоннеля. Эта информация может использоваться для оценки того, может ли быть достигнут конкретный размер тоннеля при сборке стеновых элементов. Дополнительно, количество бетона 21, которое должно быть использовано при заполнении пустоты между поверхностью породы и соответствующими стеновыми элементами 22 тоннеля согласно настоящему изобретению, может быть рассчитано вместе с распределением бетона 21 по поверхности породы тоннеля. При расчете распределения объема бетонного слоя 21, расчет учитывает, что поверхность бетонного слоя 21, обращенная к породе стены тоннеля является неравномерной, и что другая противоположная боковая поверхность бетона 21, обращенная к задней части стенового элемента 22 тоннеля является гладкой.

Кроме того, компьютерное изображение стен из породы тоннеля может использоваться для подгонки размеров, таких как высота и/или ширина и толщина соответствующих стеновых элементов 22 тоннеля до их предварительного изготовления. В зависимости от кривизны изгиба, например, в направлении длины тоннеля, оптимизированное количество элементов может быть снабжено правильными углами между примыкающими торцевыми поверхностями примыкающих стеновых элементов 22. Потолок тоннеля может также потребовать регулировки углов торцевых поверхностей примыкающих стеновых элементов 22 тоннеля, приложенных к потолку. Кроме того, приспособление различных размеров соответствующих элементов 22 по отношению к геометрии стены из породы и местным условиям, таким как, например, возможное воздействие образования льда, позволяет изготавливать стеновые элементы 22 тоннеля с максимальной площадью поверхности, что будет уменьшать рабочую нагрузку и время монтажа соответствующих стеновых элементов 22 тоннеля к стенам и потолкам тоннеля. Геометрическая форма стенового элемента 22 также может быть адаптирована к конкретным геометрическим условиям конкретного места в тоннеле.

Например, два тоннеля, которые могут встречаться внутри тоннеля (например, боковые дороги, входящие в основной тоннель), могут потребовать специальных форм и геометрии стеновых элементов 22 тоннеля. Поскольку сердцевина стеновых элементов тоннеля изготовлена из пеностекла, резка и формование форм являются чрезвычайно простыми. Покрытие из полимочевины будет наноситься после того, как будет выполнена подгонка форм элементов из пеностекла.

Дополнительно, в объем настоящего изобретения входит то, что стеновые элементы 22 тоннеля согласно настоящему изобретению соответствуют определенному стандартизированному набору спецификаций для конкретного тоннеля. Это означает, что стеновые элементы могут быть изготовлены в виде набора стеновых элементов одинакового размера, определенных подходящими для конкретного профиля тоннеля.

Согласно способу в соответствии с настоящим изобретением использование лазерного сканирования может обеспечить компьютерное изображение стен из породы тоннеля, которое может быть использовано для расчета необходимого количества бетона 21, заполняемого в пустоты между стенами из породы и стеновыми элементами 22 тоннеля. Кроме того, распределение бетонного слоя 21 над стенками из породы тоннеля может быть рассчитано, как обсуждалось выше. Затем эту информацию можно использовать для управления устройством или роботом, который позиционирует конкретный стеновой элемент тоннеля против конкретного местоположения стены из породы тоннеля, в то время как правильное количество бетона 21 для этого конкретного места наносится на заднюю сторону конкретного стенового элемента 22 тоннеля. Когда соответствующие стеновые элементы 22 подогнаны к конкретным местоположениям на стене тоннеля, метка штрих-кода или другой идентификационный знак, подобный RFID радиочастотному маркеру, может быть прикреплен к стеновому элементу 22 тоннеля, причем обеспечивая информацию о местоположении вдоль стены тоннеля, робот может присоединить конкретный стеновой элемент 22 тоннеля. Затем робот может сканировать метки штрихового кода или считывать RFID маркер перед прикреплением стеновых элементов тоннеля и применения конкретного объема бетона для конкретного места согласно метки или маркера.

Компьютерное изображение стен тоннеля также может быть использовано для планирования местоположения углублений 20 в бетоне 21, нанесенном на заднюю сторону стеновых элементов 22 тоннеля, тем самым образуя водоотводные каналы. Когда бетон 21 наносится в пустоты между стеновыми элементами 22 тоннеля и стеной из породы тоннеля, пресс-форма или опалубка, образующая канал дренажа воды может быть прикреплена, когда стеновой элемент 22 тоннеля устанавливается в это конкретное место.

Могут возникнуть различные экологические требования, обусловленные различными экологическими свойствами расположения тоннеля. Например, на севере Норвегии теплоизоляция должна быть выше, чем для тоннеля на юге Италии. Это требование легко может быть объяснено в примерах вариантов осуществления настоящего изобретения тем, что толщина элементов из пеностекла увеличивается, если необходима лучшая защита от образования льда. Из-за свойства легкости пеностекла увеличение веса элементов из пеностекла и, следовательно, свойств обработки стеновых элементов 22, не является проблемой.

Фиг. 3 (и фиг. 4) иллюстрируют пример использования Н-образной балки 30, изготовленной из композитного материала в нижней части стены тоннеля. Стеновой элемент 22 вставляется в верхнюю часть Н-образной балки 30.

Изогнутый профиль тоннеля может быть облицован стеновыми элементами 22 тоннеля согласно настоящему изобретению путем регулировки угла между примыкающими стеновыми элементами 22 тоннеля, уложенными друг на друга. Угол может быть определен путем вычерчивания линий из центральной точки профиля тоннеля, проходящих через примыкающие поверхности соответствующих стеновых элементов тоннеля. Фиг. 4 показывает пример, в котором угол 40 равен 5° .

Другие элементы тоннеля, такие как кабельный мост 50, могут быть прикреплены к потолку тоннеля, а также светофоры 51 и дорожные знаки 52, как иллюстрировано на фиг. 5.

Фиг. 6 иллюстрирует болт 60, изготовленный из композитных материалов, который может использоваться для удержания стеновых элементов тоннеля вместе во время процесса установки соответствующих стеновых элементов тоннеля, в то время как, например, бетон 21 наносится на заднюю сторону стеновых элементов 22 тоннеля. На чертеже показана только одна круглая пластина 61, но когда используются две круглые пластины 61, пластины 61 болта 60 могут удерживать два примыкающих стеновых элемента 22 вместе, например, при нанесении бетона 21. Первая круглая пластина 61 выполнена с возможностью размещения на передней стороне двух примыкающих стеновых элементов 22 тоннеля, а вторая круглая пластина 61 располагается на задней стороне двух примыкающих стеновых элементов 22 тоннеля. Болтовые элементы 60 могут быть устроены полыми и могут дополнительно использоваться для прикрепления кабельных мостов 50 и других элементов тоннеля к стенкам тоннеля или потолкам тоннеля, иллюстрированным на фиг. 5. Дополнительно, особенность полых болтов 60 может быть использована для размещения, например, электрических кабелей к/от задней стороны стеновых элементов тоннеля к/от передней стороне стеновых элементов тоннеля.

Когда используется болт 60 на фиг. 6, между примыкающими стеновыми элементами 22 тоннеля будет узкое отверстие. Однако такие отверстия можно закрыть посредством применения уплотнительного элемента, обеспечивающего теплоизоляцию и противопожарную защиту соответствующих узких отверстий.

Фиг. 7 иллюстрирует пример устройства освещения тоннеля согласно настоящему изобретению. Источник света, например, располагается в нижнем участке стеновых элементов. Например, Н-образная балка 30, показанная на фиг. 3 (и фиг. 4), может использоваться для размещения источника 70 света за съемной крышкой. Также может быть множество источников света, расположенных таким образом по длине тоннеля. Источник (источники) света находятся в сообщении с множеством оптических волокон 71, продолжающихся вверх и в сторону от источника 70 света. Конец соответствующих оптических волокон расположен через стеновые элементы тоннеля, тем самым, излучая свет во внутреннюю часть тоннеля. В примерах вариантов осуществления настоящего изобретения, оптические волокна 71 могут быть встроены в тело элементов из пеностекла, если стеновые элементы тоннеля соответствуют настоящему изобретению. Таким образом, соответствующие оптические волокна 71 также будут защищены от воды, огня и ледяных образований.

Настоящее изобретение раскрывает стеновой элемент тоннеля, содержащий сердцевину из пеностекла, покрытую полимочевинной. Форма сердцевины из пеностекла может быть легко и экономично адаптирована к требованиям стены тоннеля перед нанесением полимочевины.

Дополнительно, отсутствует необходимость, например, в использовании армирующих элементов, таких как железные стержни внутри стеновых элементов тоннеля согласно настоящему изобретению, в отличие от того, что необходимо для бетонных стеновых элементов тоннеля по предшествующему уровню техники. Поэтому устраняются проблемы коррозии, а также возможные проблемы с электрическим заземлением.

Свойство легкости стеновых элементов тоннеля согласно настоящему изобретению упрощает обращение и может обрабатываться меньшим и более эффективным механизмом по сравнению с манипулированием тяжелыми бетонными стеновыми элементами по предшествующему уровню техники, что уменьшает выход CO_2 в окружающую среду.

Изолирующее свойство пеностекла приводит к меньшему количеству этапов при установке стеновых элементов по сравнению с решениями по предшествующему уровню техники, которые требуют отдельной установки слоя, обеспечивающего изоляцию.

Огнестойкое свойство пеностекла упрощает установку, так как огнестойкость пеностекла значительно лучше, чем у бетонных стеновых элементов. Известно, что бетонные стеновые элементы могут

растрескиваться при воздействии тепла от автомобильных пожаров внутри дорожных тоннелей, например. Известно, что теплоизоляционный материал, обычно используемый в тоннелях по предшествующему уровню техники, воспламеняется при определенных условиях.

Присущее огнезащитное свойство пеностекла значительно улучшает пожаробезопасность дорожных и железнодорожных тоннелей.

Дополнительно, соответствующие свойства сердцевин из пеностекла стенового элемента тоннеля согласно настоящему изобретению позволяют создавать индивидуальные стеновые элементы, обеспечивающие соответствующую оптимизацию площади поверхности стеновых элементов тоннеля, оптимизацию толщины стенового элемента и оптимизацию формы контуров соответствующих стеновых элементов тоннеля. В рамках оптимизации стены тоннеля, соответствующие стеновые элементы тоннеля согласно настоящему изобретению могут быть изготовлены в разных размерах и контурных формах для одного и того же тоннеля.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Стеновой элемент тоннеля для облицовки открытой поверхности стены из породы, образующей тоннель, содержащий формованный стеновой элемент, выполненный с возможностью непосредственной установки на открытой поверхности стены из породы, при этом внутренняя сердцевинная часть выполнена из легкого пеностекла, а внешнее упрочняющее покрытие закрывает сердцевинную часть и выполнено из полимочевины, при этом размер соответствующих стеновых элементов тоннеля по высоте и/или ширине и толщине и формам контуров конкретных стеновых элементов тоннеля подогнаны к конкретным геометриям местной стены из породы так, чтобы соответствующие площади поверхности стенового элемента покрывали по существу всю площадь стены из породы тоннеля и подогнаны к местным условиям конкретного местоположения на стене из породы дорожного или железнодорожного тоннеля, в котором соответствующие стеновые элементы тоннеля должны применяться.

2. Стеновой элемент тоннеля по п.1, в котором угол торцевой поверхности первого стенового элемента тоннеля относительно передней или задней поверхности первого стенового элемента тоннеля приведен в соответствие к соответствующему углу торцевой поверхности второго стенового элемента тоннеля, расположенного примыкающим к торцевой поверхности первого стенового элемента тоннеля, когда часть стены тоннеля собирается с первым и вторым стеновыми элементами тоннеля, примыкающими друг к другу.

3. Стеновой элемент тоннеля по п.1, в котором форма контура первого стенового элемента тоннеля приведена в соответствие к форме контура второго стенового элемента тоннеля, расположенного примыкающим к первому стеновому элементу тоннеля, когда часть стены тоннеля собирается с первым и вторым стеновыми элементами тоннеля.

4. Стеновой элемент тоннеля по п.1, в котором приведение в соответствие конкретного стенового элемента тоннеля осуществлено согласно стандартизированному заранее определенному набору спецификаций для конкретного тоннеля.

5. Стеновой элемент тоннеля по п.1, в котором приведение в соответствие толщины стенового элемента тоннеля осуществлено согласно установленному местному температурному режиму на местном местоположении, где должен применяться стеновой элемент тоннеля.

6. Стеновой элемент тоннеля по п.1, в котором периферия стенового элемента тоннеля укреплена дополнительным профилем из композитного материала, частично или полностью окружающего периферию стенового элемента тоннеля.

7. Стеновой элемент тоннеля по п.6, в котором добавленный упрочняющий профиль прикреплен к сердцевине из пеностекла стенового элемента тоннеля до наложения полимочевины, при этом форма и углы торцевых поверхностей добавленного упрочняющего профиля приведены в соответствие к стеновому элементу тоннеля перед нанесением полимочевины.

8. Стеновой элемент тоннеля по п.6, в котором добавленный упрочняющий профиль прикреплен к сердцевине из пеностекла стенового элемента тоннеля после нанесения полимочевины, причем форма и углы торцевых поверхностей добавленного упрочняющего профиля приведены в соответствие к стеновому элементу тоннеля после нанесения полимочевины.

9. Дорожный или железнодорожный тоннель, содержащий множество легких стеновых элементов тоннеля, согласно пп.1-7, в котором соответствующие стеновые элементы тоннеля облицовывают стену из породы тоннеля, при этом слой бетона нанесен между стеной из породы и соответствующими стеновыми элементами тоннеля.

10. Дорожный или железнодорожный тоннель по п.9, в котором Н-образная балка из композитного материала расположена в нижней части стенки тоннеля, а стеновые элементы тоннеля расположены и закреплены в верхнем раскрыве Н-образной балки.

11. Дорожный или железнодорожный тоннель по п.9, в котором по меньшей мере один источник света расположен за съемной крышкой в нижнем участке Н-образной балки,

при этом оптическое волокно расположено на нижней стороне соответствующих стеновых элемен-

тов туннеля,

причем первый конец соответствующих оптических волокон находится функционально в контакте по меньшей мере с одним источником света,

при этом второй конец, противоположный первому концу соответствующих оптических волокон, направлен через соответствующие стеновые элементы туннеля, в результате чего соответствующие оптические волокна передают свет по меньшей мере от одного источника света во внутреннюю часть туннеля.

12. Дорожный или железнодорожный туннель по п.9, в котором полые болты расположены между соединяющимися торцевыми поверхностями примыкающих стеновых элементов туннеля, причем полые болты могут поддерживать светофоры или дорожные знаки на боковых стенках туннеля, в то время как болты, расположенные в потолке туннеля, могут поддерживать кабельные мосты.

13. Дорожный и железнодорожный туннель по п.12, в котором полые болты, выполненные с возможностью направления электрических кабелей, оптических волокон, линий связи и аналогичных объектов к/от задней стороны стеновых элементов туннеля к/от передней стороне стеновых элементов туннеля.

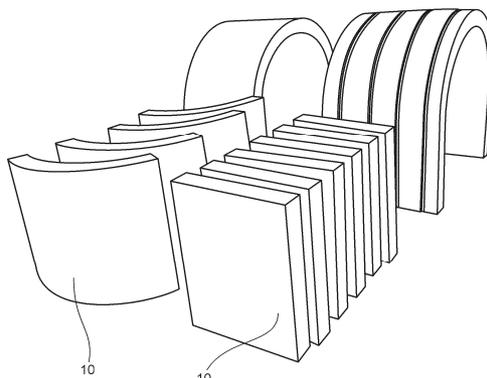
14. Способ сборки стены туннеля, содержащей легкие стеновые элементы туннеля по любому из пп.1-8, включающий этапы, на которых

получают компьютерное изображение просверленного и взорванного туннельного профиля туннеля посредством сканирования поверхностей породы туннеля с помощью движущегося лазерного сканера, перемещающегося через туннель в продольном направлении туннеля,

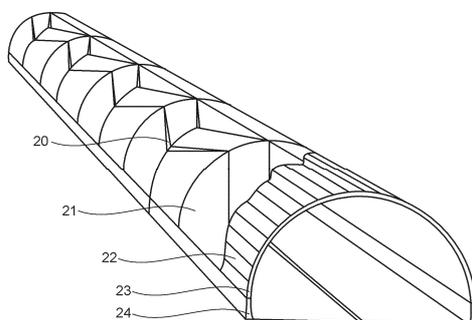
используют компьютерное изображение для приведения в соответствие ширины и/или высоты конкретных стеновых элементов туннеля к конкретным местоположениям стены из породы до того, как будут изготовлены конкретные стеновые элементы (10, 22) туннеля.

15. Способ по п.14, в котором компьютерное изображение стен туннеля используется для планирования местоположения отступов (20) в слое (21) бетоне, наносимом на заднюю сторону стеновых элементов туннеля (10, 22), тем самым образуя каналы для дренирования воды.

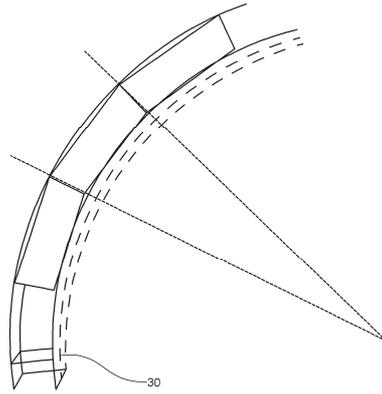
16. Способ по п.14, в котором компьютерное изображение стен туннеля используется для идентификации возможной максимизации поверхностей соответствующих стеновых элементов (10, 22) туннеля, тем самым уменьшая количество стеновых элементов туннеля, необходимых для прокладки туннеля.



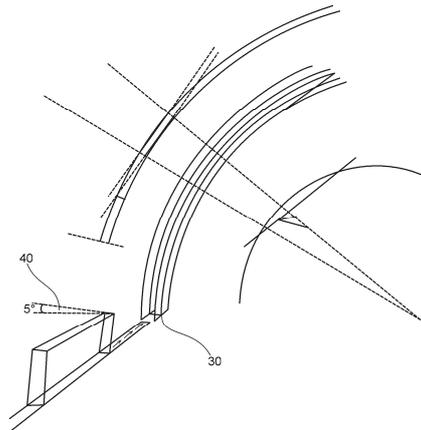
Фиг. 1



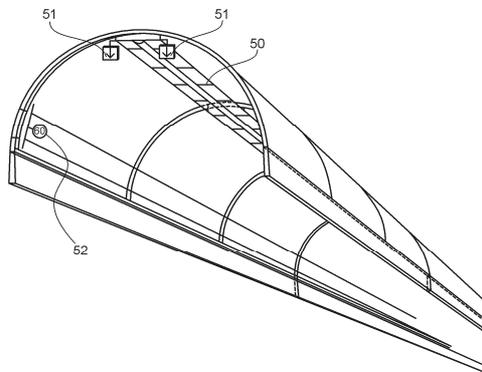
Фиг. 2



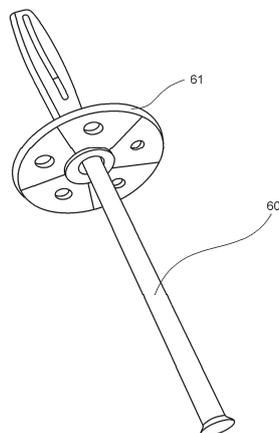
Фиг. 3



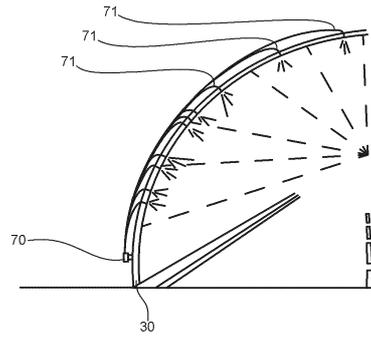
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

