

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **037864**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.05.28

(21) Номер заявки
201800133

(22) Дата подачи заявки
2017.04.05

(51) Int. Cl. **E21D 9/10** (2006.01)
E21D 9/12 (2006.01)
G01V 3/00 (2006.01)

(54) СПОСОБ СТРОИТЕЛЬСТВА ГОРОДСКОГО ТОННЕЛЯ НЕГЛУБОКОГО ЗАЛЕГАНИЯ В БОГАТОМ ВОДАМИ КАРСТОВОМ ГРУНТЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНСОЛЬНОЙ БУРИЛЬНОЙ МАШИНЫ

(31) **201610803913.6**

(32) **2016.09.06**

(33) **CN**

(43) **2018.11.30**

(86) **PCT/CN2017/079460**

(87) **WO 2018/045746 2018.03.15**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**НАНЬЧАН РЭЙЛУЭЙ
ИНЖИНИРИНГ КО., ЛТД. ОФ
ЧАЙНА РЭЙЛУЭЙ 24 БЮРО ГРУП
КО., ЛТД. (CN)**

(72) Изобретатель:
**Ван Цзюнь, Лун Чжунхуан, Сунь
Цзэшунь, Ван Вэньсюань, Чжан Юэ,**

**Ху Чжунфэй, Тху Вэньлян, Хуан
Лэй, Хэ Пхэйпхэй, Ли Пхэнцзю, Ван
Чжэньюй, Чжан Цзяци, Ху Чжичхао,
Чжао Цзюньцзюнь, Лиу Чжаньчжун
(CN)**

(74) Представитель:
Линник Л.Н., Забегасева У.Г. (RU)

(56) **CN-A-101251605
CN-A-103291308
CN-A-106246193
CN-A-104763437
CN-A-102817619
JP-A-1136338**

(57) Изобретение раскрывает способ строительства городского тоннеля неглубокого залегания в богатом водами карстовом грунте с использованием проходческого комбайна со стреловидным рабочим органом, включающий следующие шаги: измерение и локализация положения поверхности вырабатываемого тоннеля и использование усовершенствованной геологической системы прогнозирования для проведения геологических изысканий; предварительное бурение или структурное бурение, чтобы определить, имеется ли карстовая пещера в рамках определенного диапазона перед поверхностью тоннеля, если это так, то определяют положение и размер карстовой пещеры и осуществляют дренаж и заполнение цементным раствором, а затем выполняют операции бурения и выработки тоннеля; в ином случае операции бурения и выработки тоннеля выполняют сразу; выемка толщи породы посредством проходческого комбайна со стреловидным рабочим органом и режущих зубьев этого комбайна; погрузка шлакового камня экскаватором, следующим за проходческим комбайном, транспортировка шлакового камня посредством транспортера или ленточного конвейера в бункер, а затем поднятие шлакового камня на поверхность посредством бункера, когда накопится определенное количество шлакового камня; отведение проходческого комбайна в местоположение, находящееся на расстоянии за поверхностью тоннеля, после завершения цикла выработки поверхности тоннеля и последующее возведение анкерного стержня и возведение стальной фермы; выполнение начальной внутренней отделки торкретбетоном и закрытие разработанной поверхности породы и выполнение вторичной отделки заливкой бетона и формирование тоннеля. Преимущества настоящего изобретения следующие: выработка производится способом снятия пласта породы слой за слоем с использованием проходческого комбайна со стреловидным рабочим органом, что оказывает меньшее воздействие на окружающую среду, повышает безопасность и качество строительных работ, одновременно повышает эффективность и снижает стоимость строительных работ.

037864 B1

037864 B1

Область техники

Настоящее изобретение относится к области техники "тоннельная выработка" и, в частности, к способу строительства городского тоннеля неглубокого залегания в богатом водами карстовом грунте с использованием проходческого комбайна со стреловидным рабочим органом.

Уровень техники

В настоящее время в крупных городах строится метро. Учитывая различные гидрогеологические условия в разных областях, способы тоннельной выработки также ежедневно совершенствуются. Особенно в процветающих районах городов, в ситуации сложных геологических условий, интенсивных застроек, большого трафика и высокой плотности населения, чтобы обеспечить безопасность строительства и окружающей среды в процессе строительства и ограничить влияние на местных жителей и здания, если тоннельная выработка осуществляется в зоне стандартного карстового рельефа, вероятность образования карстовых пещер во время строительства очень высока. Часто происходит явление внезапного топка грунта и нахлынувшей воды, низка целостность скальной породы (грунта), участок расположения тоннеля является высококарстовым и содержащим большое количество воды, геологические условия достаточно сложные, высок риск для безопасности строительства и велики технические сложности. Таким образом, должен быть разработан способ строительства, подходящий для городских тоннелей неглубокого залегания в сложной геологической окружающей среде, решающий сложности строительства метро в сложной геологической окружающей среде городов.

Сущность изобретения

Чтобы решить вышеуказанные технические проблемы, настоящее изобретение предлагает способ строительства городского тоннеля неглубокого залегания в богатом водами карстовом грунте с использованием проходческого комбайна со стреловидным рабочим органом, направленный на ведение выработки тоннеля в сложном рельефе с меньшим воздействием на окружающую среду и повышенной безопасностью.

Для достижения вышеуказанной цели настоящее изобретение предлагает следующее техническое решение.

Способ строительства городского тоннеля неглубокого залегания в богатом водами карстовом грунте с использованием проходческого комбайна со стреловидным рабочим органом включает следующие шаги:

S1: измерение и локализация положения поверхности вырабатываемого тоннеля и использование усовершенствованной геологической системы прогнозирования для проведения геологических изысканий;

предварительное бурение или структурное бурение, чтобы определить, имеется ли карстовая пещера в рамках определенного диапазона перед поверхностью тоннеля, если это так, то определяют положение и размер карстовой пещеры и осуществляют дренаж и заполнение цементным раствором, а затем выполняют операции бурения и выработки тоннеля; в ином случае операции бурения и выработки тоннеля выполняют сразу;

S2: выемка толщи породы посредством проходческого комбайна со стреловидным рабочим органом и режущих зубьев этого комбайна с использованием для первоначальной выгрузки шлакового камня устройства выгрузки шлака, предусмотренного в самом проходческом комбайне;

S3: погрузка шлакового камня экскаватором, следующим за проходческим комбайном, транспортировка шлакового камня посредством транспортера или ленточного конвейера в тоннельный бункер, а затем поднятие шлакового камня на поверхность посредством бункера или посредством других вертикальных транспортных устройств, когда накопится определенное количество шлакового камня;

S4: отведение проходческого комбайна в местоположение, находящееся на расстоянии за поверхностью тоннеля, после завершения цикла выработки поверхности тоннеля и последующие возведение анкерного стержня и возведение стальной фермы;

S5: выполнение начальной внутренней обделки торкретбетоном, закрытие разработанной поверхности породы и завершение возведения начальной опоры;

S6: выполнение вторичной обделки заливкой бетона и формирование тоннеля.

Кроме того, на шаге S2 постоянно производят наземный контроль, когда проходческий комбайн выполняет подземное строительство в процессе выработки, чтобы осуществлять мониторинг данных для динамической обратной связи и контроля длины выработки в каждом цикле проходки тоннеля.

Кроме того, на шаге S2 постоянно выполняют действия вентиляции, продувания воздуха и удаления пыли в процессе строительства с использованием проходческого комбайна, при этом вентиляция является приточной, а продувание воздуха выполняют в виде пылеулавливающей тяги.

Кроме того, на шаге S1 геологические изыскания с использованием усовершенствованной геологической системы прогнозирования включают

а) предварительное горизонтальное бурение: четыре скважины растачивают в каждой части поверхности тоннеля во время строительства, при этом середину принимают за одну скважину, разведочная скважина через 15 м образует цикл, длина одной скважины составляет 20 м, и длина перекрытия между соседними разведочными скважинами составляет 5 м;

б) геологические радары: на поверхности тоннеля прокладывают пять линий, каждые 15 м образуется цикл, глубина выработки составляет 20 м, и длина перекрытия между соседними разведочными скважинами составляет 5 м; и

с) инфракрасное исследование воды: на поверхности тоннеля расставляют 20 точек, каждые 20 м образуется цикл, глубина выработки составляет 25 м, и длина перекрытия между соседними разведочными скважинами составляет 5 м.

Настоящее изобретение предлагает способ строительства городского тоннеля неглубокого залегания в богатом водами карстовом грунте с использованием проходческого комбайна со стреловидным рабочим органом. Преимущества настоящего изобретения следующие: выработка производится способом снятия пласта породы слой за слоем с использованием проходческого комбайна со стреловидным рабочим органом, что оказывает меньшее воздействие на окружающую среду, повышает безопасность и качество строительных работ, одновременно повышает эффективность и снижает стоимость строительных работ.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 является схемой способа резки для проходческого комбайна способа строительства городского тоннеля неглубокого залегания в богатом водами карстовом грунте согласно настоящему изобретению и

фиг. 2 является переходной схемой процесса перемещения проходческого комбайна в способе строительства городского тоннеля неглубокого залегания в богатом водами карстовом грунте с использованием проходческого комбайна согласно настоящему изобретению.

Раскрытие вариантов осуществления изобретения

Техническое решение в вариантах осуществления настоящего изобретения будет в полной мере и с полной ясностью раскрыто далее со ссылкой на сопроводительные чертежи в вариантах осуществления настоящего изобретения. Очевидно, что раскрытые варианты осуществления являются не всеми вариантами осуществления настоящего изобретения, а только их частью. Все прочие варианты осуществления, полученные специалистами в данной области техники на основе вариантов осуществления настоящего изобретения без творческой работы, входят в объем защиты настоящего изобретения.

Настоящее изобретение предлагает способ строительства городского тоннеля неглубокого залегания в богатом водами карстовом грунте с использованием проходческого комбайна со стреловидным рабочим органом, включающий следующие шаги:

S1: измерение и локализация положения поверхности вырабатываемого тоннеля и использование усовершенствованной геологической системы прогнозирования для проведения геологических изысканий;

S2: выемка толщи породы посредством проходческого комбайна со стреловидным рабочим органом и его режущих зубьев с использованием для первоначальной выгрузки шлакового камня устройства выгрузки шлака, предусмотренного в самом проходческом комбайне;

S3: погрузка шлака экскаватором, следующим за проходческим комбайном, транспортировка шлакового камня посредством транспортера или ленточного конвейера в бункер для хранения, а затем поднятие шлакового камня на поверхность посредством бункера или посредством других вертикальных транспортных устройств, когда накопится определенное количество шлакового камня;

S4: отведение проходческого комбайна в местоположение, находящееся на расстоянии за поверхностью тоннеля, после завершения цикла выработки поверхности тоннеля и последующее возведение анкерного стержня и возведение стальной фермы;

S5: выполнение начальной внутренней обделки торкретбетоном, закрытие разработанной поверхности породы и завершение возведения начальной опоры;

S6: выполнение вторичной обделки заливкой бетона и формирование тоннеля.

На вышеуказанных шагах выработка производится способом снятия пласта породы слой за слоем с использованием проходческого комбайна со стреловидным рабочим органом, что оказывает меньшее воздействие на окружающую среду, повышает безопасность и качество строительных работ, одновременно повышает эффективность и снижает стоимость строительных работ.

Перед шагом S2 осуществляется предварительное бурение или структурное (геологическое) бурение, чтобы определить, имеется ли карстовая пещера в рамках определенного диапазона перед поверхностью тоннеля, если это так, то определяют положение и размер карстовой пещеры и осуществляют дренаж и заполнение цементным раствором, а затем выполняют операции бурения и выработки тоннеля; в ином случае операции бурения и выработки тоннеля выполняют сразу.

При выборе модели проходческого комбайна модель проходческого комбайна можно определить согласно следующим нескольким параметрам: высота полного сечения, ширина и твердость породы. Например, высота полного сечения составляет 5,73 м, ширина - 6,62 м и твердость породы - 30-60 МПа. Согласно данным параметрам может быть использована модель проходческого комбайна EBZ260.

Выработка может осуществляться посредством резки проходческим комбайном со стреловидным рабочим органом. После того как проходческий комбайн со стреловидным рабочим органом установлен на место, начинают прорезать канавку горизонтально от низа поверхности тоннеля. Проходческий ком-

байн движется вперед, чтобы снова оказаться на месте. После того как проходческий комбайн оказывается на месте, режущая головка вырезает круг снизу вверх и слева направо. Во время резки загребающая лапа погрузочной машины загружает срезанный шлак на первый транспортер. Первый транспортер перемещает шлак на второй транспортер, а второй транспортер загружает шлак непосредственно в устройство выгрузки шлака, чтобы транспортировать шлак из туннеля. После того как выемка снизу вверх завершена, выполняют вторичное выравнивание, чтобы получить точную секцию конструкции. При наличии твердой породы, если твердость превышает 100 МПа, сначала может быть выработана мягкая порода, чтобы часть твердой породы обвалилась, чтобы снизить сложность выемки и износ режущих зубьев. Способ резки посредством проходческого комбайна со стреловидным рабочим органом состоит в снятии сначала дна, а затем срезании верхней части слой за слоем по линии резки S-типа или Z-типа с циклическим перемещением вверх слева направо.

Как показано на фиг. 1, в практическом применении для резки твердой породы может быть выбрана режущая головка, вращающаяся вправо (по часовой стрелке), при этом резку осуществляют посредством снятия сначала дна справа налево, а затем резки шаг за шагом слева направо и снизу вверх или справа налево и сверху вниз. В случае породы с сильно распространившейся трещиной породу необходимо срезать шаг за шагом вдоль направления трещины.

Разные режущие зубья и соответствующая спиральная линия режущих зубьев могут быть отрегулированы для породы различной твердости, чтобы обеспечить, чтобы комбайн имел лучшую способность вырабатывать породу и функцию самоочистки. Лучшая режущая головка может быть выбрана в зависимости от фактических условий для улучшения эффективности строительных работ. При наличии твердой породы может быть выбрана режущая головка малого диаметра, обладающая большой режущей силой и большой способностью дробить породу, чтобы снизить сложность выработки и износ режущих зубьев.

При выработке необходим контроль надземных и подземных работ, осуществляемых проходческим комбайном со стреловидным рабочим органом. В связи со сложностью окружающей среды, в которой производится строительство туннеля, невозможно установить измерительное оборудование на всем пути работ проходческого комбайна, используя метод строительства невзрывной выработки проходческим комбайном. Поэтому необходимо регулировать направление выработки. Для этого в части туннеля, в которой возведение начальной опоры было завершено, может быть установлено кольцо лазерных указателей. Направление лазерных указателей регулируют до выработки, чтобы лазер светил на поверхность туннеля, чтобы направлять выработку. В то же время расстояние от лазерных указателей до поверхности туннеля регулируется надлежащим образом в соответствии с типом линии туннеля. Посредством вышеуказанного способа можно лучше контролировать надземные и подземные работы по выработке, снизить количество торкретбетона, снизить затраты и в то же время исполнять руководящую роль в контроле выработки туннеля.

На шаге S3, чтобы улучшить среду строительных работ в туннеле и снизить интенсивность труда работников, за проходческим комбайном предусмотрены маленький экскаватор и самосвал для взаимодействия с проходческим комбайном при выгрузке шлака. Проходческий комбайн загружает срезанный шлак на ленточный конвейер при помощи загребающей лапы, направляет шлак в заднюю часть проходческого комбайна и перемещает шлак при помощи экскаватора в самосвал для транспортировки, таким образом своевременно обеспечивается площадка для выработки проходческим комбайном.

На шаге S4 после выравнивания профиля поверхности туннеля необходимо самодельное возвышение для выполнения действий по монтажу на выработанной части. Начальное самодельное опорное возвышение имеет длину 6 м, ширину 5 м и высоту 5 м, и его обрабатывают двутавровым стальным прокатом 18", включая верхнюю рабочую платформу и нижнюю рабочую платформу. Перед выработкой возвышение перемещают сначала к задней части рабочей поверхности, вырабатываемой проходческим комбайном. По окончании выработки поверхности туннеля проходческий комбайн уезжает. Одновременно с этим возвышение перемещают к задней части рабочей поверхности посредством проходческого комбайна, чтобы обеспечить удаление проходческого комбайна после стабилизации возвышения.

Как показано на фиг. 2, так как проходческий комбайн имеет относительно большой размер и едва может войти в туннель, если проходческий комбайн все еще останется на поверхности туннеля по завершении выработки поверхности туннеля, эффективность работы проходческого комбайна не достигнет ожидаемых результатов и одновременно окажет серьезное влияние на возведение и торкретирование поверхности туннеля. Поэтому можно осуществлять соответствующее преобразование между различными процессами в туннеле, чтобы обеспечить продвижение строительства, полное использование проходческого комбайна и в полной мере реализовать рабочую эффективность проходческого комбайна. В то же время необходимо уделить внимание техническому обслуживанию проходческого комбайна, чтобы предотвратить механические повреждения и излишнюю потерю времени в результате. Конкретная реализация способа состоит в следующем: два проходческих комбайна размещают соответственно слева в середине и справа в середине для выработки, после того как проходческий комбайн завершает выработку и перемещает исходное опорное возвышение на место, проходческий комбайн возвращается к поперечному каналу и поворачивается в левое углубление и правое углубление, соответственно, для выработки. В то же время слева в середине и справа в середине выполняют операции по возведению и торкретиро-

ванию, чтобы в целом обеспечить завершение проходческим комбайном выработки другой поверхности тоннеля в период возведения и торкретирования и взаимосвязь различных процессов в тоннеле. Если расстояние выработки обратной арки поверхности тоннеля соответствует требованиям, проходческий комбайн входит в другую поверхность тоннеля для выработки обратной арки после завершения выработки поверхности тоннеля. Если другая поверхность тоннеля также соответствует требованиям, тот же способ применяют для операции преобразования.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения на шаге S2 постоянно производят наземный контроль, когда проходческий комбайн выполняет подземное строительство в процессе выработки, чтобы осуществлять мониторинг данных для динамической обратной связи и контроля длины выработки в каждом цикле проходки тоннеля. В предпочтительном варианте осуществления изобретения на шаге S2 постоянно выполняют действия вентиляции, продувания воздуха и удаления пыли в процессе строительства с использованием проходческого комбайна, при этом вентиляция является приточной, а продувание воздуха выполняют в виде пылеулавливающей тяги. Так как в процессе бурения тоннеля проходческим комбайном со стреловидным рабочим органом образуется большое количество пыли, при использовании обычной нагнетательной вентиляции пыль будет задута в тоннель. В процессе выработки проходческим комбайном в тоннеле образуется высокая концентрация пыли. Чтобы защитить персонал, осуществляющий строительные работы, от попадания пыли в процессе строительства тоннеля и обеспечить соответствующую окружающую среду для строительных работ в тоннеле, использование распыляющего устройства на режущей головке проходческого комбайна не может соответствовать требованиям к рабочей среде строительных работ, и необходимо принять эффективные меры по снижению концентрации пыли в процессе выработки проходческим комбайном со стреловидным рабочим органом. Например, за проходческим комбайном устанавливают пылеулавливающий вентилятор мощностью 22 кВт, преобразующий приточную вентиляцию в приточно-вытяжную. Место установки пылеулавливающего вентилятора главным образом определяется следующими способами.

Пылеулавливающий вентилятор может абсорбировать большое количество грязного тоннельного воздуха через впускное отверстие, фильтровать пыль грязного воздуха через собственное внутреннее устройство удаления пыли и сбрасывать чистый воздух, обеспечивая таким образом задержку пыли тоннеля. Мощный поток воздуха во впускном отверстии пылеулавливающего вентилятора образует локальную зону отрицательного давления. Наличие локальной зоны отрицательного давления играет важную роль в притоке грязного воздуха. Эффективное всасывание приточного воздуха через впускное отверстие рассчитывают следующим образом:

$$L_e = 3\sqrt{S}$$

Площадь поперечного сечения принимают равной 38 м², а эффективное всасывание пылеулавливающего вентилятора может достигать около 18,6 м. В фактической конструкции вентиляции скорость потока сжатого свежего воздуха составляет 6-8 м/с, диаметр впускного отверстия составляет 1,2 м, и скорость воздуха на сжимающем впуске составляет около 6 м/с. Расход на впускном отверстии пылеулавливающего вентилятора составляет 4 м/с, диаметр впускного отверстия составляет 0,6 м, и скорость воздуха на сжимающем впуске составляет достигает 14,1 м/с. Эффект от локального отрицательного давления очевиден. Оно также является основанием для притока пылеулавливающего вентилятора. Чтобы поддерживать минимальную концентрацию пыли в тоннеле, необходимо обеспечить эффективное всасывание сзади корпуса машины. Поэтому пылеулавливающий вентилятор, установленный на расстоянии 18 м за консольной бурильной машиной, обладает лучшим эффектом. За счет регулирования и расчета в соответствии с фактической ситуацией давление воздуха нагнетающего вентилятора для тоннеля может быть определено как в 1,5 раза большее, чем давление воздуха пылеулавливающего вентилятора. Пылеулавливающий вентилятор размещают на расстоянии 30 м от поверхности тоннеля, и он обладает лучшим эффектом удаления пыли.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения на шаге S1 геологические изыскания с использованием усовершенствованной геологической системы прогнозирования включают:

а) предварительное горизонтальное бурение: четыре скважины растачивают в каждой части поверхности тоннеля во время строительства, при этом середину принимают за одну скважину, разведочная скважина через 15 м образует цикл, длина одной скважины составляет 20 м, и длина перекрытия между соседними разведочными скважинами составляет 5 м;

б) геологические радары: на поверхности тоннеля прокладывают пять линий, каждые 15 м образуют цикл, глубина выработки составляет 20 м, и длина перекрытия между соседними разведочными скважинами составляет 5 м; и

с) инфракрасное исследование воды: на поверхности тоннеля расставляют 20 точек, каждые 20 м образуют цикл, глубина выработки составляет 25 м, и длина перекрытия между соседними разведочными скважинами составляет 5 м.

Так как процесс выработки тоннеля в высококарстовых зонах и зонах, содержащих большое количество воды, проходит труднее, чем в обычном случае, необходимо определить соответствующий способ резки совместно с усовершенствованной геологической системой прогнозирования. В соответствии с

результатами обнаружения напротив поверхности тоннеля в процессе выработки аномальных зон стандартный способ выработки состоит в следующем: сверление небольшого отверстия из аномального положения и последующее его расширение по спирали по кругу, чтобы гарантировать, что большое возмущение, вызванное крупной породой спереди, будет минимизировано в процессе прокладки тоннеля, и предотвратить образование внезапного топкого грунта и нахлынувшей воды, а также другие инциденты. Настоящее изобретение имеет большую область применения и применимо к зоне строительства, где окружающая среда строительных работ является относительно сложной, большим риском для безопасности является то, что дорога или тоннель проходит рядом или под зданиями, реками, дорогами и т.д., и изобретение применимо в аналогичных проектах по строительству тоннелей, где по разным причинам не может быть использована взрывная выработка.

Преимущества настоящего изобретения следующие.

1. Проходческий комбайн со стреловидным рабочим органом используется как средство для выработки породы для выработки тоннеля, при этом степень механизации выше, чем в способе взрывного бурения, грунт не вибрирует от взрыва, и повреждение пласта минимальное.

2. Действия по выработке проходческим комбайном со стреловидным рабочим органом и возведению анкерного стержня, обделке торкретбетоном, возведению и зацеплению возвышения стальной фермы (арки) выполняются последовательно, завершая выработку тоннеля и возведение начальной опоры.

3. Выработку проходческим комбайном со стреловидным рабочим органом совмещают с геологическим прогнозированием, определяют геологические условия спереди, используя предварительное бурение и геофизические методы разведки, и это обеспечивает основу для предварительной обработки и строительства карстовой пещеры.

4. Технологию позиционирования поверхности тоннеля по мобильному лазеру используют для обеспечения точности положения поверхности тоннеля.

5. В тесной связи с мониторингом на площадке скорость строительства проходческим комбайном динамически регулируют для обеспечения безопасности окружающих зданий.

Вышеприведенное описание является только предпочтительным вариантом осуществления настоящего изобретения и никоим образом не ограничивает настоящее изобретение. Любые незначительные модификации, эквивалентные замещения и улучшения вышеуказанных вариантов осуществления согласно технической сущности настоящего изобретения должны быть включены в объем защиты технического решения настоящего изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ строительства городского тоннеля неглубокого залегания в богатом водами карстовом грунте с использованием проходческого комбайна со стреловидным рабочим органом, включающий следующие шаги:

S1: измерение и локализация положения поверхности вырабатываемого тоннеля и использование усовершенствованной геологической системы прогнозирования для проведения геологических изысканий,

предварительное бурение или структурное бурение, чтобы определить наличие карстовой пещеры в рамках определенного диапазона перед поверхностью тоннеля и определить положение и размер карстовой пещеры, и осуществление дренажа и заполнение цементным раствором, а затем выполнение операций бурения и выработки тоннеля;

при этом упомянутые геологические изыскания включают:

а) предварительное горизонтальное бурение скважин, причем четыре скважины растачивают в каждой части поверхности тоннеля во время строительства, при этом середину принимают за одну скважину, разведочная скважина через 15 м образует цикл, длина одной скважины составляет 20 м, и длина перекрытия между соседними разведочными скважинами составляет 5 м;

б) на поверхности тоннеля прокладывают пять линий, каждые 15 м образуют цикл, глубина выработки составляет 20 м, и длина перекрытия между соседними разведочными скважинами составляет 5 м; и

с) осуществляют инфракрасное исследование воды посредством того, что на поверхности тоннеля расставляют 20 точек, каждые 20 м образуют цикл, глубина выработки составляет 25 м, и длина перекрытия между соседними разведочными скважинами составляет 5 м;

S2: выемка толщи породы посредством проходческого комбайна со стреловидным рабочим органом и режущих зубьев этого комбайна с использованием для первоначальной выгрузки шлакового камня устройства выгрузки шлака, предусмотренного в самом проходческом комбайне;

S3: погрузка шлакового камня экскаватором, следующим за проходческим комбайном, транспортировка шлакового камня в тоннельный бункер при помощи транспортера или ленточного конвейера, а затем поднятие шлакового камня на поверхность посредством бункера или посредством других вертикальных транспортных устройств, когда накопится определенное количество шлакового камня;

S4: отведение проходческого комбайна в местоположение, находящееся на расстоянии за поверхно-

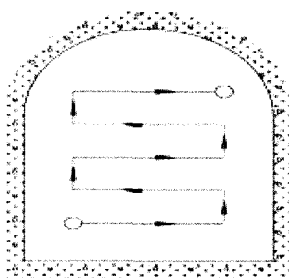
стью тоннеля, после завершения цикла выработки поверхности тоннеля и последующее возведение анкерного стержня и возведение стальной фермы;

S5: выполнение начальной внутренней обделки торкретбетоном, закрытие разработанной поверхности породы и завершение возведения начальной опоры;

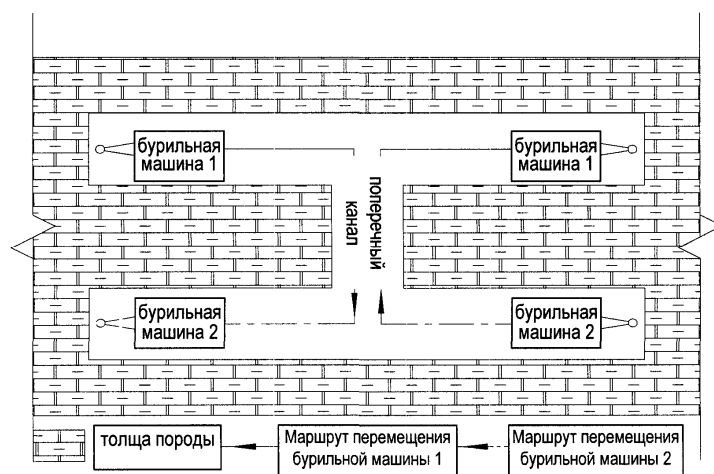
S6: выполнение вторичной обделки заливкой бетона и формирование тоннеля.

2. Способ строительства городского тоннеля неглубокого залегания в богатом водами карстовом грунте с использованием проходческого комбайна со стреловидным рабочим органом по п.1, в котором на шаге S2 постоянно производят наземный контроль, когда проходческий комбайн выполняет подземное строительство в процессе выработки, чтобы осуществлять мониторинг данных для динамической обратной связи и контроля длины выработки в каждом цикле проходки тоннеля.

3. Способ строительства городского тоннеля неглубокого залегания в богатом водами карстовом грунте с использованием проходческого комбайна со стреловидным рабочим органом по п.1, в котором на шаге S2 постоянно выполняют действия вентиляции, продувания воздуха и удаления пыли в процессе строительства с использованием бурильной машины, при этом вентиляция является приточной, а продувание воздуха выполняют в виде пылеулавливающей тяги.



Фиг. 1



Фиг. 2



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2