



(19) **KG** (11) **469** (13) **C2** (46) **28.05.2026**

(51) **E21D 9/01** (2025.01)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ИННОВАЦИЙ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

к патенту Кыргызской Республики

(21) 20240072.1

(22) 27.12.2024

(31) 2024101082515

(32) 26.01.2024

(33) CN

(46) 28.05.2026. Бюл. № 5

(71) (73) СиСиСиСи КОНСТРАКШН ГРУП
КО., ЛТД. (CN)

Сиань Юниверсити оф Акитекче энд

Текнолоджи (CN)

(72) Чжао Гочэнь (CN)

Ху Руоци (CN)

Чжан Лян (CN)

Цзян Хайтао (CN)

Сун Чжаньпин (CN)

Сюн Чао (CN)

Чжан Лу (CN)

Ду Юньфэн (CN)

Тао Цзянь (CN)

Фэн Хао (CN)

Тао Сяньцзэ (CN)

Чжоу Чжифа (CN)

Куанг Вэй (CN)

Коу Шуай (CN)

Чжао Хайян (CN)

Лю Цзин (CN)

Ван Чжипин (CN)

(54) **Способ расчистки обрушения с использованием сервисного пилот-тоннеля в помощь основному тоннелю**

(57) Настоящее изобретение предлагает способ расчистки обрушения с использованием сервисного пилот-тоннеля в помощь основ-

ному тоннелю, относясь к технической области 5 строительства тоннелей.

Способ включает: этап 1: закрывание забоя тоннеля, предварительное введение труб и строительство стены для цементации;

этап 2: бурение и цементация забоя тоннеля;

этап 3: проверка эффекта цементации и пополнение цементного раствора;

этап 4: строительство опережающего экрана и цементация на забое пилот-тоннеля;

этап 5: выемка и укрепление обрушившейся секции;

этап 6: выполнение 10 обратного заполнения пустой полости.

В настоящем изобретении, посредством применения передового способа сегментированной цементации, рыхлую массу обрушения укрепляют, применяют опережающий экран, и обрушившуюся секцию расчищают и укрепляют.

Расчистка и укрепление секции с обрушением в сервисном пилот-тоннеле или основном тоннеле может решить вопрос влияния секции с обрушением на весь ход 15 строительства, эффективно снижая потери в ходе строительства тоннеля и обеспечивая безопасность жизни рабочих.

Способ отличается хорошим эффектом укрепления, быстрым процессом расчистки, эффективным снижением потерь в ходе строительства тоннеля и гарантией безопасности жизни рабочих.

1 н.п.ф., 8 з.п.ф., 11 фиг.

(19) **KG** (11) **469** (13) **C2** (46) **28.05.2026**

3

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Настоящее изобретение относится к технической области строительства тоннелей и, в частности, к способу расчистки обрушения с использованием сервисного пилот-тоннеля в помощь основному тоннелю.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

В настоящее время, с учетом аварийно-спасательных работ при строительстве и последующей эксплуатации тоннеля очень большой протяженности с автомобильным движением, обычно рассматривается вопрос организации параллельного пилот-тоннеля небольшого сечения на одной стороне основного тоннеля с соединением этих двух тоннелей поперечной штольней под 90°, и такая структура служит в качестве параллельного пилот-тоннеля или сервисного пилот-тоннеля для основного тоннеля.

Во время строительства, для того, чтобы использовать функцию эффективного прогноза, дренажа и аварийно-спасательных работ для параллельного пилот-тоннеля, необходимо проложить сервисный пилот-тоннель и проложить поперечную штольню на одной стороне сервисного пилот-тоннеля для сообщения основного тоннеля с сервисным пилот-тоннелем, чтобы осуществлять операции эффективного прогноза, дренажа и аварийно-спасательных работ в ходе последующего строительства и использования. Однако, в ходе строительства тоннеля прокладка основного тоннеля и сервисного пилот-тоннеля приведет в движение пласты породы в тоннеле, при этом конструкция предварительных креплений является исключительно нестабильной и склонной к обрушению; поэтому в сложных геологических и климатических условиях, наряду с водой, поступающей из окружающей породы, и ослаблением и разрушением массы породы, в основном тоннеле или сервисном пилот-тоннеле легко может произойти обрушение. Существующие способы расчистки такой секции с обрушением в основном включают следующее.

1. При решении проблемы обрушения в тоннеле без сервисного пилот-тоннеля, из-за ограниченного объема и места строительства, обрушившуюся породу обычно вынимают и удаляют из места скопления на одной стороне входа в тоннель, так что передняя и задняя стороны секции с обрушением могут быть быстро открыты, и оборудование и рабочие в

4

секции с обрушением могут быть спасены. Однако, этот способ спасения и расчистки секции с обрушением не может своевременно удалить массу породы из секции с обрушением, когда объем породы в обрушившейся секции чрезмерно большой, что приводит к невозможности спасти оборудование и рабочих из обрушившейся секции быстро и эффективно, вызывая большую задержку в спасательной операции.

2. Традиционный способ расчистки обрушения посредством его прямой выемки и удаления из обрушившейся секции не может своевременно стабилизировать тоннель обрушившейся секции и массу породы в секции с обрушением, поэтому при строительстве может легко произойти второе обрушение ослабленной породы в забое тоннеля при выемке обрушившейся массы породы, что приведет к остановке расчистки первичного обрушения и потере жизни и имущества строительных рабочих.

В свете вышеупомянутых проблем, необходимо разработать способ расчистки обрушения с использованием сервисного пилот-тоннеля в помощь основному тоннелю, чтобы решить вышеупомянутые проблемы, имеющиеся в известном уровне техники.

РАСКРЫТИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

В свете вышеупомянутых проблем, настоящее изобретение направлено на то, чтобы предложить способ расчистки обрушения с использованием сервисного пилот-тоннеля в помощь основному тоннелю. При обрушении в основном тоннеле или сервисном пилот-тоннеле путем применения передового способа сегментированной цементации в настоящем изобретении рыхлая масса обрушения затвердевает, применяют опережающий экран, и обрушившуюся секцию расчищают и укрепляют. Расчистка и укрепление секции с обрушением в сервисном пилот-тоннеле или основном тоннеле может решить вопрос влияния секции с обрушением на весь ход строительства, оказывая надлежащее усиливающее действие на забой тоннеля и арочную часть секции с обрушением, и скорость расчистки, эффективно снижая потери при строительстве тоннеля и гарантируя безопасность для жизни рабочих. Этот способ отличается хорошим эффектом укрепления, быстрым процессом расчистки, эффективным снижением потерь в ходе строительства тонн-

5

неля и гарантией безопасности для жизни рабочих.

Для достижения вышеуказанной цели настоящее изобретение предлагает следующие технические решения.

Способ расчистки обрушения с использованием сервисного пилот-тоннеля в помощь основному тоннелю включает:

этап 1: закрывание забоя тоннеля с обрушением, предварительная установка труб и использование забоя тоннеля в качестве стены для цементации;

этап 2: поэтапное бурение и цементация забоя тоннеля с обрушением, использование передового способа сегментированной цементации, причем цементацию выполняют снизу вверх и слева направо;

этап 3: проверка эффекта цементации и пополнение цементного раствора, определение, после завершения одной цементации и при повторном бурении, глубины затвердевания и эффекта цементации в передней части по скорости бурения и выбросам породы и воды из отверстия;

этап 4: строительство опережающего экрана из труб и цементация на забое тоннеля с обрушением;

этап 5: выемка и укрепление рыхлой массы обрушившейся секции и

этап 6: выполнение обратного заполнения пустой полости.

Предпочтительно, процесс закрывания забоя тоннеля с обрушением, предварительного введения труб и строительства стены для цементации, упомянутый как этап 1, включает:

этап 101: расчистка обрушившейся рыхлой массы на забое тоннеля с обрушением и торкретирование бетона, чтобы закрыть забой тоннеля;

этап 102: размещение произвольного фиксированного анкерного стержня на своде пилот-тоннеля на передней стороне обрушившейся секции тоннеля и укладка армирующей сетки, произвольная сварка и соединение арматурных стержней для фиксации;

этап 103: монтаж предварительно введенных стальных труб на забое тоннеля с обрушением, предварительная укладка предварительно введенных стальных труб в двойные слои в окружном направлении на забое пилот-тоннеля и помещение предварительно введенных стальных труб в середину и на

6

левой и правой сторонах нижней части забоя тоннеля; и

этап 104: торкретирование бетона В25 на свод и забой пилот-тоннеля на передней стороне обрушившейся секции тоннеля, причем толщина торкретирования составляет 5 0,3 м - 0,5 м, бетон наносят для плотной герметизации забоя тоннеля, чтобы построить стену для цементации, и локальное торкретирование выполняют для упрочнения слабого положения опалубки для герметизации монолитным бетоном.

Предпочтительно, в забое тоннеля с обрушением далее размещают некоторое число труб для цементации и дренажных труб; при этом трубы для цементации располагают на дне забоя тоннеля рядом с одной стороной основного тоннеля или сервисного пилот-тоннеля, дренажные трубы располагают на дне забоя тоннеля на отдалении от одной стороны основного тоннеля или сервисного пилот-тоннеля, при этом длина дренажной трубы больше длины предварительно введенной стальной трубы.

Предпочтительно, процесс поэтапного бурения и цементации, упомянутый как этап 2, включает:

этап 201: нумерацию предварительно введенных стальных труб, бурение отверстий из предварительно введенных стальных труб в зонах снизу вверх и слева направо, причем за раз бурят одно отверстие длиной 3 м - 5 м, и каждый раз бурят 4 - 6 отверстий, выполняя частичную цементацию после удаления бурового оборудования;

этап 202: размещение фланца на предварительно введенных стальных трубах, причем на входе цементного раствора также используется фланец, закрывание этого фланца стальной пластиной и приваривание двух задвижек для соединения фланца с предварительно введенными стальными трубами во время цементации; после этого остановка цементации по одной трубе и удаление фланца с входа для цементного раствора после того, как последний первоначально затвердел, после этого упомянутую пластину перемещают с входа для цементного раствора на отверстие следующей 5 предварительно введенной стальной трубы для соединения встык; и

этап 203: подготовка закрепляющего агента и мешка из текстильной ткани на ме-

7

сте, закупоривание и заполнение отверстий предварительно введенных стальных труб в любое время; и выполнение, по аналогии, второго бурения на глубину 3 м - 8 м и третьего бурения на глубину 3 м - 11 м после затвердевания цементного раствора.

Предпочтительно, цементный раствор для цементации на этапе 201 представляет собой двухжидкостный раствор из цемента и силиката натрия, причем отношение воды к цементу в цементном растворе составляет от 1:0,5 до 1:1, объемное отношение цементного раствора к силикату натрия составляет 1:0,2 - 1:1, и время первоначального затвердевания цементного раствора составляет 2 - 4 мин; применяется машина для двухжидкостного цементного раствора, один канал насоса всасывает цементный раствор и один канал насоса всасывает силикат натрия; и время цементации одного отверстия контролируют на основании принципа двойного контроля объема цементного раствора и давления цементного раствора при давлении цементного раствора 0,8 - 1,5 МПа.

Предпочтительно, процесс строительства опережающего экрана из труб и цементации, упомянутый как этап 4, включает:

этап 401: подготовку к передовой сегментированной цементации согласно способа, упомянутого на этапе 2, перед выполнением опережающего экрана;

этап 402: бурение отверстий из отверстий предварительно введенных стальных труб вокруг забоя тоннеля с использованием способа бурения с креплением обсадными трубами;

этап 403: размещение стальных труб опережающего экрана в отверстиях, причем стальную трубу опережающего экрана режут на секции 2 м и 3 м, чтобы разнести стыки в соседних отверстиях;

этап 404: соединение стальных труб опережающего экрана с внутренней и наружной резьбой, причем вся длина стальной трубы опережающего экрана проходит через область накопления обрушившейся породы, и глубина бурения в передней массе породы составляет не меньше чем 5 м, интервал по окружности составляет 0,4 м, и внешний угол введения составляет 15°;

этап 405: наварка на приемную сторону стальной трубы опережающего экрана пла

8

стины-заглушки, и установка задвижки для остановки потока цементного раствора; и

этап 406: размещение, после расположения, удаления бурового оборудования и формирования отверстий, усиливающего арматурного каркаса внутри стальной трубы опережающего экрана, после этого герметизация и цементация арматурного каркаса способами цементации, подобными цементации для затвердевания на этапе 2: двухжидкостная цементация цементом-силикатом натрия с заполнением трубы цементным раствором.

Предпочтительно, арматурный каркас включает одну стальную трубу и некоторое число вспомогательных арматурных стержней, которые симметрично наварены на стальную трубу по ее длине.

Предпочтительно, способ выемки и укрепления рыхлой массы обрушившейся секции на этапе 5 включает:

этап 501: удаление бетона с закрытого забоя тоннеля и выемку обрушившейся секции способом подрезания уступами;

этап 502: применение Н-образных стальных рам для укрепления, причем продольный интервал между Н-образными стальными рамами составляет 0,5 м - 0,7 м, и размещение плотно расположенных арочных рам; далее Н-образные стальные рамы соединяют путем наварки стальных соединительных ребер с резьбой с интервалом 1 м по окружности;

этап 503: размещение анкерного стержня радиальной системы, соответствующего каждой из Н-образных стальных рам, с интервалом 1 м по окружности; введение и размещение стальных анкерных стержней для фиксации основания под углом 20° на пятах арок Н-образных стальных рам с одинаковой длиной 3 м; и размещение опережающего небольшого трубопровода для каждой из Н-образных стальных рам с интервалом 0,3 м по окружности; и

этап 504: укладка по окружности армирующей сетки с перехлестом не менее чем на одну ячейку, торкретирование бетона В25 для закрывания и циклическое продвижение каждой из Н-образных стальных рам.

Предпочтительно, процесс выполнения обратного заполнения пустой полости на этапе 6 включает:

этап 61, использование стальной трубы в качестве трубы для цементации с длиной

9

больше чем 2 м и расположение трубы с отверстиями для цементации по квинкунциальной схеме; размещение трубы для цементации вдоль арочной части в пределах 150° по квинкунциальной схеме с интервалом 1,5 м по окружности и с интервалом 0,5 м в продольном направлении и соответствующее соединение трубы для цементации со стальными рамами точечной сваркой, после чего выполняют герметизацию и удлинение трубы до расчищенного места во время предварительного укрепления; и

этап 62: удлинение до переднего конца забоя тоннеля на безопасном расстоянии после завершения работы в секции с обрушением и выполнение обратного заполнения цементным раствором полостей сзади и обрушившихся пустых полостей во время предварительного укрепления после того, как обрушившаяся секция будет полностью стабилизирована. Настоящее изобретение имеет следующие преимущества. Настоящее изобретение предлагает способ расчистки обрушения с использованием сервисного пилот-тоннеля в помощь основному тоннелю, и по сравнению с известным уровнем техники, усовершенствование в настоящем изобретении заключается в следующем.

Согласно настоящему изобретению, разработан способ расчистки обрушения с использованием сервисного пилот-тоннеля в помощь основному тоннелю. В свете обрушения основного тоннеля или сервисного пилот-тоннеля, когда основной тоннель или сервисный пилот-тоннель обрушился, путем применения передового способа сегментированной цементации в настоящем изобретении рыхлая масса обрушившейся породы затвердевает, применяют опережающий экран, и обрушившуюся секцию очищают и укрепляют; то есть, в ходе строительства бурение и цементацию выполняют поочередно (т.е., одну секцию бурят, одну секцию цементируют, еще одну секцию бурят и еще одну секцию цементируют) в обрушившейся секции для строительства с бурением/цементацией. В настоящем изобретении расчистка и укрепление секции с обрушением в сервисном пилот-тоннеле или основном тоннеле может решить вопрос влияния секции с обрушением на весь ход строительства, оказывая надлежащий эффект укрепления на забой тоннеля и арочную часть секции с обрушением, и процесс

10

быстрой расчистки эффективно снижает потери в ходе строительства тоннеля и обеспечения безопасности для жизни рабочих. Преимущества способа изобретения заключаются в эффекте надлежащего укрепления, быстром процессе расчистки, эффективном снижении потерь в ходе строительства тоннеля и гарантии безопасности жизни рабочих.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

ФИГ. 1 - схема закрывания забоя тоннеля и расположения предварительно введенных труб согласно настоящему изобретению.

ФИГ. 2 - схема расположения точек контроля в секции контроля деформации подземной полости согласно настоящему изобретению.

ФИГ. 3 - схема расположения точек контроля многоточечного измерителя смещения в секции контроля деформации подземной полости согласно настоящему изобретению.

ФИГ. 4 - схема бурения с обсадной трубой согласно настоящему изобретению.

ФИГ. 5 - схема конструкции погружного пневмоударника бурового инструмента с обсадной трубой согласно настоящему изобретению.

ФИГ. 6 - детальная схема обработки стальной трубы Ф108 согласно настоящему изобретению.

ФИГ. 7 - детальная схема обработки встроенного арматурного каркаса согласно настоящему изобретению.

ФИГ. 8 - блок-схема процесса строительства большого трубного экрана согласно настоящему изобретению.

ФИГ. 9 - схема процесса строительства тоннеля способом подрезания уступами согласно настоящему изобретению.

ФИГ. 10 - вид в разрезе тоннеля при способе расчистки обрушения с использованием сервисного пилот-тоннеля в помощь основному тоннелю согласно настоящему изобретению.

ФИГ. 11 - вид в разрезе тоннеля с сервисным пилот-тоннелем согласно настоящему изобретению.

Ссылочные номера и что они обозначают: на ФИГ. 1-9, 1 - пилот-тоннель, 2 - предварительно введенная стальная труба, 3 - труба для цементации, 4 - дренажная труба, 5 - H-образная стальная рама, 6 - стальная труба опережающего экрана, 61 - наружная резьба

11

трубы, 62 - внутренняя резьба трубы; и на ФИГ. 5: ФИГ. (а) - схема конструкции буровой машины с обсадной трубой и буровой коронкой переменного диаметра, и ФИГ. (б) - схема конструкции буровой машины с обсадной трубой и буровой коронкой постоянного диаметра.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ

Для того, чтобы средние специалисты в данной области могли лучше понять технические решения настоящего изобретения, последние будут описаны ниже в примере и со ссылками на чертежи.

Пример 1: со ссылкой на ФИГ. 1-11, где показан способ расчистки обрушения с использованием сервисного пилот-тоннеля в помощь основному тоннелю. Сервисный пилот-тоннель 1 располагался на правой стороне от основного тоннеля, продольная плоская полость основной полости для движения сервисного пилот-тоннеля была расположена на правой стороне основного тоннеля для движения на расстоянии 18,25 м от центральной линии основного тоннеля для движения и 2,0 м от возвышения дороги.

После обрушения сервисного пилот-тоннеля 1 применили передовой способ сегментированной цементации, уплотнили рыхлую массу обрушения, применили опережающий экран и расчистили и укрепили обрушившуюся секцию. Конкретный процесс включал следующие этапы.

На этапе 1: закрыли забой сервисного пилот-тоннеля, осуществили предварительное введение труб и построили стену для цементации (через поперечную штольню).

На этапе 101: расчистили обрушившуюся рыхлую породу на забое сервисного пилот-тоннеля и осуществили торкретирование бетона, чтобы закрыть забой тоннеля.

На этапе 102: произвольно фиксируемый анкерный стержень $\Phi 20$ мм расположили на своде пилот-тоннеля 1 на передней стороне обрушившейся секции тоннеля; уложили армирующую сетку $\Phi 12$ мм с размерами ячейки 15 см x 15 см, и арматурные стержни произвольно сварили и соединили, чтобы зафиксировать анкерный стержень и армирующую сетку.

На этапе 103: предварительно введенные стальные трубы 2 $\Phi 125$ мм, сваренные с 20 фланцем, установили на забое пилот-тоннеля 1, причем длина одной предвари-

12

тельно введенной стальной трубы 2 составляла 1,3 м, эти предварительно введенные стальные трубы 2 уложили в двойные слои в направлении по окружности забоя пилот-тоннеля, четыре в середине забоя тоннеля, по четыре на каждой из левой и правой сторон нижней части, т.е., всего 34, чтобы укрепить рыхлую массу обрушения.

Одновременно с этим, когда низ левой стороны пилот-тоннеля 1 был закрыт вторично, три трубы для цементации 3 $\Phi 114$ мм для укрепления рыхлой массы грунта были введены в пробуренные отверстия, причем длина трубы для цементации 3 составляла 2 м, для укрепления обрушившейся рыхлой массы в ее нижней части. Две трубы 4 $\Phi 200$ мм для дренажа воды из рыхлой массы грунта были введены в нижний правый угол нижней части пилот-тоннеля 1, причем длина трубы 4 для дренажа воды составляла $L = 2$ м, и все предварительно введенные трубы были герметизированы мешками из текстильной ткани, чтобы избежать блокировки торкретируемого бетона.

Точка выхода воды на забое пилот-тоннеля располагалась на правой стороне, отверстие для сброса воды и предварительно введенные трубы для дренажа воды располагались на правой стороне, так что цементацию выполняли в последовательности снизу вверх и слева направо с дренированием трещинной воды из окружающей породы на правую сторону (поскольку основной тоннель был расположен на левой стороне от забоя тоннеля), при цементации в нижней части и дренировании в верхней части и цементации в верхней части и дренировании в нижней части, причем цементацию и дренирование выполняли поочередно в верхней, нижней, левой и правой частях, чтобы предотвратить полную закупорку канала для дренажа воды на забое тоннеля и избежать формирования водяного мешка, который мог бы разрушить стену для цементации и вызвать поток мусора с нанесением вреда.

На этапе 104: осуществили торкретирование бетона В25 на армирующую сетку, забой тоннеля на своде и забой пилот-тоннеля на передней стороне секции с обрушением тоннеля, причем толщина нанесенного бетона составляла 0,3 м - 0,5 м, бетон торкретировали для того, чтобы плотно герметизировать забой тоннеля и построить стену для цемен-

13

тации, и локальное торкретирование выполняли для герметизации слабых мест в опалубке для монолитного бетона. На этапе 2: поэтапно выполняли бурение и цементацию.

На этапе 201: предварительно введенные стальные трубы 2 пронумеровали, пробурили отверстия из предварительно введенных стальных труб 2, используя погружную буровую машину JH100E, в зонах снизу вверх и слева направо, причем одно отверстие бурили каждый раз на глубину от 3 м до 5 м, и за один раз бурили 4 - 6 отверстий, частичную цементацию выполняли сразу же после удаления бурового оборудования, чтобы укрепить грунт в обрушившейся секции.

Цементный раствор для цементации представлял собой двухжидкостный раствор цемента и силиката натрия, причем отношение воды к цементу в цементном растворе составляло от 1:0,5 до 1:1, базовый раствор силиката натрия разбавили до 30-35 градусов Боме, объемное отношение цементного раствора к силикату натрия составляло 1:0,2-1:1, причем отношение к смеси м время затвердевания цементного раствора регулировали по фактическим требованиям на месте, и первоначальное время затвердевания цементного раствора контролировали через 2-4 мин. Применяли машину для двухжидкостной цементации, один канал насоса всасывал цементный раствор и один канал насоса всасывал силикат натрия; и время на цементацию одного отверстия контролировали на основании принципа двойного контроля по объему и давлению цементации, причем давление цементации составляло 0,8-1,5 МПа. Было назначено отдельное лицо для ведения записей и руководства операцией на месте в течение всего процесса.

На этапе 202: предварительно введенные стальные трубы 2 разместили с предварительно наваренным фланцем, и вход для цементного раствора также снабдили фланцем, который был заглушен стальной пластиной, сварен с двумя задвижками Ф25 мм (для одновременной подачи двух видов раствора) и быстро соединен с предварительно введенными стальными трубами 2 для цементации; цементацию по одной трубе остановили, фланец на входе для цементного раствора удалили после того, как цементный раствор первоначально затвердел, переместили к следующую

14

щей предварительно введенной стальной трубе 2 для быстрого монтажа встык.

На этапе 203: для того, чтобы не допустить перелива цементного раствора, на месте подготовили закрепляющий агент и мешок из текстильной ткани, и отверстия предварительно введенных стальных трубы 2 заглушили и заполняли в подходящее время; и, по аналогии, выполнили второе бурение на глубину 3 м - 8 м и третье бурение на глубину 3 м - 11 м после затвердевания цементного раствора.

Место для отверстия под цементацию можно бурить неоднократно и дополнять цементным раствором, что можно многократно выполнять в разных зонах для того, чтобы добиться эффекта уплотнения. Блок-схема процесса цементации показана на ФИГ. 2, и схема уплотнения сегментированной цементацией показана на ФИГ. 3.

На этапе 3: проверили эффект цементации и пополнили цементный раствор.

После завершения одиночной цементации и при повторном бурении глубину уплотнения и эффект цементации в передней части определяли по скорости бурения и по выбросам породы и воды из отверстия. После трехкратной цементации окружающие отверстия снова бурили для проверки, не застряло ли буровое оборудование, и попытались ввести трубу после удаления бурового оборудования. Если буровое оборудование застряло или при введении трубы появились трудности, то потребуется еще одна цементация или несколько цементаций, чтобы проложить путь для размещения опережающего экрана.

На этапе 4: применили опережающий экран и выполнили цементацию.

На этапе 401: передовой процесс сегментированной цементации выполнили способом, указанным на этапе 2, перед установкой опережающего экрана, чтобы уплотнить рыхлую массу обрушения.

На этапе 402, снова применили большой опережающий экран, чтобы сформировать систему опережающей крепи вокруг арочной части пилот-тоннеля 1 для обеспечения безопасности выемки породы и укрепления. Применили технологию бурения с обсадной трубой. Отверстие предварительно введенной стальной трубы 2 вокруг забоя тоннеля пробурили, используя буровую коронку Ф115 мм, и стальную трубу Ф108 мм &

15

6 (стальная труба 6 опережающего экрана) поместили в это отверстие. Детальная схема обработки стальной трубы 6 Ф108 опережающего экрана показана на ФИГ. 6.

Будучи ограниченными практическими условиями, применили небольшую погружную буровую машину JH100E, чтобы построить трубный экран на первой стадии расчистки обрушения. Во время работы, из-за ограниченного пространства, трудностей в регулировке угла буровой машины и других практических проблем при бурении в обрушившейся полости рыхлой окружающей породы на месте обрушения имело место частое застревание бурового оборудования, при этом обрушившееся отверстие и остаточный мусор в отверстии не были очищены после удаления бурового оборудования, что привело к трудностям при введении трубы и, в конечном счете, к недостаточной глубине введения трубного экрана в обрушившуюся полость и к недостаточной жесткости стальной трубы. Поэтому в трубном экране будет применяться технология бурения с обсадной трубой. По сравнению с традиционной конструкцией трубного экрана, бурение с обсадной трубой, используемое для трубного экрана, применяет погружной пневмоударник для забивания штырей, соединенных с обсадной трубой, чем достигается синхронное продвижение. В ходе бурения не будут обнаруживаться явления обрушения отверстий, утечек воздуха и заглобленного бурения, при этом бурение и продавливание труб может выполняться одновременно, так что нет необходимости удалять буровое оборудование перед продавливанием труб, что повышает эффективность. Бурение с обсадной трубой повысит функцию направления бурения и эффективно уменьшит отклонение положения отверстия, вызываемое бурением. Способ бурения с обсадной трубой основан на принципе вращательного расширения эксцентрической буровой коронкой в соединении с характеристиками пневматического ударного устройства, объединяя буровой инструмент со стальной трубой трубного экрана посредством буровой штанги, и эксцентрическая буровая коронка используется для шлифования, ударного воздействия, уплотнения массы породы для формирования отверстия. Бурение с обсадной трубой и погружным пневмоударником характеризуется высоким крутящим моментом

16

и давлением продавливания, высокой применимостью согласующихся буровых инструментов, формированием глубоких отверстий и высоким качеством. Схема бурения с обсадной трубой показана на ФИГ. 4.

На этапе 403: стальные трубы 6 Ф108 мм & 6 мм опережающего экрана поместили в отверстия, причем стальную трубу 6 опережающего экрана разрезали на секции 2 м и 3 м, чтобы разнести стыки в соседних отверстиях и осуществить смещение поверхности цементации.

На этапе 404: стальные трубы 6 опережающего экрана соединили посредством внутренней и наружной резьбы, причем длина резьбы составляла более 15 см; полная длина стальной трубы 6 опережающего экрана была запланирована как 20 м - 30 м для прохождения через область накопления обрушившейся массы, глубина бурения в передней массе породы составляла не меньше чем 5 м, интервал по окружности составлял 0,4 м, и внешний угол введения составлял 15°.

На этапе 405: на приемную сторону стальной трубы 6 опережающего экрана наварили пластину-заглушку и установили задвижку Ф25 мм для остановки цементного раствора.

На этапе 406: после завершения строительства подготовились к герметизации и цементации.

На этапе 407: после удаления бурового оборудования и формирования отверстия арматурный каркас поместили внутрь стальной трубы 6 опережающего экрана, арматурный каркас сварили со стальной трубой Ф32 мм и четырьмя стальными трубами Ф16 мм, наполовину готовый каркас имел длину одной секции 3 м с наваренными вспомогательными арматурными стержнями и был соединен на месте. Детальная схема обработки встроенного арматурного каркаса показана на ФИГ. 7. Процессы цементации были сходны с цементацией для уплотнения 2: двухжидкостная цементация цементом-силикатом натрия и цементация для заполнения труб.

Рыхлый слой обрушившегося пласта породы имел большую толщину накопления, так что стальную трубу 6 опережающего экрана не снабдили отверстиями для вытекания цементного раствора, и цементным раствором могла быть заполнена только труба. Для того, чтобы повысить жесткость трубно

17

го экрана, после удаления бурового оборудования и формирования отверстия в трубный экран поместили арматурный каркас, при этом арматурный каркас был сварен со стальной трубой Ф32 мм и четырьмя стальными трубами Ф16 мм, наполовину готовое изделие каркаса, имело длину одной секции 3 м и было сварено в продольном направлении с вспомогательными арматурными стержнями и соединено на месте. Схема конструкции бурового оборудования с обсадной трубой для погружного пневмоударника показана на ФИГ. 5, и блок-схема строительства большого трубного экрана показана на ФИГ. 8.

На этапе 5: обрушившуюся секцию освободили от породы и укрепили.

На этапе 501 бетон, закрывавший забой тоннеля, был удален взрывными и механическими средствами, и ради безопасности обрушившуюся секцию расчистили, применив способ подрезания уступами.

На этапе 502 20 Н-образных стальных рам 5 были применены для укрепления, при этом продольный интервал между Н-образными стальными рамами 5 составлял 0,5 м - 15 0,7 м, и, если необходимо, арочные рамы могли быть расположены более плотно (Н-образная стальная рама 5); и эти Н-образные стальные рамы 5 соединили путем сварки стальными соединительными ребрами Ф20 мм с резьбой при интервале по окружности 1 м.

На этапе 503 анкерный стержень радиальной системы был подготовлен соответственно каждой из Н-образных стальных рам 5, длина анкерного стержня составила 3 м, интервал по окружности 1 м; стальные анкерные стержни Ф32 мм с резьбой были введены под углом 20° в положение оснований Н-образных стальных рам 5, при одинаковой длине 3 м, и 4 - 8 труб для каждой Н-образной стальной рамы; и опережающий небольшой трубопровод Ф42 мм (опережающий анкерный стержень Ф32 мм) был выполнен для каждой из Н-образных стальных рам 5, длина трубопровода составила 3 м, с интервалом по окружности 0,3 м; и 16 труб были установлены за один цикл, который выполняли один раз через каждые 3 м.

На этапе 504 армирующая сетка Ф12 мм с ячейкой 15 см x 15 см была уложена по окружности с перехлестом на меньше чем на одну ячейку, бетон В25 торкретировали для

18

закрывания, и каждую из Н-образных стальных рам продвигали циклами. Блок-схема строительства тоннеля способом подрезания уступами показана на ФИГ. 9.

На этапе 6 выполнили обратное заполнение пустой полости.

Поскольку величина обрушения этой секции была слишком большой, торкретированием бетона было трудно заполнить пустую полость полностью, и было невозможно торкретировать и заполнять ее одновременно; поэтому в этой секции потребовался трубопровод для обратного заполнения цементным раствором, который был соответственно сварен точечной сваркой с соединен со стальной рамой, герметизирован и доведен до пустой полости во время предварительного укрепления для цементации.

На этапе 61 стальную трубу Ф42 мм использовали в качестве трубопровода для цементного раствора при его длине больше 2 м (зависит от фактической ситуации на месте), и отверстия для цементного раствора Ф6 мм для трубы были расположены с интервалом 15 см по квинкунциальной схеме; трубы для цементации были расположены вдоль арочной части в диапазоне 150° по квинкунциальной схеме с интервалом по окружности 1,5 м и продольным интервалом 0,5 м (соответственно расположению арочной рамы); трубы для цементации и стальные рамы были соответственно соединены точечной сваркой, после чего были герметизированы и доведены до пустой полости во время предварительного укрепления.

На этапе 62 трубы для цементации были продлены до переднего конца забоя тоннеля на безопасном расстоянии после завершения расчистки секции с обрушением, и обратное заполнение цементным раствором было выполнено на задних расчищенных местах и в пустых полостях обрушения во время предварительного укрепления после того, как обрушившаяся секция была полностью стабилизирована. Если это требовалось по фактической ситуации, трубу насоса для подачи бетона Ф125 мм предварительно вводили для того, чтобы облегчить подачу цементного раствора для обратного заполнения, или снова бурили отверстия для закачки полиуретанового вспенивающего агента для обратного заполнения пустых полостей.

19

Предпочтительно, способ настоящего примера может быть использован не только для расчистки обрушения при строительстве сервисного пилот-тоннеля 1, но и для расчистки обрушения при строительстве основного тоннеля, причем в обоих случаях он эффективно обеспечивает своевременность восстановительных работ и безопасность строительства, и поперечные штольни, сооруженные после строительства также могут быть использованы для технического обслуживания и ремонта тоннеля на более поздних стадиях.

Выше продемонстрированы и описаны основной принцип, основные признаки и пре

20

имущества настоящего изобретения. Специалисты в данной области техники должны понимать, что настоящее изобретение не ограничено вышеприведенным примером. То, что описано в вышеприведенном примере и технических характеристиках, предназначено только для иллюстрации принципов настоящего изобретения. Без нарушения сущности и объема настоящего изобретения в настоящее изобретение могут быть внесены разные изменения и усовершенствования, которые подпадают под объем заявленного изобретения. Объем охраны настоящего изобретения определяется прилагаемыми пунктами формулы изобретения и их эквивалентами.

21

Формула изобретения

1. Способ расчистки обрушения с использованием сервисного пилот-тоннеля в помощь основному тоннелю, включающий:

этап 1: закрывание забоя тоннеля в обрушившейся полости, предварительное введение труб и строительство стены для цементации;

этап 2: поэтапное бурение и цементация забоя тоннеля с обрушением, использование передового способа сегментированной цементации, причем цементацию выполняют снизу вверх и слева направо;

этап 3: проверка эффекта цементации и пополнение цементного раствора, определение, после завершения одной цементации и при повторном бурении, глубины затвердевания и эффекта цементации в передней части по скорости бурения и выбросам шлака и воды из отверстия;

этап 4: строительство опережающего экрана и цементация на забое тоннеля с обрушением;

этап 5: выемка и укрепление рыхлой массы обрушившейся секции; и

этап 6: выполнение обратного заполнения пустой полости.

2. Способ расчистки обрушения с использованием сервисного пилот-тоннеля

в помощь основному тоннелю по п. 1, в котором процесс закрывания забоя тоннеля с обрушением, предварительного введения труб и строительства стены для цементации, упомянутый на этапе 1, включает:

этап 101: расчистка обрушившейся рыхлой массы на забое тоннеля с обрушением и торкретирование бетона, чтобы закрыть забой тоннеля;

этап 102: размещение произвольного фиксированного анкерного стержня на своде пилот-тоннеля на передней стороне обрушившейся секции тоннеля и укладка армирующей сетки, произвольная сварка и соединение арматурных стержней для фиксации;

этап 103: монтаж предварительно введенных стальных труб (2) на забое тоннеля с обрушением, предварительная укладка предварительно введенных стальных труб (2) в двойные слои в окружном направлении на забое пилот-тоннеля и помещение предварительно введенных стальных труб (2)

22

в середину и на левой и правой сторонах нижней части забоя тоннеля; и

этап 104: торкретирование бетона В25 на свод и забой пилот-тоннеля на передней стороне обрушившейся секции тоннеля, причем толщина торкретирования составляет 0,3 м - 0,5 м, бетон наносят для плотной герметизации забоя тоннеля, чтобы построить стену для цементации, и локальное торкретирование выполняют для упрочнения слабого положения опалубки для герметизации монолитным бетоном.

3. Способ расчистки обрушения с использованием сервисного пилот-тоннеля в помощь основному тоннелю по п. 2, в котором в забое тоннеля с обрушением далее размещают некоторое число труб для цементации (3) и дренажных труб (4); при этом трубы для цементации (3) располагают на дне забоя тоннеля рядом с одной стороной основного тоннеля или сервисного пилот-тоннеля, дренажные трубы (4) располагают на дне забоя тоннеля на отдалении от одной стороны основного тоннеля или сервисного пилот-тоннеля, при этом длина дренажной трубы (4) больше длины предварительно введенной стальной трубы (2).

4. Способ расчистки обрушения с использованием сервисного пилот-тоннеля в помощь основному тоннелю по п. 1, в котором процесс поэтапного бурения и цементации, упомянутый на этапе 2, включает:

этап 201: нумерацию предварительно введенных стальных труб (2), бурение отверстий из предварительно введенных стальных труб (2) в зонах снизу вверх и слева направо, причем за раз бурят одно отверстие длиной 3 м - 5 м, и каждый раз бурят 4-6 отверстий, выполняя частичную цементацию после удаления бурового оборудования;

этап 202: размещение фланца на предварительно введенных стальных трубах (2), причем на входе для цементного раствора также используется фланец, закрывание этого фланца стальной пластиной и приваривание двух задвижек, соединение фланца с предварительно введенными стальными трубами (2) во время цементации; после этого остановка цементации по одной трубе и удаление фланца с входа для цементного раствора после того, как последний первоначально затвердел, и перемещение

23

фланца с входа для цементного раствора на отверстие следующей предварительно введенной стальной трубы (2) для соединения встык; и

этап 203: подготовка закрепляющего агента и мешка из текстильной ткани на месте, закупоривание и заполнение отверстий предварительно введенных стальных труб (2) в любое время; и выполнение, по аналогии, второго бурения на глубину 3 м - 8 м и третьего бурения на глубину 3 м - 11 м после затвердевания цементного раствора.

5. Способ расчистки обрушения с использованием сервисного пилот-тоннеля

в помощь основному тоннелю по п. 4, в котором цементный раствор для цементации на этапе 201 представляет собой двухжидкостный раствор из цемента и силиката натрия, причем отношение воды к цементу в цементном растворе составляет от 1:0,5 до 1:1, объемное отношение цементного раствора к силикату натрия составляет 1:0,2 - 1:1, и время первоначального затвердевания цементного раствора составляет 2-4 мин; применяется машина для двухжидкостного цементного раствора, один канал насоса всасывает цементный раствор и один канал насоса всасывает силикат натрия; и время цементации одного отверстия контролируют на основании принципа двойного контроля объема цементного раствора и давления цементного раствора при давлении цементного раствора 0,8 - 1,5 МПа.

6. Способ расчистки обрушения с использованием сервисного пилот-тоннеля в помощь основному тоннелю по п. 1, в котором процесс строительства опережающего экрана из труб и цементации, упомянутый как этап 4, включает:

этап 401: подготовку к передовой сегментированной цементации согласно способа, упомянутого на этапе 2, перед выполнением опережающего экрана;

этап 402: бурение отверстий из отверстий предварительно введенных стальных труб (2) вокруг забоя тоннеля с использованием способа бурения с обсадной трубой;

этап 403: размещение стальных труб (6) опережающего экрана в отверстиях, причем стальную трубу (6) опережающего экрана режут на секции 2 м и 3 м, чтобы разнести стыки в соседних отверстиях;

24

этап 404: соединение стальных труб (6) опережающего экрана с внутренней и наружной резьбой, причем вся длина стальной трубы (6) опережающего экрана проходит через область накопления обрушившейся породы, и глубина бурения в передней массе породы составляет не меньше чем 5 м, интервал по окружности составляет 0,4 м, и внешний угол введения составляет 15°;

этап 405: наварка на приемную сторону стальной трубы (6) опережающего экрана пластины-заглушки, и установка задвижки для остановки потока цементного раствора; и

этап 406: размещение, после расположения, удаления бурового оборудования и формирования отверстий, усиливающего арматурного каркаса внутри стальной трубы (6) опережающего экрана, после этого герметизация и цементация арматурного каркаса способами цементации, подобными цементации для затвердевания на этапе 2: двухжидкостная цементация цементом-силикатом натрия с заполнением трубы цементным раствором.

7. Способ расчистки обрушения с использованием сервисного пилот-тоннеля

в помощь основному тоннелю по п. 6, в котором арматурный каркас включает одну стальную трубу и некоторое число вспомогательных арматурных стержней, которые симметрично наварены на стальную трубу по ее длине.

8. Способ расчистки обрушения с использованием сервисного пилот-тоннеля в помощь основному тоннелю по п. 1, в котором способ выемки и укрепления рыхлой массы обрушившейся секции на этапе 5 включает:

этап 501: удаление бетона с закрытого забоя тоннеля и выемку обрушившейся секции способом подрезания уступами;

этап 502: применение Н-образных стальных рам (5) для укрепления, причем продольный интервал между Н-образными стальными рамами составляет 0,5 м - 0,7 м, и размещение плотно расположенных арочных рам с последующим соединением Н-образных стальных рам путем наварки стальных соединительных ребер с резьбой с интервалом 1 м по окружности;

этап 503: размещение анкерного стержня радиальной системы, соответствующей

25

шего каждой из Н-образных стальных рам (5), с интервалом 1 м по окружности; введение и размещение стальных анкерных стержней для фиксации основания под углом 20° на пятах арок Н-образных стальных рам (5) с одинаковой длиной 3 м; и размещение опережающего небольшого трубопровода для каждой из Н-образных стальных рам с интервалом 0,3 м по окружности; и

этап 504: укладка по окружности армирующей сетки с перехлестом не менее чем на одну ячейку, торкретирование бетона В25 для закрывания и циклическое продвижение каждой из Н-образных стальных рам (5).

9. Способ расчистки обрушения с использованием сервисного пилот-тоннеля в помощь основному тоннелю по п. 1, в котором процесс выполнения обратного заполнения пустой полости на этапе 6 включает:

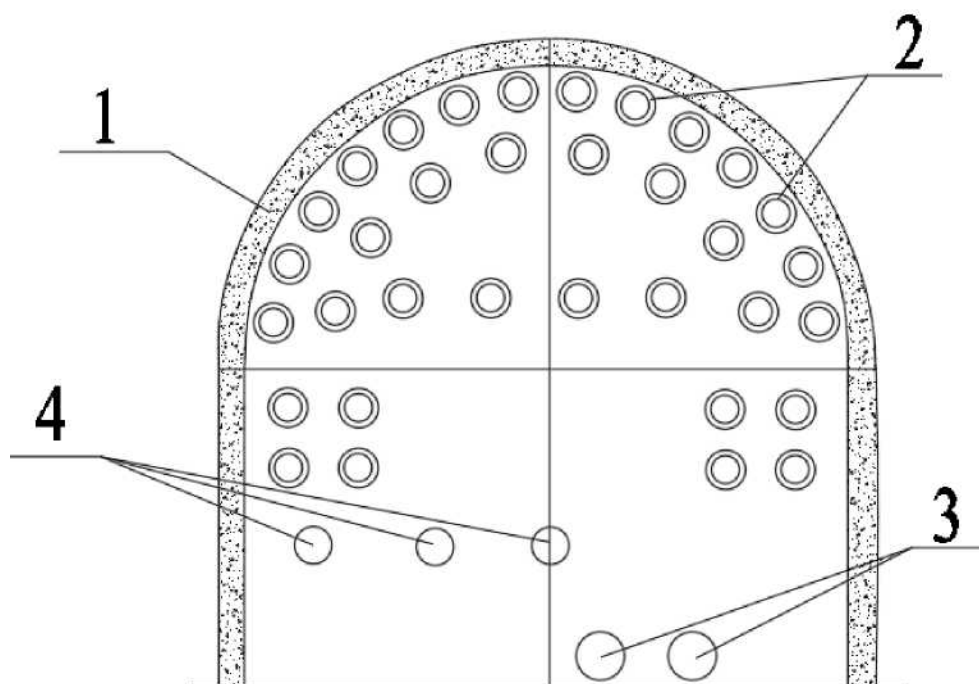
этап 61, использование стальной трубы в качестве трубы для цементации с длиной

26

больше чем 2 м и расположение трубы с отверстиями для цементации по квинкунциальной схеме; размещение трубы для цементации вдоль арочной части в пределах 150° по квинкунциальной схеме с интервалом 1,5 м по окружности и с интервалом 0,5 м в продольном направлении и соответствующее соединение трубы для цементации со стальными рамами точечной сваркой с последующей герметизацией и удлинением трубы до расчищенного места во время предварительного укрепления; и

этап 62: удлинение до переднего конца забоя тоннеля на безопасном расстоянии после завершения работы в секции с обрушением и выполнение обратного заполнения цементным раствором расчищенных мест сзади и обрушившихся пустых полостей во время предварительного укрепления после того, как обрушившаяся секция будет полностью стабилизирована.

СПОСОБ РАСЧИСТКИ ОБРУШЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕРВИСНОГО ПИЛОТ-ТОННЕЛЯ В ПОМОЩЬ ОСНОВНОМУ ТОННЕЛЮ



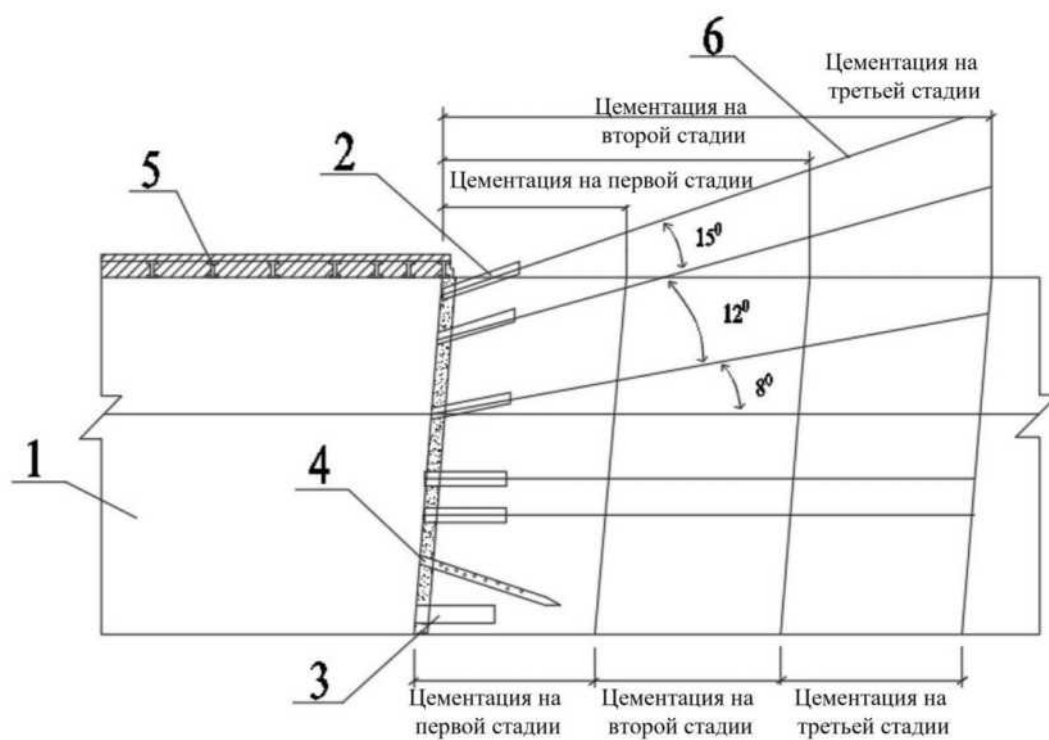
Фиг. 1

СПОСОБ РАСЧИСТКИ ОБРУШЕНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕРВИСНОГО ПИЛОТ-ТОННЕЛЯ
В ПОМОЩЬ ОСНОВНОМУ ТОННЕЛЮ

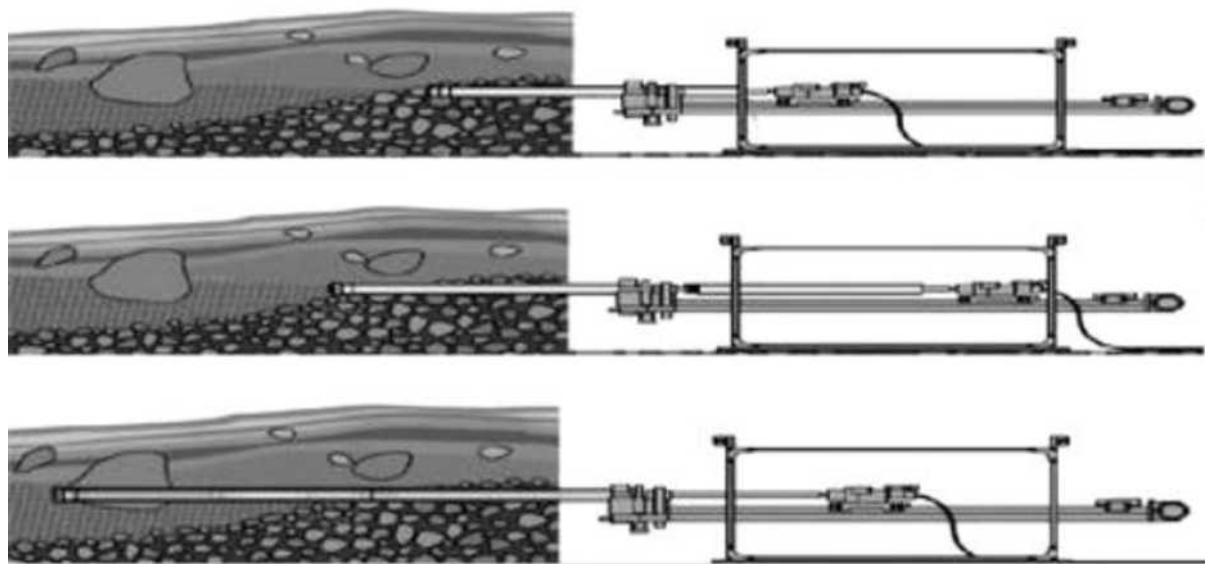


Фиг. 2

СПОСОБ РАСЧИСТКИ ОБРУШЕНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕРВИСНОГО ПИЛОТ-ТОННЕЛЯ
В ПОМОЩЬ ОСНОВНОМУ ТОННЕЛЮ

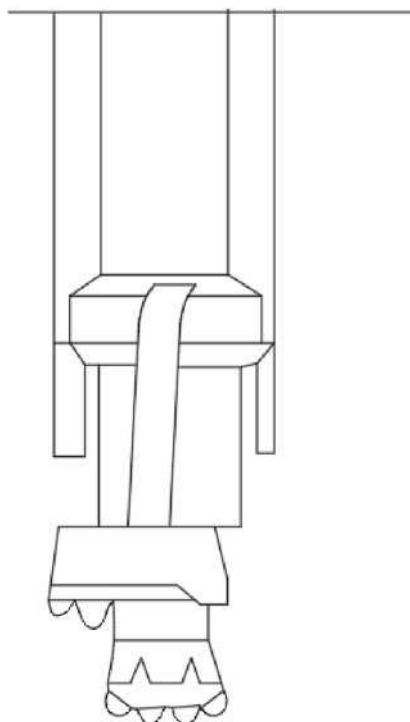


Фиг. 3

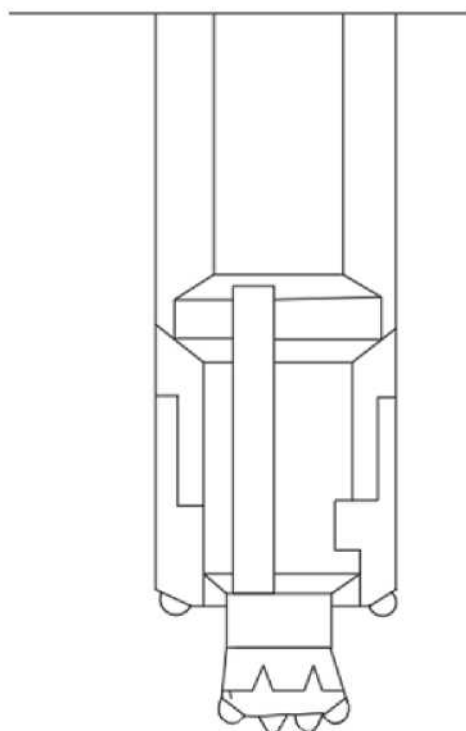


Фиг. 4

СПОСОБ РАСЧИСТКИ ОБРУШЕНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕРВИСНОГО ПИЛОТ-ТОННЕЛЯ
В ПОМОЩЬ ОСНОВНОМУ ТОННЕЛЮ

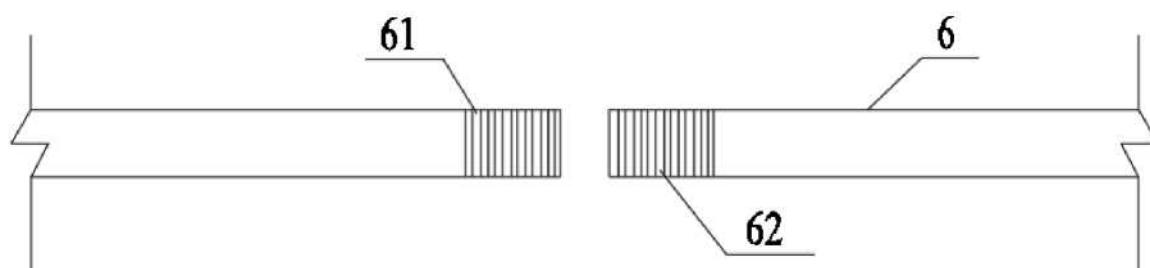


Фиг. 5(а)

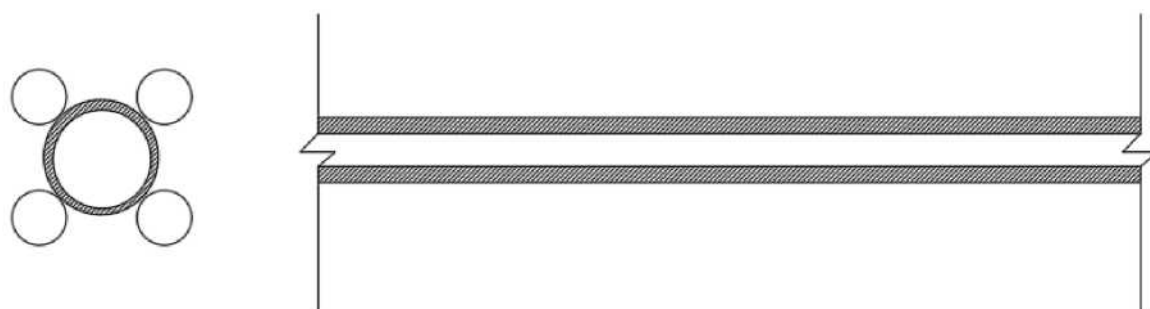


Фиг. 5(б)

СПОСОБ РАСЧИСТКИ ОБРУШЕНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕРВИСНОГО ПИЛОТ-ТОННЕЛЯ
В ПОМОЩЬ ОСНОВНОМУ ТОННЕЛЮ



Фиг. 6



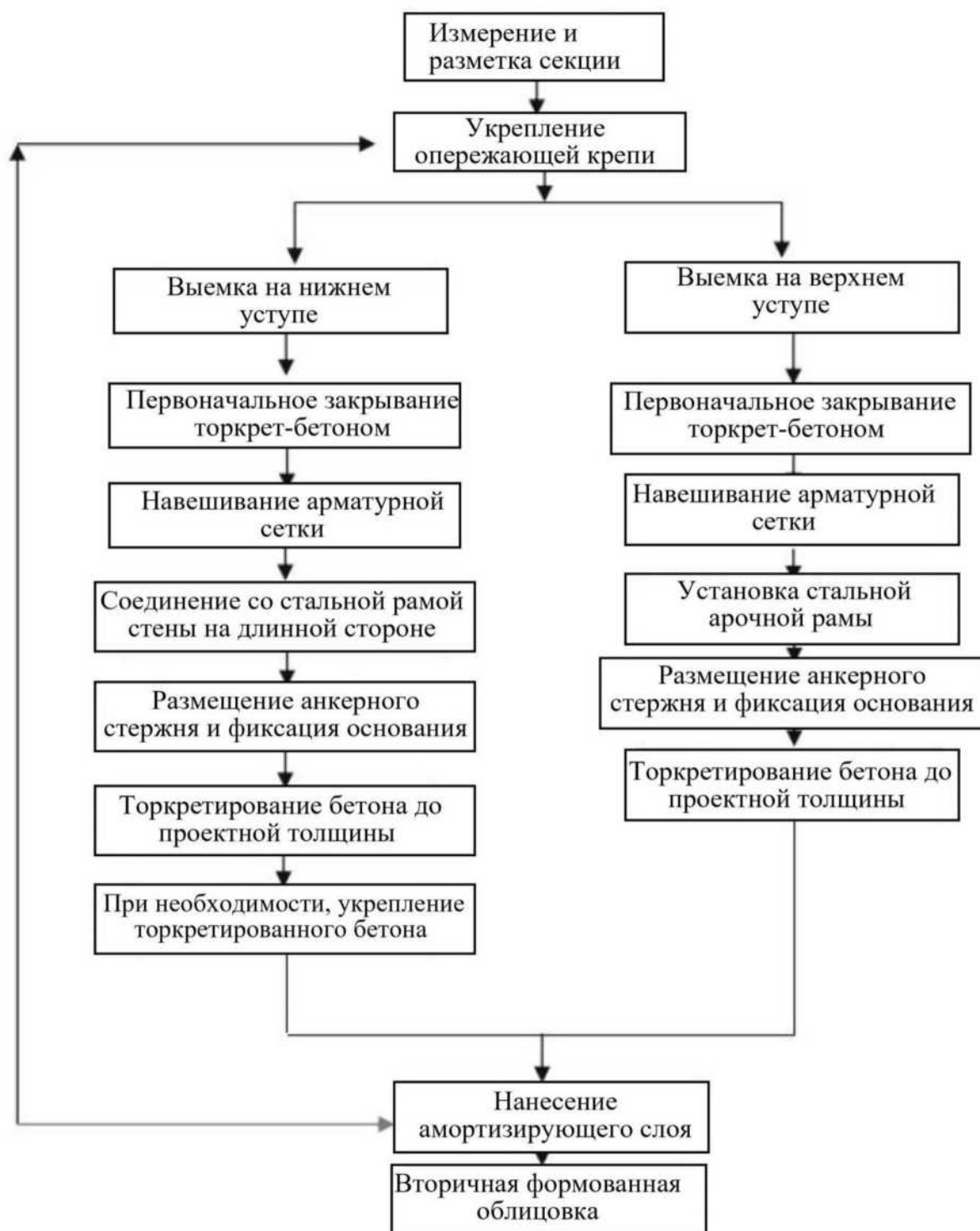
Фиг. 7

СПОСОБ РАСЧИСТКИ ОБРУШЕНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕРВИСНОГО ПИЛОТ-ТОННЕЛЯ
В ПОМОЩЬ ОСНОВНОМУ ТОННЕЛЮ



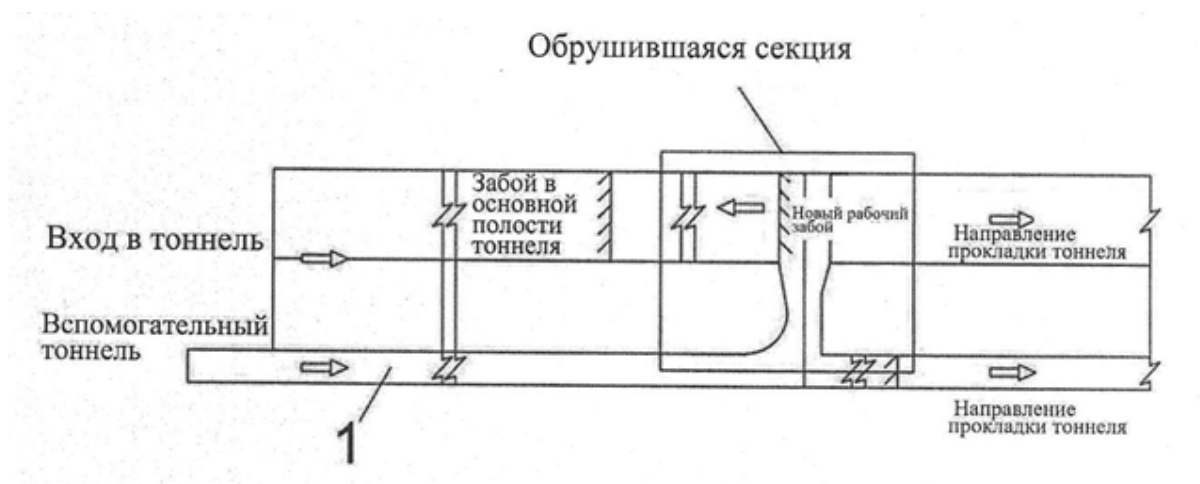
Фиг. 8

СПОСОБ РАСЧИСТКИ ОБРУШЕНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕРВИСНОГО ПИЛОТ-ТОННЕЛЯ
В ПОМОЩЬ ОСНОВНОМУ ТОННЕЛЮ

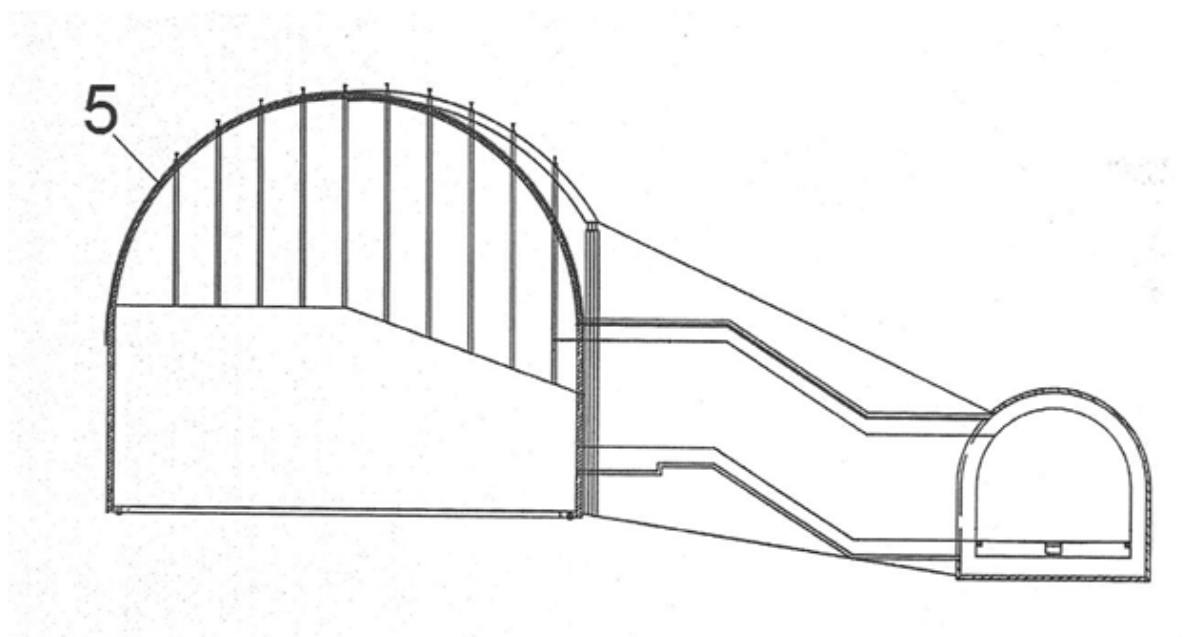


Фиг. 9

СПОСОБ РАСЧИСТКИ ОБРУШЕНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕРВИСНОГО ПИЛОТ-ТОННЕЛЯ
В ПОМОЩЬ ОСНОВНОМУ ТОННЕЛЮ



Фиг. 10



Фиг. 11

Выпущено отделом подготовки официальных изданий