

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044228**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.08.02

(21) Номер заявки
202390174

(22) Дата подачи заявки
2022.12.26

(51) Int. Cl. **D04B 21/14** (2006.01)
E04B 1/16 (2006.01)
E04B 1/19 (2006.01)
E04C 2/34 (2006.01)

(54) МАТРИЦА ГИБКОГО БЕТОННОГО ПОЛОТНА И СПОСОБ ЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

(43) **2023.07.27**

(96) **2022/ЕА/0070 (ВУ) 2022.12.26**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ
ОБЩЕСТВО "ПАРАД" (ВУ)**

(72) Изобретатель:
**Радюкевич Павел Иванович, Протько
Наталья Сергеевна, Плоткина
Анна Гарольдовна, Сергеук
Елена Анатольевна, Лещанин
Александр Александрович, Соболев
Игорь Викторович, Липай Виктор
Александрович, Львович Валентина
Ивановна (ВУ)**

(74) Представитель:
Самцов В.П. (ВУ)

(56) RU-A-2014103551
US-A-4495235
RU-C1-2123549
WO-A2-2007144559

(57) Предложено изобретение, которое предназначено для применения при капитальном и текущем ремонте дорог. Технический результат: уменьшение пористости, повышение прочности и снижение чувствительности гибкой матрицы к промерзанию/оттаиванию. Матрица (1) содержит холсты (2) и (3) щелочестойкого материала шириной до 1,1 м и толщиной 7-12 мм непроницаемых для порошкового материала (4) и слой (9) из соединительных волокон (10) в пространстве (8) объемом MV между холстами (2, 3) с модулем упругости $E=1500-2800 \text{ Н/мм}^2$. Холст (2) проницаем для жидкости, имеет плотность плетения 50×50 нитей и поры, коррелирующие с размером зерен порошкового материала (4). Холст (3) имеет плотность плетения 40×40 нитей и водонепроницаемое покрытие (5) с прочностью на разрыв до 30 МПа. Способ включает изготовление трехмерной гибкой тканевой матрицы (1) из холстов (2) и (3) щелочестойкого материала с изменяемой длиной волокон (10) слоя (9) и усадкой при увлажнении и отверждении порошкового материала (4). Увлажнение и последующее отверждение порошкового материала (4) осуществляют с одновременным прессованием и удалением избыточной жидкости с уменьшением на 5-12% пространства (8) между холстами (2) и (3) при изменении длины волокон (10) и усадке ткани.

B1**044228****044228****B1**

Изобретение относится к области строительства и предназначено для применения при реконструкции, капитальном и текущем ремонте систем поверхностного водоотвода автомобильных дорог, укреплении устойчивости земляного полотна, а также для устройства противодиффузионных экранов и водонепроницаемых покрытий дна водотока гидротехнических сооружений.

Из уровня техники известны системы на основе вязаной объемной ткани с плотно вязанным слоем с нижней стороны, менее плотно вязанным слоем с верхней стороны, которые соединены волокнами, и, содержащие в пространстве между верхней и нижней сторонами ткани затвердевающий при добавлении жидкости материал, например цемент. До затвердевания ткань с цементом является гибкой и ей можно придать необходимую форму, а максимальное пространство между сторонами ткани выполнено с возможностью размещения необходимого количества воды для затвердевания цемента [1, 2, 3, 4].

Известна также пропитанная гибкая ткань и способ изготовления такой ткани [5]. Гибкая ткань включает: первую сторону, вторую сторону, которая отделена от первой стороны пространством, а также самонесущие соединительные волокна, между первой и второй сторонами и удерживающие их на расстоянии друг от друга. Порошковый материал, расположен в пространстве между первой и второй сторонами и способен к затвердеванию при добавлении воды или при воздействии излучения с получением жесткого или полужесткого монолитного материала. На одном или более краев ткани стороны соединены эластичной нитью, которая короче, чем самонесущие соединительные волокна и по меньшей мере частично закрывает пространство по краям ткани. Порошковый материал представляет собой сухую бетонную смесь на основе цемента, включающую пластификаторы и другие добавки. Первая сторона ткани содержит поры, достаточно большие, чтобы пропускать порошковый материал в пространство, которые по меньшей мере частично герметизированы или уменьшены в размере, чтобы удерживать затвердевающий порошковый материал внутри пространства. Поры по меньшей мере частично герметизируют с помощью герметизирующего материала, такого как адгезив, или термоотверждаемый материал, или слой материала, наносимого на первую сторону, или укреплены с помощью дополнительного влагостойкого слоя.

В патенте [6] описана ткань и способ ее изготовления для формирования структуры, имеющей трехмерную форму, из которой далее может формироваться трехмерное изделие с затвердевающим материалом. Ткань содержит основные и уточные волокна, при этом основные и уточные волокна в первой части ткани соединены друг с другом. Во второй части ткани основные и уточные волокна не соединены друг с другом и могут двигаться независимо друг от друга, причем сгибание ткани в первом направлении, параллельном основным волокнам, и втором направлении, параллельном уточным волокнам, приводит к сжатию второй части ткани, заставляя основные и уточные волокна во второй части ткани ориентироваться вдоль одной линии. В ткани основные и уточные волокна первой части соединены друг с другом вязально-прошивным способом, а во второй части соединение волокон вязально-прошивным способом отсутствует и дополнительно содержит волокнистое сплетение, как часть этой ткани. Множество основных или уточных волокон ткани содержат термопластичный материал, термопластичное покрытие или термопластичный компонент и в упомянутой первой части ткани основные и уточные волокна соединены или не соединены друг с другом сваркой.

Недостатком известных аналогов является структура ткани, которая затрудняет оптимально регулировать количество увлажняющей жидкости необходимой для отверждения сухой бетонной смеси, что отрицательно влияет на конечную прочность затвердевшего порошкового материала и технические характеристики полученного бетона.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению является гибкая ткань, которая способна к затвердеванию и становится жесткой или полужесткой и способ ее получения [7]. Гибкая ткань содержит первую сторону; вторую сторону, отделенную от первой стороны пространством; самонесущие соединительные волокна, проходящие между первой и второй сторонами, удерживающие первую и вторую стороны на расстоянии друг от друга, а также уплотненный порошковый материал в пространстве между первой и второй сторонами. Первая и вторая стороны по существу непроницаемы для порошкового материала, но по меньшей мере одна из них проницаема для жидкости, а количество и тип реагента в уплотненном порошковом материале и объем и уплотнение порошкового материала таковы, что $MV-OV=x \cdot LV$, где MV - максимальный объем пространства внутри ткани (на единицу площади ткани) и включает объем незаполненного пространства в ткани перед добавлением порошкового материала и дополнительный объем, получаемый от любого расширения пространства вследствие давления, возникающего при набухании порошкового материала в ходе добавления жидкости или в ходе затвердевания материала. Дополнительный объем может быть изменен путем регулирования количества и жесткости соединительных волокон, но обычно он составляет примерно до 15% от объема незаполненного пространства в ткани перед добавлением порошкового материала; OV - объем пространства внутри ткани, занимаемый частицами порошкового материала и не включает объем пустот в порошковом материале (в расчете на единицу площади ткани); LV - объем жидкости (в расчете на единицу площади ткани), который обеспечивает максимальный предел прочности при сжатии в возрасте 28 суток засыпки бетонной смеси после затвердевания; x - коэффициент, составляющий от 0,65 до 1,1. Коэффициент x может быть менее 1, например, такой как: $x=0,87-0,9$, в частности при использовании

конкретного цементного состава на основе высокоглиноземистого цемента (ВГЦ), а жидкость является водой. Ткань выполнена такой, что только заранее заданное количество жидкости может быть размещено внутри пространства, и это количество соответствует жидкости, требующейся для затвердевания реагента. Таким образом, невозможно при нормальном применении добавлять слишком много жидкости во внутреннюю область ткани.

Недостатком прототипа является сложность обеспечения близкого к стехиометрическому значению объема жидкости в бетонной смеси в процессе увлажнения, что приводит к снижению качества материала после затвердевания. Недостатком также является отсутствие оптимизации состава порошкового материала по дисперсности, сбалансированности по минералогическому и химическому составу компонентов смеси, что снижает физико-технические характеристики гибкой ткани.

Задачей изобретения является устранение указанных недостатков и улучшение технических параметров гибкой ткани.

Техническим результатом изобретения является уменьшение пористости, повышение прочности и снижение чувствительности затвердевшего порошкового материала к промерзанию/оттаиванию, а также к химической коррозии.

Технический результат достигается тем, что в матрице гибкого бетонного полотна, содержащей трехмерную гибкую ткань способную к затвердеванию и состоящую из двух слоев в виде отделенных холстов непроницаемых для порошкового материала, но по меньшей мере один из них, например, холст проницаем для жидкости, а другой, в частности холст снабжен с одной стороны герметизирующим водонепроницаемым покрытием, при этом краями холстов соединены между собой с помощью эластичных нитей и, по меньшей мере, частично закрывают пространство между указанными холстами, а также третьего слоя из самонесущих соединительных волокон, размещенных в пространстве и удерживающих холсты на расстоянии друг от друга с возможностью заполнения пространства с объемом MV , приходящимся на единицу площади гибкой ткани порошковым материалом на основе минеральных вяжущих веществ, способных к затвердеванию до монолитного состояния и жидкостью для его смачивания, согласно изобретению, холсты изготовлены из щелочестойкого материала ткани шириной, по меньшей мере, до 1,1 м и толщиной 7-12 мм, при этом ткань одного холста выполнена с плотностью плетения не менее 50×50 нитей и порами, коррелирующими с размером зерен порошкового материала, ткань другого холста имеет плотность плетения не более 40×40 нитей, а его герметизирующее водонепроницаемое покрытие характеризующееся прочностью на разрыв до 30 МПа; самонесущие соединительные волокна третьего слоя выполнены с возможностью упругого изменения длины при смачивании жидкостью порошкового материала, при этом ткань материала холстов и материал соединительных волокон характеризуется модулем упругости $E=1500-2800$ Н/мм² и выполнены с возможностью обжатия порошкового материала при твердении путем уменьшения на 5-12% объема MV пространства между холстами за счет изменения длины самонесущих соединительных волокон и усадки ткани холстов; порошковый материал на основе минеральных вяжущих веществ выполнен в виде сухой бетонной смеси с размером зерен не более 45 мкм и включает гидравлическое вяжущее специального помола, расширяющийся сульфаталюминатный модификатор, минеральные и химические добавки.

Гибкая ткань щелочестойкого материала холстов выполнена из эластичной синтетической ткани, например, таффета.

Герметизирующее водонепроницаемое покрытие представляет собой пленку из полимерного материала, например, ПВХ.

Материал самонесущих соединительных волокон третьего слоя выполнен, например, из полиамидных волокон.

Сухая бетонная смесь порошкового материала в качестве минерального вяжущего вещества специального помола содержит, например, напрягающий цемент марки НЦ-1 или НЦ-2 по СТБ1335-2002 с добавкой расширяющегося сульфаталюминатного модификатора в количестве 10-15% от общей массы бетонной смеси или, например, глиноземистый цемент марки ГЦ-40 с удельной поверхностью от 280 до 430 м²/г.

Расширяющийся сульфаталюминатный модификатор включает оксид алюминия (Al_2O_3) 6,0-12,0% и ангидрид серной кислоты (SO_3) 20,0-30,0% с содержанием хлор-ионов, не более 0,1% и характеризуется тонкостью помола, соответствующей удельной поверхности 320-550 м²/кг.

Сухая бетонная смесь порошкового материала выполнена с плотностью 1500-1800 кг/м³, а в качестве минеральных добавок включает, например, активные добавки из ряда диатомитов, трепелов, опок или вулканических пеплов, пемзы, туфа, или трассов, глиежей, или обожженных глин, топливных шлаков и зол.

Сухая бетонная смесь порошкового материала в качестве химических добавок включает, например, антикоррозионные добавки для предотвращения коррозии 1-го, 2-го вида отвердевшего монолитного бетона.

Минеральное вяжущее сухой бетонной смеси порошкового материала характеризуется началом схватывания не ранее 30 мин и концом схватывания - не более 12 ч.

Технический результат достигается также тем, в способе изготовления матрицы гибкого бетонного полотна включающим подготовку трехмерной гибкой ткани, которую выполняют из двух слоев в виде отделенных холстов ткани непроницаемой с одной стороны для порошкового материала, один из которых выполняют проницаемым для жидкости, а другой холст снабжают с одной стороны герметизирующим водонепроницаемым покрытием, края холстов соединяют между собой с помощью эластичных нитей и, по меньшей мере, частично закрывают пространство между указанными холстами, а третий слой выполняют из самонесущих соединительных волокон, которые размещают в пространстве для удержания тканевые холсты на расстоянии друг от друга; производят введение в пространство гибкой ткани порошкового материала с минеральным вяжущим веществом, например, гидравлическим вяжущим способным к затвердеванию до монолитного состояния при добавлении жидкости для смачивания, посредством вибрационного уплотнения и/или с помощью, например, щетки через поры с одной стороны холста, затем закрывают поры, например, с помощью частичной или полной их герметизации нанесением на эту же сторону герметизирующего водонепроницаемого покрытия; производят отверждение гибкой ткани добавлением жидкости или погружением ее в жидкость для затвердевания порошкового материала, согласно изобретению, холсты и самонесущие соединительные волокна слоя изготавливают из щелочестойкого материала с возможностью обеспечения усадки и изменения длины соответственно при увлажнении и высушивании, а сухую бетонную смесь порошкового материала приготавливают с размером зерен не более 45 мкм, при этом в нее вводят гидравлическое вяжущее специального помола, расширяющийся сульфоалюминатный модификатор, минеральные и химические добавки, а отверждение бетонной смеси осуществляют с одновременным прессованием с удалением избыточной жидкости динамическим обжатием увлажненного порошкового материала до начала схватывания гидравлического вяжущего путем уменьшения на 5-12% объема MV пространства между холстами изменением длины самонесущих соединительных волокон и усадки ткани холстов под воздействием смачивающей жидкости с последующим высушиванием при твердении бетонной смеси.

Размещение в пространстве порошкового материала производят в процессе плоскопараллельного перемещения трехмерной гибкой ткани матрицы, а вибрационное уплотнение сухой бетонной смеси осуществляют с частотой 50-60 гц и амплитудой колебания 1- 2 мм с одновременным ее прикатыванием между холстами до заданной плотности.

Прикатывание с уплотнением сухой бетонной смеси между холстами производят до достижения плотности 1500-1800 кг/м³.

Сущность изобретения поясняется чертежами на фиг. 1-4.

На фиг. 1 представлена принципиальная схема установки для изготовления матрицы гибкого бетонного полотна.

На фиг. 2 - фрагмент поперечного сечения матрицы гибкого бетонного полотна с сухим порошковым материалом.

На фиг. 3 и 4 - вид поперечного сечения матрицы гибкого бетонного полотна в начальной фазе до прессования и ее вид в конечной фазе после прессования с удалением избыточной жидкости путем обжатия бетонной смеси из увлажненного порошкового материала.

Матрица 1 гибкого бетонного полотна содержит трехмерную гибкую ткань из двух слоев в виде отделенных холстов 2 и 3 из щелочестойкого материала шириной до 1,1 м и толщиной 7-12 мм непроницаемых для порошкового материала 4, где холст 2 проницаем для жидкости имеет плотность плетения не менее 50×50 нитей и поры коррелирующими с размером зерен порошкового материала 4, а другой - холст 3 имеет плотность плетения не более 40×40 нитей и с одной стороны содержит герметизирующее водонепроницаемое покрытие 5 с прочностью на разрыв до 30 МПа; края 6 холстов 2 и 3 соединены эластичными нитями 7, которые частично закрывают пространство 8 между холстами 2 и 3; третий слой 9 из самонесущих соединительных волокон 10, размещен в пространстве 8 для удержания холстов 2 и 3 на расстоянии друг от друга упругого и характеризуются изменением длины при смачивании жидкостью; ткань материала холстов 2 и 3 и материал соединительных волокон 10 имеют модулем упругости $E=1500-2800 \text{ Н/мм}^2$ и обеспечивают обжатие порошкового материала 4 при твердении с уменьшением на 5-12% объема MV пространства 8 между холстами 2 и 3 за счет изменении длины самонесущих соединительных волокон 10 и усадки ткани холстов 2 и 3; порошковый материал 4 в виде сухой бетонной смеси выполнен из минерального гидравлического вяжущего специального помола с размером зерен не более 45 мкм и включает также расширяющийся сульфоалюминатный модификатор, минеральные и химические добавки; установка 11 (см. фиг. 1) для изготовления матрицы 1 гибкого бетонного полотна включает размотчик 21 рулонов 12 с заготовками трехмерной гибкой ткани, бункер 13 с дозатором для порошкового материала 4 с прокаточным валком 14, вибростол 15, опорный стол 16 для поддержания трехмерной гибкой ткани, устройство распыления 17 жидкого полимерного материала для формирования пленки герметизирующего водонепроницаемого покрытия 5 на внешней поверхности холста 3, сушильное устройство 18 для сушки водонепроницаемого покрытия 5, механизм протяжки 19, намотчик 20 в рулон 23 с готовой матрицы 1 гибкого бетонного полотна.

Реализация изобретения

В соответствии с разработанным способом предварительно подготавливают трехмерную гибкую ткань для матрицы 1 гибкого бетонного полотна. Для этого отдельные холсты 2 и 3 изготавливают из щелочестойкого материала шириной до 1,1 м и толщиной 7-12 мм из эластичной синтетической ткани, например, таффета. Далее холсты 2 и 3 соединяют друг с другом эластичными нитями 7 с образованием между ними пространства 8, при этом эластичные нити 7 частично закрывают пространство 8. Ткань холста 2 выполняют с плотностью плетения не менее 50×50 нитей и порами, коррелирующими с размером зерен порошкового материала 4, а ткань другого холста 3 выполняют с плотностью плетения не более 40×40 нитей. Материал самонесущих соединительных волокон 10 третьего слоя 9 выполняют, например, из полиамидных волокон, при этом ткань материала холстов 2, 3 и материал соединительных волокон 10 выбирают с модулем упругости $E=1500-2800$ Н/мм². Полученную ткань с трехмерной структурой из холстов 2 и 3, соединенных эластичными нитями 7 скатывают в рулон 12, который устанавливают на размотчике 21 установки 11 для изготовления матрицы 1 гибкого бетонного полотна, а свободный конец ткани протягивают по опорному столу 16, заправляют в механизм протяжки 19 и закрепляют в намотчике 20.

Сухую бетонную смесь порошкового материала 4 готовят на основе минеральных вяжущих веществ с размером зерен не более 45 мкм, в которую включают гидравлическое вяжущее специального помола, характеризующееся началом схватывания не ранее 30 мин и концом схватывания - не более 12 ч, расширяющийся сульфаломинатный модификатор, минеральные и химические добавки. В качестве минерального вяжущего вещества порошковый материал 4 может содержать, например, напрягающий цемент марки НЦ-1 или НЦ-2 по СТБ1335-2002 с добавкой расширяющегося сульфаломинатного модификатора в количестве 10-15% от общей массы бетонной смеси или, например, глиноземистый цемент марки ГЦ-40 с удельной поверхностью от 280 до 430 м²/г. Расширяющийся сульфаломинатный модификатор включает оксид алюминия (Al₂O₃) 6,0-12,0% и ангидрид серной кислоты (SO₃) 20,0-30,0% с содержанием хлор-ионов, не более 0,1% и характеризуется тонкостью помола, соответствующей удельной поверхности 320-550 м²/кг. Минеральные добавки в порошковом материале 4 могут включать, например, активные добавки из ряда диатомитов, трепелов, опок или вулканических пеплов, пемзы, туфа, или трассов, глиежей, или обожженных глин, топливных шлаков и зол. В качестве химических добавок порошковый материал 4 включает антикоррозионные добавки для предотвращения коррозии 1-го, 2-го, или 3-го вида, в зависимости от условий эксплуатации матрицы гибкого бетонного полотна. Например, при коррозии 1-го вида вводят пуццолановые добавки для предотвращения вымывания Са(ОН)₂. Коррозия 2-го вида носит кислотный характер и для защиты в качестве вяжущего в порошковом материале 4 используют кислотостойкие цементы, либо уже готовый бетон предохраняют на объекте нанесением на него полимерных покрытий. При коррозии 3-го вида имеет место углекислотное разрушение бетона и для защиты матрицы гибкого бетонного полотна на объекте применяют засыпки из карбонатных пород, которые смягчают агрессивность воды при ее фильтрации через тело бетонного полотна. С учетом предполагаемого вида химической коррозии готовят сухую бетонную смесь порошкового материала 4, затем ее загружают его в бункер 13 с дозатором установки 11 для изготовления матрицы гибкого бетонного полотна.

Далее, включают механизм протяжки 19 ткани установки 11 и посредством вибрационного уплотнения (см. фиг. 1) и/или с помощью, например, щетки, либо пневматического устройства - воздуходувочной машины (на чертеже не показано) через поры с верхней стороны холста 3 производят введение в пространство 8 порошкового материала 4 при одновременном плоскопараллельном перемещении матрицы 1 из трехмерной гибкой ткани по опорному столу 16. Вибрационное уплотнение слоя порошкового материала 4 из бетонной смеси в пространстве 8 осуществляют на вибростоле 15 с частотой 50-60 гц и амплитудой колебания 1-2 мм, при этом бетонную смесь прикатывают прокаточным валком 14 с одновременным возвратно-поступательным движением до достижения заданной плотности 1500-1800 кг/м³. В процессе плоскопараллельного перемещения по опорному столу 16 трехмерной гибкой ткани производят закрытие пор на внешней поверхности холста 3, для чего устройством распыления 17 наносят пленку из жидкого полимерного материала, например, ПВХ или другого подходящего аналога, которую далее сушат с помощью сушильного устройства 18. В результате формируют частичное или полное герметизирующее водонепроницаемое покрытие 5 на внешней поверхности холста 3, характеризующееся прочностью на разрыв до 30 МПа. Полученную таким образом матрицу 1 гибкого бетонного полотна в виде трехмерной гибкой ткани с заполненным сухим порошком 4 пространством 8 скручивают намотчиком 20 в рулон 23 готовый к использованию.

В соответствии со способом на объекте (на чертеже не показано) рулон 23 с матрицей 1 с гибкого бетонного полотна раскатывают и производят отверждение добавлением жидкости в пространстве 8 гибкой ткани с сухим порошком 4, в частности воды, или погружением ее в жидкость для обеспечения затвердевания бетонной смеси с гидравлическим вяжущим. Фрагмент исходного состояния матрицы 1 гибкого бетонного полотна до момента увлажнения показан на фиг. 3. После увлажнения сухого порошка 4 начинается процесс отверждения бетонной смеси с одновременным прессованием и удалением избыточной жидкости путем динамического обжатия увлажненного порошкового материала 4 до начала схваты-

вания гидравлического вяжущего, как показано на фиг. 4. Динамическое обжатие реализуют уменьшением на 5-12% объема MV пространства 8 между холстами 2 и 3 за счет управления изменением длины самонесущих соединительных волокон 10 и усадки ткани холстов 2, 3 под воздействием смачивающей жидкости с последующим высушиванием при твердении бетонной смеси. Процесс прессования сопровождается удалением избыточной жидкости - воды 24 (см. фиг. 4) через незакрытые поры проницаемого для жидкости холста 2, что достигается в результате сбалансированного подбора структуры материала ткани холстов 2 и 3, материала соединительных волокон 10 с модулем упругости $E=1500-2800$ Н/мм², герметизирующего водонепроницаемого покрытия 5 с прочностью на разрыв до 30 МПа, дисперсности состава порошкового материала 4 с сухой бетонной смесью и режимом удаления избыточной влаги, который связан, как показано выше, с кинетикой твердения гидравлического вяжущего, а именно: динамическое обжатие увлажненного порошкового материала производят в период времени до начала схватывания (например, 30 мин) в соответствии с конкретными параметрами используемого гидравлического вяжущего в порошковом материале 4. В процессе обжатия увлажненной бетонной смеси, в следствии удаления избыточной влаги, в матрице 1 гибкого бетонного полотна формируется структура из мелкопористого бетонного камня 25 (см. фиг. 4) характеризующаяся повышенной прочностью, низкой водопроницаемостью и высокой морозостойкостью. В таблице ниже приведены некоторые технические характеристики материала матрицы 1 гибкого бетонного полотна.

Параметры	Единица измерения	Показатели
Прочность при сжатии	МПа	65,0 – 85,0
Пористость интегральная, не более, в т.ч. поры $(1,8 - 2,5)10^{-9}$ м	%	15,0
	%	75
Водопоглощение объемное, W_o , не более	%	7
Коэффициент водостойкости	%	97
Морозостойкость, F	Циклы, замораживание/оттаивание	380 - 470

Матрица 1 гибкого бетонного полотна, полученная по новой технологии, удовлетворяет требованиям к материалам для устройства дорог, разработанным БелДорНИИ: ТКП 068-2018 "Автомобильные дороги. Классификация и состав работ по реконструкции и капитальному ремонту" и ТКП 069-2018 "Автомобильные дороги. Классификация и состав работ по текущему ремонту и содержанию", и может применяться при выполнении следующих работ:

возведение, реконструкция, капитальный и текущий ремонт элементов системы поверхностного водоотвода автомобильных дорог: кюветов, канав, лотков, быстротоков;

обеспечение устойчивости земляного полотна в дорожно-транспортном строительстве: укрепление обочин, откосов;

устройство и ремонт укрепительных полос по краям покрытий и обочин автомобильных дорог;

восстановление участков дорожных откосов, размывших и разрушенных ввиду пучинообразования и оползней;

устройство берм под дорожные знаки;

ремонт тела и укрепление конусов мостовых сооружений;

устройство подпорных стен;

устройство противофильтрационных экранов и понуров гидротехнических сооружений.

Как видно из приведенных выше технических параметров матрица 1 гибкого бетонного полотна характеризуется повышенной конечной прочностью, а структура бетонного камня имеет низкую пористость с преимущественно мелкими порами за счет динамического обжатия влажного порошкового материала до начала схватывания гидравлического вяжущего, что снижает чувствительность затвердевшего порошкового материала к химической коррозии, промерзанию/оттаиванию, чем обеспечивается достижение заявленного технического результата.

Источники информации.

1. "Бетонное полотно Concrete Canvas: Революция в строительстве". Журнал "Территория нефтегаз", № 6 июнь 2017.

2. Бетон в рулонах/Журнал "Промышленные страницы Сибири" (№99 май 2015 год)/Единый промышленный портал Сибири (epps.ru), дата доступа 22.11.2021.

3. GB № 2455008 A, 03.06.2009

4. EP № 3544800 (A1), 02.10.2019.

5. RU № 2513383 C2, 20.04.2014.

6. RU № 2274686 C2, 20.04.2006.

7. RU № 2647098 C2, 13.03.2018 (прототип).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Матрица (1) гибкого бетонного полотна, содержащая трехмерную гибкую ткань, способную к затвердеванию и состоящую из двух слоев в виде отделенных холстов (2, 3) непроницаемых для порошкового материала (4), но по меньшей мере один из них, например, холст (2) проницаем для жидкости, а другой, в частности холст (3) снабжен с одной стороны герметизирующим водонепроницаемым покрытием (5), при этом краями (6) холстов (2, 3) соединены между собой с помощью эластичных нитей (7) и по меньшей мере частично закрывают пространство (8) между указанными холстами, а также третьего слоя (9) из самонесущих соединительных волокон (10), размещенных в пространстве (8) и удерживающих холсты (2, 3) на расстоянии друг от друга с возможностью заполнения пространства (8) с объемом MV , приходящимся на единицу площади гибкой ткани (1) порошковым материалом (4) на основе минеральных вяжущих веществ, способных к затвердеванию до монолитного состояния и жидкостью для его смачивания, отличающаяся тем, что холсты (2, 3) выполнены из щелочестойкого материала ткани шириной по меньшей мере до 1,1 м и толщиной 7-12 мм, при этом ткань одного холста (2) выполнена с плотностью плетения не менее 50×50 нитей и порами, коррелирующими с размером зерен порошкового материала (4), ткань другого холста (3) имеет плотность плетения не более 40×40 нитей, а его герметизирующее водонепроницаемое покрытие (5), характеризующееся прочностью на разрыв до 30 МПа; самонесущие соединительные волокна (10) третьего слоя (9) выполнены с возможностью упругого изменения длины при смачивании жидкостью порошкового материала (4), при этом ткань материала холстов (2, 3) и материал соединительных волокон (10) характеризуется модулем упругости $E=1500-2800$ Н/мм² и выполнены с возможностью обжата порошкового материала (4) при твердении путем уменьшения на 5-12% объема MV пространства (8) между холстами (2, 3) за счет изменения длины самонесущих соединительных волокон (10) и усадки ткани холстов (2, 3); порошковый материал (4) на основе минеральных вяжущих веществ выполнен в виде сухой бетонной смеси с размером зерен не более 45 мкм и включает гидравлическое вяжущее специального помола, расширяющийся сульфоалюминатный модификатор, минеральные и химические добавки.

2. Матрица по п.1, отличающаяся тем, что гибкая ткань щелочестойкого материала холстов (2, 3) выполнена из эластичной синтетической ткани, например, таффега.

3. Матрица по п.1, отличающаяся тем, что герметизирующее водонепроницаемое покрытие (5) представляет собой пленку из полимерного материала, например, ПВХ.

4. Матрица по п.1, отличающаяся тем, что материал самонесущих соединительных волокон (10) третьего слоя (9) выполнен, например, из полиамидных волокон.

5. Матрица по п.1, отличающаяся тем, что сухая бетонная смесь порошкового материала (4) в качестве минерального вяжущего вещества специального помола содержит, например, напрягающий цемент марки НЦ-1 или НЦ-2 по СТБ1335-2002 с добавкой расширяющегося сульфоалюминатного модификатора в количестве 10-15% от общей массы бетонной смеси или, например, глиноземистый цемент марки ГЦ-40 с удельной поверхностью от 280 до 430 м²/г.

6. Матрица по любому из пп.1 и 5, отличающаяся тем, что расширяющийся сульфоалюминатный модификатор включает оксид алюминия (Al_2O_3) 6,0-12,0% и ангидрид серной кислоты (SO_3) 20,0-30,0% с содержанием хлор-ионов, не более 0,1% и характеризуется тонкостью помола, соответствующей удельной поверхности 320-550 м²/кг.

7. Матрица по п.1, отличающаяся тем, что сухая бетонная смесь порошкового материала (4) выполнена с плотностью 1500-1800 кг/м³, а в качестве минеральных добавок включает, например, активные добавки из ряда диатомитов, трепелов, опок или вулканических пеплов, пемзы, туфа, или трассов, глиежей или обожженных глин, топливных шлаков и зол.

8. Матрица по п.1, отличающаяся тем, что сухая бетонная смесь порошкового материала (4) в качестве химических добавок включает, например, антикоррозионные добавки для предотвращения коррозии 1-го, 2-го вида отвердевшего монолитного бетона.

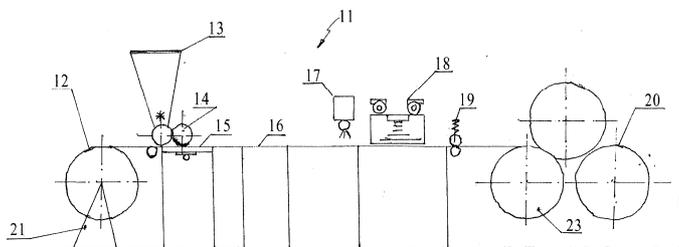
9. Матрица по любому из пп.1 и 5, отличающаяся тем, что минеральное вяжущее сухой бетонной смеси порошкового материала (4) характеризуется началом схватывания не ранее 30 мин и концом схватывания - не более 12 ч.

10. Способ изготовления матрицы (1) гибкого бетонного полотна по п.1, включающий подготовку трехмерной гибкой ткани, которую выполняют из двух слоев в виде отделенных холстов (2, 3) ткани непроницаемой с одной стороны для порошкового материала (4) один из которых, например, холст (2) выполняют проницаемым для жидкости, а другой, в частности холст (3) снабжают с одной стороны герметизирующим водонепроницаемым покрытием (5), края (6) холстов (2, 3) соединяют между собой с помощью эластичных нитей (7) и по меньшей мере частично закрывают пространство (8) между указанными холстами, а третий слой (9) выполняют из самонесущих соединительных волокон (10), которые размещают в пространстве (8) для удержания тканевые холсты (2, 3) на расстоянии друг от друга; производят введение в пространство (8) гибкой ткани (1) порошкового материала (4) с минеральным вяжущим веществом, например, гидравлическим вяжущим, способным к затвердеванию до монолитного состояния

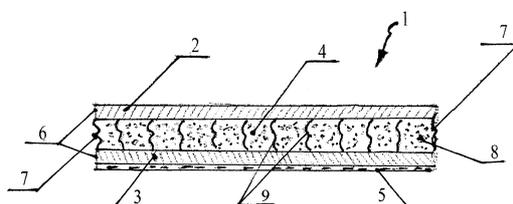
при добавлении жидкости для смачивания, посредством вибрационного уплотнения и/или с помощью, например, щетки через поры с одной стороны холста (3) и закрывают затем поры, например, с помощью частичной или полной их герметизации нанесением на эту же сторону герметизирующего водонепроницаемого покрытия (5); производят отверждение гибкой ткани (1) добавлением жидкости или погружением ее в жидкость для затвердевания порошкового материала (4), отличающийся тем, что холсты (2, 3) и самонесущие соединительные волокна (10) слоя (9) выполняют из щелочестойкого материала с возможностью обеспечения усадки и изменения длины соответственно при увлажнении и высушивании, а сухую бетонную смесь порошкового материала (4) приготавливают с размером зерен не более 45 мкм, при этом в нее вводят гидравлическое вяжущее специального помола, расширяющийся сульфоалюминатный модификатор, минеральные и химические добавки, а отверждение бетонной смеси осуществляют с одновременным прессованием с удалением избыточной жидкости динамическим обжатием увлажненного порошкового материала (4) до начала схватывания гидравлического вяжущего путем уменьшения на 5-12% объема MV пространства (8) между холстами (2, 3) изменением длины самонесущих соединительных волокон (10) и усадки ткани холстов (2, 3) под воздействием смачивающей жидкости с последующим высушиванием при твердении бетонной смеси.

11. Способ по п.10, отличающийся тем, что размещение в пространстве (8) порошкового материала (4) производят в процессе плоскопараллельного перемещения трехмерной гибкой ткани матрицы (1), а вибрационное уплотнение сухой бетонной смеси осуществляют с частотой 50-60 гц и амплитудой колебания 1-2 мм с одновременным ее прикатыванием между холстами (2, 3).

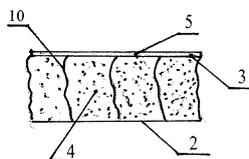
12. Способ по любому из пп.10 и 11, отличающийся тем, что прикатывание с уплотнением сухой бетонной смеси между холстами (2, 3) производят до достижения плотности 1500-1800 кг/м³.



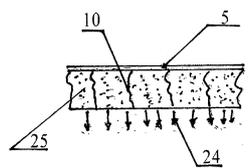
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

