

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202292866** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки
2023.09.25

(51) Int. Cl. *C04B 28/04* (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2021.04.25

(54) **СПОСОБ ДВОЙНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ПРОСАЧИВАНИЯ, ОСНОВАННЫЙ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ НА УГОЛЬНОЙ ОСНОВЕ**

(31) 202110119446.6

(72) Изобретатель:

(32) 2021.01.28

Сун Хуэйпин, Ян Фэнлин, Чэн
Фанцинь (CN)

(33) CN

(86) PCT/CN2021/089541

(74) Представитель:

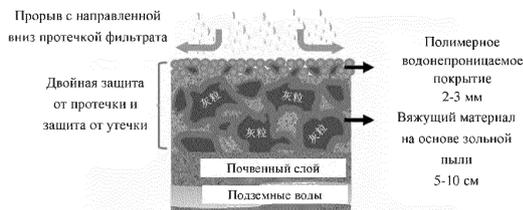
(87) WO 2022/160485 2022.08.04

Кузнецова С.А. (RU)

(71) Заявитель:

ШАНЬСИ ЮНИВЕРСИТИ (CN)

(57) Раскрыт способ двойной защиты от просачивания для заполнения открытых шахтных карьеров, оврагов и т.п. с использованием твердых отходов на угольной основе. В синергетической реакции между зольной пылью в вяжущем материале на основе зольной пыли и другими компонентами небольшое количество вредных веществ, таких как тяжелые металлы, Hg, As, S и т.д. в зольной пыли фиксируют со стабилизацией путем "вовлечения в связывание, отверждение и уплотнение", а внутренняя структура вяжущего материала является уплотненной и непроницаемой, таким образом формируется слой твердой защитной оболочки для дна карьера; в полимерном водонепроницаемом покрытии на поверхности вяжущего материала добавочное количество зольной пыли составляет 60-90% порошка, и полимерное водонепроницаемое покрытие представляет собой гибкую защитную пленку; и в соответствии с химическим принципом коллоидной поверхности Ca^{2+} высвобождается во время реакции гидратации вяжущего вещества, и гидролизованная эмульсия в качестве мостиков реагирует с поверхностными группами зольной пыли под действием Ca^{2+} с генерированием органическо-неорганического вяжущего продукта с $[R-COO-]Ca^{2+}[-Si-O-]$ в качестве элементарной структуры, таким образом формируется однородное и плотное водонепроницаемое покрытие с совместимой поверхностью, таким образом небольшая трещинка вяжущего материала нижнего слоя устраняется, коэффициент проницаемости мал, а инфильтрация фильтрата предотвращена.



A1

202292866

202292866

A1

СПОСОБ ДВОЙНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ПРОСАЧИВАНИЯ, ОСНОВАННЫЙ НА ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ НА УГОЛЬНОЙ ОСНОВЕ

Область техники

Настоящее изобретение относится к технической области восстановления окружающей среды и управления шахтами, и в частности относится к способу двойной защиты от просачивания для заполнения открытых карьеров, оврагов и т. п. с использованием твердых отходов на угольной основе.

Предпосылки изобретения

В настоящее время угольная пустая порода, шлак и высевки, и другие шахтные отходы, а также строительные отходы и т. п. обычно используются как наполнители для обратной засыпки природных оврагов, шахтных карьеров или подобного. Однако угольная пустая порода содержит остаточные количества тяжелых металлов, таких как Cd, Pb, Ni, Zn, Cr и Cu, и разные шахтный шлак и высевки могут также содержать разные тяжелые металлы. Вследствие долговременного вымывания дождевыми стоками тяжелые металлы могут переноситься и накапливаться, и таким образом загрязнять подземные воды и окружающие земли.

Для некоторых зарубежных шахт дно карьеров и оврагов выравнивают перед заполнением отходами и шлаком и предварительно выкладывают геомембранами, чтобы предотвращать проникновение промывной воды. Однако геомембраны обладают более высокой стоимостью и ограниченной механической прочностью и могут легко разламываться большими кусками шлака при последующей обратной засыпке, поэтому могут образовываться точки проникновения; более того, геомембраны склонны к старению и разрушению, в результате чего загрязняющие вещества могут рассеиваться в подземную окружающую среду.

Поэтому имеется острая необходимость разработки способа защиты от просачивания, который является эффективным и недорогим, чтобы обеспечивать надежную техническую основу для безопасной обратной засыпки отходов и шлака в открытые

карьеры или овраги.

Сущность изобретения

С целью преодоления недостатков существующей технологии защиты от просачивания настоящее изобретение предусматривает способ двойной защиты от просачивания, основанный на использовании материалов твердых отходов.

Для решения указанной выше технической задачи в настоящем изобретении применяется следующее техническое решение:

способ двойной защиты от просачивания, основанный на использовании твердых отходов на угольной основе, включающий: выравнивание карьера или оврага и выкладывание и уплотнение вяжущего материала на основе зольной пыли; и напыление слоя полимерного водонепроницаемого покрытия на поверхность вяжущего материала на основе зольной пыли после его отверждения с формированием таким образом структуры с двойной защитой от просачивания после полного отверждения.

Кроме того, вяжущий материал на основе зольной пыли имеет толщину 5–10 см.

Кроме того, вяжущий материал на основе зольной пыли готовят путем смешивания зольной пыли, сверхмелкой зольной пыли, вяжущего вещества и воды; при этом отношение масс зольной пыли и сверхмелкой зольной пыли, а также вяжущего вещества составляет (6–8):(1–2):1, а отношение воды к вяжущему веществу составляет (2–3):10.

Кроме того, зольная пыль представляет собой зольную пыль пылеугольных топок или зольную пыль котлов с циркулирующим псевдооживленным слоем, при этом сверхмелкая зольная пыль представляет собой зольную пыль после сверхмелкого измельчения с размером частиц 5–10 мкм, и вяжущее вещество представляет собой обыкновенный силикат или силикатный шлак.

Кроме того, полимерное водонепроницаемое покрытие имеет толщину 2–3 мм.

Кроме того, полимерное водонепроницаемое покрытие представляет собой органическо-неорганическое композитное покрытие, изготовленное посредством смешивания зольной пыли, вяжущего вещества и эмульсии, при этом зольная пыль

характеризуется количеством при смешивании 60–90% порошковых наполнителей, и отношение эмульсии к порошковым наполнителям составляет 0,1–0,3.

Кроме того, эмульсия представляет собой стирол-акриловую эмульсию и/или акриловую эмульсию.

Кроме того, конкретный способ приготовления полимерного водонепроницаемого покрытия включает: смешивание зольной пыли с вяжущим веществом для получения порошкового материала, перемешивание эмульсии с водой с низкой скоростью, добавление порошкового материала и взбалтывание в течение 15 минут с постоянной скоростью с получением таким образом полимерного водонепроницаемого покрытия.

В сравнении с известным уровнем техники настоящее изобретение обладает следующими выгодными техническими эффектами.

В настоящем изобретении предоставлен способ двойной защиты от просачивания, основанный на использовании твердых отходов на угольной основе, в котором зольная пыль, используемая в вяжущем материале на основе зольной пыли, составляет приблизительно 90%, небольшое количество тяжелых металлов, Hg, As, S и других вредных веществ в зольной пыли стабилизируют и фиксируют в форме «вовлеченных в связывание, отвержденных и хранимых» в синергетических реакциях с другими компонентами, а внутренняя структура вяжущего материала является плотной и непроницаемой, тем самым обеспечивая слой твердой защитной оболочки для дна карьера; в полимерном водонепроницаемом покрытии, которое представляет собой гибкий защитный материал, на поверхности вяжущего материала добавочное количество зольной пыли составляет 60–90% порошковых материалов, и Ca^{2+} высвобождается во время реакции гидратации вяжущего вещества в соответствии с химическим принципом коллоидной поверхности, гидролизованная эмульсия с Ca^{2+} в качестве мостиков реагирует с поверхностными группами зольной пыли и генерирует органическо-неорганические гелевые продукты с $[\text{R-COO}^-]\text{Ca}^{2+}[\text{-Si-O}^-]$ в качестве элементарной структуры с формированием совместимого между поверхностями водонепроницаемого слоя, который является однородным и уплотненным, тем самым устраняя небольшие трещинки нижележащего вяжущего материала. Двойная непроницаемая структура наподобие этой имеет малый коэффициент проницаемости и может эффективно предотвращать проникновение фильтрата. Материалы твердых

отходов настоящего изобретения из котлов с циркулирующим псевдоожиженным слоем имеют несколько более высокое содержание свободного оксида кальция, который будет расширяться до некоторой степени. После заполнения карьера или оврага согласно настоящему изобретению наполнитель будет ограничивать расширение вяжущего материала, так что вяжущий материал имеет более уплотненную структуру и лучший эффект защиты от просачивания. В способе двойной защиты от просачивания согласно настоящему изобретению в качестве основного сырья используют твердые отходы, подвергают отходы переработкам отходов и превращают отходы в ценность; эффект защиты от просачивания является настолько же хорошим, как в способе укладывания пленки, тогда как устойчивость к атмосферным воздействиям и сопротивление старению являются лучшими, и комплексные затраты на утилизацию отходов сокращаются на приблизительно 15–30%.

Описание графических материалов

Фиг. 1 представляет собой схему структуры с двойной защитой от просачивания;

фиг. 2 представляет собой SEM-изображение внутренней структуры покрытия в варианте осуществления 3;

фиг. 3 представляет собой изображение поверхности образца в варианте осуществления 3 после испытания в течение 30 минут с использованием устройства для испытания на водонепроницаемость;

фиг. 4 представляет собой SEM-изображение внутренней структуры покрытия в варианте осуществления 3;

фиг. 5 представляет собой изображение поверхности образца в 4 варианте осуществления после испытания в течение 30 минут с использованием устройства для испытания на водонепроницаемость.

Варианты осуществления

Технические решения в вариантах осуществления настоящего изобретения будут ясно и полностью описаны ниже. Очевидно, что варианты осуществления, описанные здесь, представляют собой не все, а лишь часть вариантов осуществления настоящего изобретения. На основании этих вариантов осуществления настоящего изобретения

любой другой вариант осуществления, который получен специалистами в данной области техники без приложения творческих усилий, попадает в объем защиты настоящего изобретения.

Способ двойной защиты от просачивания, основанный на использовании твердых отходов на угольной основе, включает: выравнивание карьера или оврага и выкладывание и уплотнение вяжущего материала на основе зольной пыли; и напыление слоя полимерного водонепроницаемого покрытия на поверхность вяжущего материала на основе зольной пыли после его отверждения с формированием таким образом структуры с двойной защитой от просачивания после полного отверждения. Структура с двойной защитой от просачивания показана на фиг. 1.

В этом варианте осуществления вяжущий материал на основе зольной пыли имеет толщину 5–10 см. Вяжущий материал на основе зольной пыли готовят путем смешивания зольной пыли, сверхмелкой зольной пыли, вяжущего вещества и воды; при этом отношение масс зольной пыли и сверхмелкой зольной пыли, а также вяжущего вещества составляет (6–8):(1–2):1, а отношение воды к вяжущему веществу составляет (2–3):10. Зольная пыль представляет собой зольную пыль пылеугольной топки или зольную пыль котла с циркулирующим псевдооживленным слоем, при этом сверхмелкая зольная пыль представляет собой зольную пыль после сверхмелкого измельчения с размером частиц 5–10 мкм, и вяжущее вещество представляет собой обыкновенный силикат или силикатный шлак.

В этом варианте осуществления полимерное водонепроницаемое покрытие имеет толщину 2–3 мм. Полимерное водонепроницаемое покрытие представляет собой органическо-неорганическое композитное покрытие, изготовленное посредством смешивания зольной пыли, вяжущего вещества и эмульсии; зольная пыль характеризуется количеством при смешивании 60–90% порошковых наполнителей; и отношение эмульсии к порошковым наполнителям составляет 0,1–0,3. Эмульсия представляет собой стирол-акриловую эмульсию и/или акриловую эмульсию. Конкретный способ приготовления полимерного водонепроницаемого покрытия включает: смешивание зольной пыли с вяжущим веществом для получения порошкового материала, перемешивание эмульсии с водой с низкой скоростью, добавление порошкового материала и взбалтывание в течение 15 минут с постоянной скоростью с получением таким образом полимерного водонепроницаемого покрытия.

Вариант осуществления 1

Вязущий материал на основе зольной пыли

Смешивали 70 кг зольной пыли котлов с циркулирующим псевдооживленным слоем, 20 кг зольной пыли котлов с циркулирующим псевдооживленным слоем с размером частиц 5–10 мкм и 10 кг вязущего вещества в виде силикатного шлака марки 32.5, затем добавляли 22 кг воды и взбалтывали до однородности, в результате чего получали вязущий материал на основе зольной пыли. После отверждения устройством для испытания механической прочности было измерено, что предел прочности при сжатии для одного дня составлял 3,8 МПа, предел прочности при сжатии для трех дней составлял 8,5 МПа, и предел прочности при сжатии для семи дней составлял 21,6 МПа.

Вариант осуществления 2

Вязущий материал на основе зольной пыли

Смешивали 80 кг зольной пыли котлов с циркулирующим псевдооживленным слоем, 10 кг зольной пыли котлов с циркулирующим псевдооживленным слоем с размером частиц 5–10 мкм и 10 кг вязущего вещества в виде обычного силиката марки 32.5, затем добавляли 25 кг воды и взбалтывали до однородности, в результате чего получали вязущий материал на основе зольной пыли. После отверждения устройством для испытания механической прочности было измерено, что предел прочности при сжатии для одного дня составлял 3,4 МПа, предел прочности при сжатии для трех дней составлял 8,3 МПа, и предел прочности при сжатии для семи дней составлял 20,3 МПа.

Вариант осуществления 3

Полимерное водонепроницаемое покрытие

60 кг зольной пыли котлов с циркулирующим псевдооживленным слоем с размером частиц 5–10 мкм смешивали с 40 кг вязущего вещества в виде силикатного шлака марки 32.5, в результате чего получили порошок материал; 30 кг стирол-акриловой эмульсии типа S400F и 40 кг воды взбалтывали с низкой скоростью в течение 2 минут, а затем добавляли порошок материал, смешанный заранее, и взбалтывание продолжали с постоянной скоростью вращения 600 об/мин в течение 15 минут, таким образом получая полимерное водонепроницаемое покрытие. Полимерное

водонепроницаемое покрытие выливали в круглую форму $\phi 200$ для получения образцов и естественной выдержки в течение 7 дней, тем самым получая образец толщиной 2,8 мм. Участок покрытия, как показано на фиг. 2, не имеет отверстий внутри и имеет компактную и прочную структуру. После испытания в течение 30 минут с использованием устройства для испытания на водонепроницаемость было установлено, что образец является непроницаемым. Как показано на фиг. 3, поверхность покрытия все еще является уплотненной после испытания и не имеет в себе явных отверстий.

Вариант осуществления 4

Полимерное водонепроницаемое покрытие

80 кг зольной пыли котлов с циркулирующим псевдооживленным слоем с размером частиц 5–10 мкм смешивали с 20 кг вяжущего вещества в виде силикатного шлака марки 32.5, в результате чего получили порошок материал, 20 кг акриловой эмульсии и 50 кг воды взбалтывали с низкой скоростью в течение 2 минут, а затем добавляли порошок материал, смешанный заранее, и взбалтывание продолжали с постоянной скоростью вращения 600 об/мин в течение 15 минут, таким образом получая полимерное водонепроницаемое покрытие. Полимерное водонепроницаемое покрытие выливали в круглую форму $\phi 200$ для получения образцов и естественной выдержки в течение 7 дней, тем самым получая образец толщиной 2,6 мм. Участок покрытия, как показано на фиг. 4, имеет уплотненную и прочную структуру изнутри и не имеет явных отверстий. После испытания в течение 30 минут с использованием устройства для испытания на водонепроницаемость было установлено, что образец является непроницаемым. Как показано на фиг. 3, поверхность покрытия после испытания имеет мелкие отверстия, которые являются мелкими и непроницаемыми.

Вариант осуществления 5

Вяжущий материал на основе зольной пыли согласно варианту осуществления 1 укладывали толщиной приблизительно 6 см на имитацию земляного слоя и уплотняли, и после отверждения слой полимерного водонепроницаемого покрытия согласно варианту осуществления 3, имеющий толщину приблизительно 2,5 мм, напыляли на вяжущий материал на основе зольной пыли после отверждения с формированием таким образом структуры с двойной защитой от проникновения типа «отверждено вяжущим

			32.5					
Используемое количество (%)	70	20	10	22	60	40	30	40
Используемое количество (т)	0,7	0,2	0,1	0,22	0,6	0,4	0,3	0,4
Цена (юаней/т)	25 юаней было удержано из экологического налога и стоимость перевозки составила 20 юаней	80	300	3	80	300	8000	3
Промежуточная сумма (юаней/т)	-3,5	16	30	0,66	48	120	2400	1,2
Итого	(2 т/м ³) 43,16 юаня/м ³				2569,2 юаня/1,7 т (приблизительно 1 м ³)			
Эквивалентные затраты	(Вязущий материал толщиной 6 см) 2,59 юаня/м ²				(Слой, напыленный толщиной приблизительно 2,5 мм) 6,42 юаня/м ³			

Вариант осуществления 6

Вязущий материал на основе зольной пыли согласно варианту осуществления 2 укладывали толщиной приблизительно 6 см на имитацию земляного слоя и уплотняли, и после отверждения слой полимерного водонепроницаемого покрытия согласно варианту осуществления 4, имеющий толщину приблизительно 2,5 мм, напыляли на вязущий материал на основе зольной пыли после отверждения с формированием таким образом структуры с двойной защитой от проникновения типа «отверждено вязущим веществом + блокировано покрытием». Испытание показало, что эта структура имела коэффициент проницаемости $6,3 \times 10^{-10}$ м/с и была способна эффективно блокировать проникновение фильтрата в направлении подземной окружающей среды.

Учет затрат показан в таблице 2, где стоимость вяжущего материала на основе зольной пыли составляет 2,09 юаня/м², стоимость материала полимерного водонепроницаемого покрытия составляет 4,31 юаня/м², а затраты на труд и сооружение простого выравнивания, выкладки, уплотнения и напыления на дне карьера на предыдущем этапе составляют приблизительно 16 юаней/м², поэтому стоимость реализации способа двойной защиты от просачивания настоящего изобретения составляет приблизительно 22,40 юаня/м². Затраты на мембранный способ защиты от просачивания в общей сложности составляют приблизительно 30 юаней/м³. По сравнению с мембранным способом затраты на настоящее изобретение снижаются на более чем 25,3%.

Таблица 2 Таблица учета затрат для варианта осуществления 6

Классификация материала	Вяжущий материал на основе зольной пыли				Полимерное водонепроницаемое покрытие			
	Отношение	Зольная пыль	Сверх-мелкая зола	Вяжущее вещество марки 32.5	Вода	Сверх-мелкая зола	Вяжущее вещество марки 32.5	Эмульсия
Используемое количество (%)	80	10	10	25	80	20	20	50
Используемое количество (т)	0,8	0,1	0,1	0,25	0,8	0,2	0,2	0,5
Цена (юаней/т)	25 юаней было удержано из экологического налога и стоимость перевозки	80	300	3	80	300	8000	3

	составила 20 юаней							
Проме- жуточная сумма (юаней/т)	-4	8	30	0,75	64	60	1600	1,5
Итого	(2 т/м ³) 34,75 юаня/м ³				1725,5 юаня/1,7 т (приблизительно 1 м ³)			
Эквива- лентные загрaты	(Вязкий материал толщиной 6 см) 2,09 юаня/м ²				(Слой, напыленный толщиной приблизительно 2,5 мм) 4,31 юаня/м ²			

В этом варианте осуществления заполнение, мелиорация, озеленение или сооружение и другие процессы могут быть выполнены после того, как завершена структура с двойной защитой от просачивания.

Выше приведены детальные описания лучших вариантов осуществления настоящего изобретения, но настоящее изобретение ими не ограничено. На основе знаний специалистов в данной области техники изменения могут быть внесены без отклонения от идеи настоящего изобретения, которые все следует включать в рамки объема защиты настоящего изобретения.

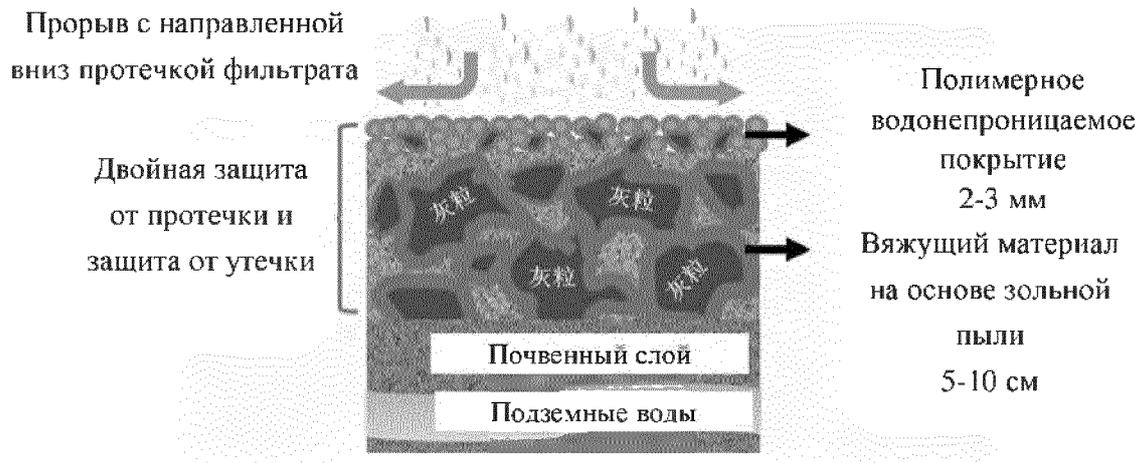
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ двойной защиты от просачивания, основанный на использовании твердых отходов на угольной основе, включающий: выравнивание карьера или оврага и выкладывание и уплотнение вяжущего материала на основе зольной пыли; и напыление слоя полимерного водонепроницаемого покрытия на поверхность вяжущего материала на основе зольной пыли после его отверждения с формированием таким образом структуры с двойной защитой от просачивания после полного отверждения.
2. Способ двойной защиты от просачивания, основанный на использовании твердых отходов на угольной основе, по п. 1, отличающийся тем, что вяжущий материал на основе зольной пыли имеет толщину 5–10 см.
3. Способ двойной защиты от просачивания, основанный на использовании твердых отходов на угольной основе, по п. 1 или п. 2, отличающийся тем, что вяжущий материал на основе зольной пыли готовят путем смешивания зольной пыли, сверхмелкой зольной пыли, вяжущего вещества и воды, при этом отношение масс зольной пыли и сверхмелкой зольной пыли, а также вяжущего вещества составляет (6–8):(1–2):1, а отношение воды к вяжущему веществу составляет (2–3):10.
4. Способ двойной защиты от просачивания, основанный на использовании твердых отходов на угольной основе, по п. 3, отличающийся тем, что зольная пыль представляет собой зольную пыль пылеугольных топок или зольную пыль котлов с циркулирующим псевдооживленным слоем, при этом сверхмелкая зольная пыль представляет собой зольную пыль после сверхмелкого измельчения с размером частиц 5–10 мкм, и вяжущее вещество представляет собой обыкновенный силикат или силикатный шлак.
5. Способ двойной защиты от просачивания, основанный на использовании твердых отходов на угольной основе, по п. 1, отличающийся тем, что полимерное водонепроницаемое покрытие имеет толщину 2–3 мм.
6. Способ двойной защиты от просачивания, основанный на использовании твердых отходов на угольной основе, по п. 1 или п. 5, отличающийся тем, что полимерное водонепроницаемое покрытие представляет собой органическо-неорганическое композитное покрытие, изготовленное посредством смешивания

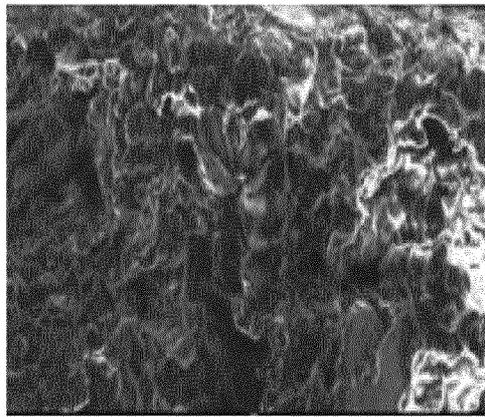
зольной пыли, вяжущего вещества и эмульсии, при этом зольная пыль характеризуется количеством при смешивании 60–90% порошковых наполнителей, и отношение эмульсии к порошковым наполнителям составляет 0,1–0,3.

7. Способ двойной защиты от просачивания, основанный на использовании твердых отходов на угольной основе, по п. 6, отличающийся тем, что эмульсия представляет собой стирол-акриловую эмульсию и/или акриловую эмульсию.

8. Способ двойной защиты от просачивания, основанный на использовании твердых отходов на угольной основе, по п. 6, отличающийся тем, что конкретный способ приготовления полимерного водонепроницаемого покрытия включает: смешивание зольной пыли с вяжущим веществом для получения порошкового материала, перемешивание эмульсии с водой с низкой скоростью, добавление порошкового материала и взбалтывание в течение 15 минут с постоянной скоростью с получением таким образом полимерного водонепроницаемого покрытия.



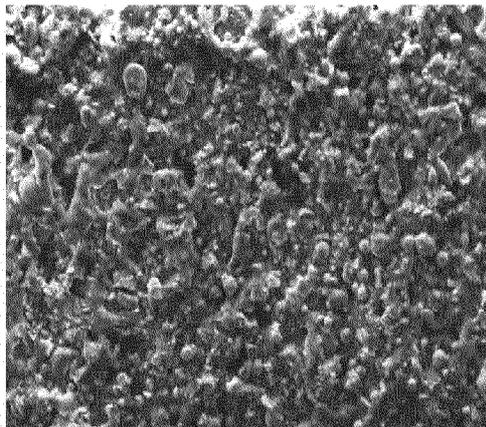
Фиг. 1



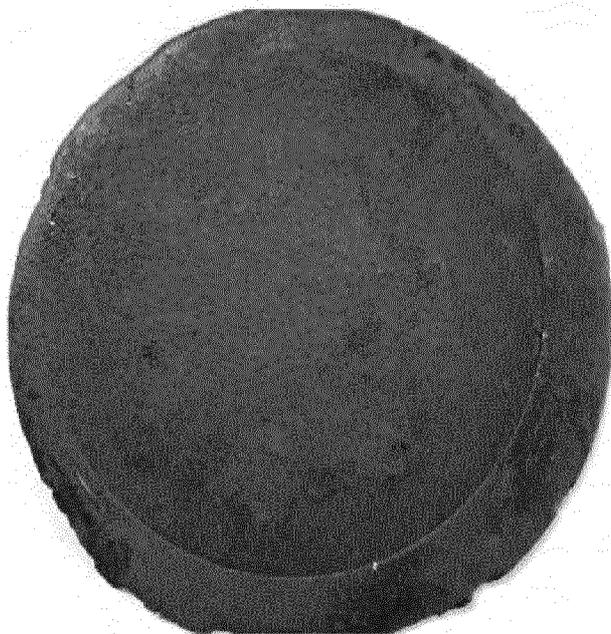
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5