(19) Евразийское патентное ведомство

(11) 040847 (13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.08.04

(21) Номер заявки
202090196

(22) Дата подачи заявки
2020.01.30

(51) Int. Cl. ***C04B 28/04*** (2006.01)
C04B 18/04 (2006.01)
C04B 14/06 (2006.01)
C04B 22/06 (2006.01)
C04B 24/18 (2006.01)
B09B 3/00 (2006.01)
C02F 11/00 (2006.01)

(54) РЕЦИРКУЛИРОВАННЫЙ МАТЕРИАЛ И СПОСОБ ЕГО ПОЛУЧЕНИЯ

(31) **201910870747.5**
(32) **2019.09.16**
(33) **CN**
(43) **2021.03.31**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
ШАНХАЙ ЭКЭДЕМИ ОФ ИНВАЙРОНМЕНТАЛ САЙЕНСИЗ; ШАНХАЙ ШЭНЬЖУН ИНВАЙРОНМЕНТ ПРОТЕКШН ЭКВИПМЕНТ КО., ЛТД. (CN)

(72) Изобретатель:
Хуан Шеньфа, У Цзяньцян, Хань Лимин, Ван Мин, Сунь Хайтун, Е Чуньмэй, Ван Яоцзу, Ша Ченьянь, Тань Цзюань, Су Цзинхуа (CN)

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

(56) JP-A-2001240441
CN-A-101967016
CN-A-104591653
RU-C1-2010021
CN-A-109836094
CN-A-107244820

(57) Изобретение относится к области обработки загрязненных рек путем выемки осадка, более конкретно к рециркулированному материалу, получаемому при обработке и рециркуляции загрязненного осадка, и способу его получения. Рециркулированный материал обработки и рециркуляции загрязненного осадка изготовлен из исходных материалов, включающих следующие компоненты (в вес.ч.): 50-60 частей материала A; 20-30 частей вспомогательного материала B; 10-30 частей смешанного материала; материал A включает осадок, илистые отложения, зольную пыль или почву; вспомогательный материал B включает желтый песок и/или железный порошок; и смешанный материал включает, в вес.ч., 85-99 частей портландцемента и 1-15 частей отверждающего агента FUJIBETON. Рециркулированный материал обработки и рециркуляции загрязненного осадка, соответствующий изобретению, характеризуется долгосрочной герметизацией загрязнителей - тяжелых металлов. Рециркулированный материал обработки и рециркуляции загрязненного осадка обладает высокой прочностью на сжатие и может быть использован в области экологичного укрепления берегов и т.д. Технологический процесс не предусматривает транспортировку осадка, обезвоживание путем фильтрации под давлением и высокотемпературное спекание, таким образом, эффективно исключая вторичное загрязнение и снижая энергопотребление при обработке.

040847 B1

040847 B1

Область техники

Настоящее изобретение относится к обработке загрязненных рек путем выемки осадка, более конкретно к рециркулированному материалу, получаемому при обработке и рециркуляции загрязненного осадка, и способу его получения.

Уровень техники

Непрерывное высвобождение большого количества загрязнителей, накопившихся в осадке рек и озер, в вышележащий водоем при изменении внешних условий является одной из главных причин потемнения воды в реке и появления запаха. Следовательно, выемка осадка с целью уменьшения общего количества загрязнителей является предпосылкой и ключевым принципом улучшения качества воды в реке и устранения запаха и потемнения. По данным на февраль 2016 г., Министерство строительства и городского и сельского развития обнаружило наличие темных и пахнущих водоемов в 74% из 295 префектур и в городах в масштабе всей страны; всего идентифицирован 1861 темный и пахнущий водоем. В результате восстановления большого количества темных и пахнущих водоемов появится много выбранного осадка. По данным статистики, в настоящее время 80% осадка в Китае не подвергалось эффективной обработке. Речной осадок, или донные илистые отложения, имеющие природу, подобную осадку процесса обработки бытовых сточных вод, почва, зольная пыль обычно содержат являющиеся загрязнителями тяжелые металлы, такие как Cu, Cr, Cd, Hg, Pb, Ni, As и т.д. Естественная очистка от них идет трудно, и они легко накапливаются, попадая в пищевую цепь, что является серьезной угрозой окружающей среде, здоровью населения и здоровью человека. В то же время, содержание воды в выбранном речном осадке и осадке процесса обработки бытовых сточных вод довольно высокое, обычно более 90%. Способом фильтрации и концентрирования под давлением содержание воды можно уменьшить только примерно до 60%. Осадок плохо поддается обработке и утилизации, что сопряжено с большими затратами.

Существует два традиционных способа обработки и утилизации загрязненного осадка: захоронение на свалке и сушка и сжигание. Однако эти способы имеют очевидные недостатки. Оба способа связаны с транспортировкой выбранного осадка на большое расстояние на очистную установку или на свалку. Стоимость транспортировки высока, и имеется вероятность создания загрязнения по пути. Для захоронения на свалке требуются большие площади, однако городские территории с дефицитом земельных ресурсов ограничены и не обеспечивают учет будущих потребностей. Способ сушки и сжигания не только имеет высокие технические требования, но и вызывает серьезное вторичное загрязнение окружающей территории в процессе сжигания, что приводит к ухудшению экологической ситуации и отрицательно влияет на здоровье живущего рядом населения.

Технология отверждения и стабилизации осадка является способом отверждения и стабилизации загрязненного осадка путем добавления в загрязненный осадок с различным содержанием воды отверждающего и стабилизирующего материала с целью стабилизации его физических и химических свойств. При этом отверждение означает процесс изменения физических свойств осадка путем увеличения прочности и снижения водопроницаемости осадка. Стабилизация означает процесс трансформации токсичных и опасных загрязнителей, содержащихся в осадке, или создания внутренних замкнутых систем, блокирующих токсичные и опасные вещества. После отверждения и стабилизации осадка полученные рециркулированные материалы процесса обработки и рециркуляции загрязненного осадка могут способствовать сокращению эксплуатации месторождений глины, ослаблению противоречий между производством строительных материалов и развитием сельского хозяйства, их часто используют для конечной утилизации загрязненного осадка. Однако рециркуляция осадка сопряжена с техническими трудностями, такими как стабилизация в осадке токсичных веществ, контроль качества сырья и т.д. Технология отверждения/стабилизации позволяет эффективным образом стабилизировать в осадке тяжелые металлы, увеличить механическую прочность осадка и является более эффективным способом осуществления рециркуляции загрязненного тяжелыми металлами осадка.

В настоящее время исследовательская и практическая деятельность в области отверждения/стабилизации осадка, по большей части, сосредоточена на функционировании, а исследовательские и практические работы, направленные на рециркуляцию осадка после отверждения и стабилизации, все еще относительно малочисленны. Например, отверждающие агенты, широко используемые в Китае, представляют собой, главным образом, неорганические материалы, в том числе отверждающие агенты на основе портландцемента, кремния-магния, фосфатов, органические хелирующие агенты и т.п. Основным сырьем для таких отвержденных материалов является природный ил, а наполнителями промышленные отходы и шлаки, такие как зольная пыль, каменная мука, сталелитейный шлак или даже металлические отходы. Практическим ограничением для них являются параметры щелочных материалов, таких как известь и остатки сточных вод, и невозможно достичь эффективного и стабильного размещения и хранения загрязнителей осадка, таких как тяжелые металлы. Хотя органические хелирующие материалы способны вступать в реакцию с тяжелыми металлами с образованием гидрофобных, малорастворимых хеталов и преобразовывать их в более стабильные формы, тем самым, снижая токсичность и бионакопление в окружающей среде, они едва ли улучшают агломератную структуру почвы, эффект отверждения загрязненного осадка неудовлетворительный, поэтому загрязненный осадок не может считаться высокопрочным отвержденным продуктом.

Сущность изобретения

Ввиду вышесказанного, целью настоящего изобретения является обеспечение рециркулированного материала, получаемого при обработке и рециркуляции загрязненного осадка, и способа его получения, позволяющего надолго герметизировать загрязнители, такие как тяжелые металлы и т.д., загрязненного осадка, при этом рециркулируемый материал, получаемый при обработке и рециркуляции загрязненного осадка, характеризуется высокой прочностью на сжатие.

Настоящим изобретением обеспечивается рециркулируемый материал, получаемый при обработке и рециркуляции загрязненного осадка, который изготовлен из исходных материалов, включающих следующие компоненты (в вес.ч.):

материал А	50-60 частей
вспомогательный материал В	20-30 частей
смешанный материал	10-30 частей

Материал А включает осадок, илистые отложения, зольную пыль или почву; вспомогательный материал В включает желтый песок и/или железный порошок; и смешанный материал включает, в вес.ч., 85-99 частей портландцемента и 1-15 частей отверждающего агента FUJIBETON.

Предпочтительно отверждающий агент FUJIBETON включает

микропорошок диоксида кремния	20-30% вес.
гашеная известь	20-30% вес.
хлорид магния, хлорид кальция и/или карбонат натрия	10-15% вес.
лигносульфонат	10-15% вес.
минерал группы монтмориллонита	10-15% вес.
соединение циркония	10-15% вес.; и

суммарное содержание компонентов составляет 100%.

Предпочтительно лигносульфонат включает лигносульфонат натрия или лигносульфонат калия; и соединение циркония включает диоксид циркония или гидрофосфат циркония.

Предпочтительно смешанный материал приготовлен способом, включающим объединение и перемешивание портландцемента и отверждающего агента FUJIBETON с получением смешанного материала.

Предпочтительно температура перемешивания составляет 10-40°С, время перемешивания составляет 100-150 мин.

Предпочтительно размер частиц желтого песка составляет <4 мм; и

железный порошок является чугунным порошком с размером частиц 150-500 мкм.

Предпочтительно материал А характеризуется величиной pH 6,0-7,5 и содержанием воды 40-60%.

Настоящим изобретением также обеспечивается способ получения описанного выше рециркулированного материала обработки и рециркуляции загрязненного осадка, включающий следующие стадии, на которых:

А) объединяют и перемешивают материал А, вспомогательный материал В и смешанный материал, получая смесь материалов;

В) подвергают смесь материалов экструзионному формованию с получением глиняных гранул, выдерживанию и сушке с получением материала дорожного полотна; или инжектируют смесь материалов в формы различной конфигурации, выдерживают, вынимают из форм, снова выдерживают с получением рециркулированного материала обработки и рециркуляции загрязненного осадка.

Предпочтительно на стадии А) температура объединения и перемешивания составляет 10-40°С; время объединения и перемешивания составляет 20-40 мин.

Предпочтительно стадия В) включает инжектирование смеси материалов в формы различной конфигурации, выдерживание 5-7 дней, выемку из форм и снова выдерживание 3 недели с получением рециркулированного материала обработки и рециркуляции загрязненного осадка.

Настоящим изобретением обеспечивается рециркулированный материал обработки и рециркуляции загрязненного осадка, изготовленный из исходных материалов, включающих следующие компоненты (в вес.ч.):

материал А	50-60 частей
вспомогательный материал В	20-30 частей
смешанный материал	10-30 частей

Материал А включает осадок, илистые отложения, зольную пыль или почву;

вспомогательный материал В включает желтый песок и/или железный порошок; и

смешанный материал включает, в вес.ч., 85-99 частей портландцемента и 1-15 частей отверждающего агента FUJIBETON.

В соответствии с настоящим изобретением смешанный материал образует в процессе отверждения и стабилизации ингредиент эттрингит, который трансформирует большое количество воды осадка в кристаллическую воду, эффективно предотвращая возникновение таких условий, как размораживание, растворение и т.п., так что готовый рециркулированный материал после обработки имеет стабильные химические свойства, обладает химической стойкостью и превосходной износостойкостью. В то же время, этот ингредиент оказывает долгосрочное стабилизирующее действие на тяжелые металлы, являющиеся загрязнителями осадка, и может долгое время предотвращать вымывание тяжелых металлов в окружающую среду. Осадок после обработки с целью отверждения и стабилизации используют для производства рециркулированного материала обработки и рециркуляции загрязненного осадка, получаемый продукт обладает вполне достаточной прочностью на сжатие.

Рециркулированный материал обработки и рециркуляции загрязненного осадка, соответствующий настоящему изобретению, отвечает требованием безопасной обработки и рециркуляции загрязненного осадка. Технологический процесс является простым, экологически чистым и безопасным, позволяет проводить обработку осадка на месте, без обезвоживания путем фильтрации под давлением или транспортировки на дальние расстояния. Способ производства рециркулированного материала не предусматривает высокотемпературного спекания, горячей штамповки, резки и т.п. и позволяет эффективным образом снизить риск вторичного загрязнения и расходование энергии на обработку.

Результаты экспериментов, в которых компоненты добавляли в различных пропорциях, указывают, что после того, как рециркулированный материал обработки и рециркуляции загрязненного осадка, изготовленный из смешанного материала, выдерживали в тени более 4 недель в соответствии со способом Solid Waste Leaching Toxicity Leaching Method Sulfuric Acid-Nitric Acid Method (HJ/T 299-2007), концентрация тяжелого металла в экстракте была намного ниже требуемой по стандарту Hazardous waste identification standard Leaching toxicity identification, и экстракт не обладал токсичностью. При этом зафиксированная концентрация Cu не превышала 3,79 мг/л, зафиксированная концентрация Zn не превышала 10,23 мг/л, зафиксированная концентрация Pb не превышала 1,12 мг/л, зафиксированная концентрация Cd не превышала 0,87 мг/л, зафиксированная концентрация Cr не превышала 1,23 мг/л, зафиксированная концентрация Ni не превышала 1,27 мг/л, зафиксированная концентрация As не превышала 0,21 мг/л, и зафиксированная концентрация Hg не превышала 0,0002 мг/л.

В то же время, получаемые рециркулированные материалы обладают прочностью на сжатие более 3,3 МПа и до 6,82 МПа, достигая уровня прочности кирпича MU30 и уровня прочности цементного раствора M15 и более в соответствии с Technical Regulations for the Application of Silt Perforated Bricks (JGJT 293-2013).

Подробное описание изобретения

Технические решения настоящего изобретения более доходчиво и полно описаны ниже в отношении вариантов его осуществления. Очевидно, что описанные варианты осуществления являются только частью вариантов осуществления настоящего изобретения, а не всеми вариантами его осуществления. Все другие варианты осуществления изобретения, получаемые специалистами в данной области на основании вариантов осуществления настоящего изобретения без изобретательской деятельности, входят в объем настоящего изобретения.

Настоящим изобретением обеспечивается рециркулированный материал обработки и рециркуляции загрязненного осадка, который изготовлен из исходных материалов, включающих следующие компоненты (в вес.ч.):

материал A	50-60 частей
вспомогательный материал B	20-30 частей
смешанный материал	10-30 частей

Материал A включает осадок, илистые отложения, зольную пыль или почву;

вспомогательный материал B включает желтый песок и/или железный порошок; и

смешанный материал включает, в вес.ч., 85-99 частей портландцемента и 1-15 частей отверждающего агента FUJIBETON.

В соответствии с настоящим изобретением исходные материалы для получения рециркулированного материала обработки и рециркуляции загрязненного осадка включают материал A. Доля материала A составляет 50-60 вес.ч. В некоторых вариантах осуществления изобретения материал A присутствует в количестве 50 или 60 вес.ч. Материал A включает осадок, илистые отложения, зольную пыль или почву. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения осадок является осадком, загрязненным тяжелыми металлами. В соответствии с настоящим изобретением нет определенных ограничений на источники и категории загрязненного тяжелыми металлами осадка, илистых отложений, зольной пыли и почвы. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения загрязненный тяжелыми металлами осадок является речным осадком.

Содержание воды в материале A существенно изменяется в зависимости от источника и окружающих условий. Так, перед использованием материал A подвергают естественному обезвоживанию или

искусственному увлажнению с целью достижения содержания воды 40-60%, тем самым, получая материал А с содержанием воды 40-60%. А именно, если содержание воды в материале А не соответствует диапазону от 40 до 60%, содержание воды доводят до 40-60% путем естественного обезвоживания или искусственного увлажнения, после чего материал А смешивают с другими материалами. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения материал А характеризуется содержанием воды 55%.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения материал А характеризуется величиной pH 6,0-7,5.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения осадок характеризуется величиной pH 6,2-7,26. В некоторых вариантах осуществления изобретения осадок характеризуется величиной pH 6,2, 6,8, 7,2, 7,1, 7,17 или 7,26, в некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения осадок характеризуется содержанием воды 51%, 58,9%, 53,5%, 56,0%, 60%, 71% или 80,4%.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения осадок содержит тяжелые металлы, а именно содержит Cd, Hg, Cu, Pb, Cr, Zn, Ni и As.

Содержание Cd в осадке составляет 0,21-36,4 мг/кг. В некоторых вариантах осуществления изобретения содержание Cd составляет 0,69 мг/кг, 0,38 мг/кг, 0,22 мг/кг, 0,21 мг/кг, 1,76 мг/кг, 36,4 мг/кг или 2,03 мг/кг.

Содержание Hg в осадке составляет 0,122-14,6 мг/кг. В некоторых вариантах осуществления изобретения содержание Hg составляет 0,166 мг/кг, 0,167 мг/кг, 0,122 мг/кг, 0,265 мг/кг, 14,6 мг/кг, 10,7 мг/кг или 8,63 мг/кг.

Содержание Cu в осадке составляет 51-243 мг/кг. В некоторых вариантах осуществления изобретения содержание Cu составляет 145 мг/кг, 75,3 мг/кг, 80,1 мг/кг, 51,0 мг/кг, 153 мг/кг, 243 мг/кг или 126 мг/кг.

Содержание Pb в осадке составляет 28,8-210 мг/кг. В некоторых вариантах осуществления изобретения содержание Pb составляет 42,3 мг/кг, 41,9 мг/кг, 44,3 мг/кг, 28,8 мг/кг, 163 мг/кг, 152 мг/кг или 210 мг/кг.

Содержание Cr в осадке составляет 56,6-202 мг/кг. В некоторых вариантах осуществления изобретения содержание Cr составляет 202 мг/кг, 62,1 мг/кг, 114 мг/кг, 56,6 мг/кг, 67 мг/кг, 78 мг/кг или 68 мг/кг.

Содержание Zn в осадке составляет 188-1010 мг/кг. В некоторых вариантах осуществления изобретения содержание Zn составляет 497 мг/кг, 390 мг/кг, 325 мг/кг, 188 мг/кг, 897 мг/кг, 1010 мг/кг или 655 мг/кг.

Содержание Ni в осадке составляет 36,1-94 мг/кг. В некоторых вариантах осуществления изобретения содержание Ni составляет 93,5 мг/кг, 36,4 мг/кг, 49,7 мг/кг, 36,1 мг/кг, 47 мг/кг, 79 мг/кг или 38 мг/кг.

Содержание As в осадке составляет 6,87-18 мг/кг. В некоторых вариантах осуществления изобретения содержание As составляет 15,7 мг/кг, 6,87 мг/кг, 11,7 мг/кг, 6,98 мг/кг, 17,9 мг/кг, 10,7 мг/кг или 8,63 мг/кг.

В соответствии с настоящим изобретением исходный материал для получения рециркулированного материала обработки и рециркуляции загрязненного осадка также включает вспомогательный материал В. Вспомогательный материал В присутствует в количестве 10-30 вес.ч. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения вспомогательный материал В присутствует в количестве 20 вес.ч. или 30 вес.ч. Вспомогательный материал В включает желтый песок и/или железный порошок.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения желтый песок характеризуется размером частиц <4 мм. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения железный порошок представляет собой чугунный порошок с размером частиц 150-500 мкм. В соответствии с настоящим изобретением нет определенных ограничений на источники и категории желтого песка и железного порошка, которые повсеместно представлены на рынке.

Исходные материалы для получения рециркулированного материала обработки и рециркуляции загрязненного осадка дополнительно включают смешанный материал. Смешанный материал присутствует в количестве 10-30 вес.ч. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения смешанный материал присутствует в количестве 10 вес.ч., 20 вес.ч. или 30 вес.ч.

В соответствии с настоящим изобретением смешанный материал включает, в вес.ч., 85-99 частей портландцемента и 1-15 частей отверждающего агента FUJIBETON.

Отверждающий агент FUJIBETON включает

микропорошок диоксида кремния	20-30% вес.
гашеная известь	20-30% вес.
хлорид магния, хлорид кальция и/или карбонат натрия	10-15% вес.
лигносульфонат	10-15% вес.
минерал группы монтмориллонита	10-15% вес.
соединение циркония	10-15% вес.; и

суммарное содержание компонентов составляет 100%.

Смешанный материал настоящего изобретения включает портландцемент. Содержание портландцемента составляет 85-99 вес.ч. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения содержание портландцемента составляет 85 вес.ч., 92 вес.ч. или 99 вес.ч. В соответствии с настоящим изобретением нет определенных ограничений на источники и категории портландцемента, который может представлять собой обычный портландцемент, представленный на рынке.

Смешанный материал настоящего изобретения дополнительно включает отверждающий агент FUJIBETON. Содержание отверждающего агента FUJIBETON составляет 1-15 вес.ч. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения содержание отверждающего агента FUJIBETON составляет 1 вес.ч., 8 вес.ч. или 15 вес.ч.

Отверждающий агент FUJIBETON содержит 20-30 вес.% микропорошка диоксида кремния. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения содержание микропорошка диоксида кремния составляет 20 или 30 вес.%. Порошок диоксида кремния может быстро вступать в реакцию с водой в осадке, преобразуя большое количество воды в осадке в кристаллическую воду, и постепенно ее стабилизировать.

Отверждающий агент FUJIBETON дополнительно содержит 20-30% гашеной извести. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения содержание гашеной извести составляет 20 или 30 вес.%. Гашеная известь, которую также называют гидроксид кальция, воздействует на осадок наряду с порошком диоксида кремния, в результате чего вода быстро коагулируется, и осадок отверждается.

Отверждающий агент FUJIBETON дополнительно содержит 10-15% хлорида магния, хлорида кальция и/или карбоната натрия. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения содержание хлорида магния, хлорида кальция и/или карбоната натрия составляет 15 вес.% или 10 вес.%. Хлорид магния с водой может образовывать хлорид гексагидрат магния ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$). Хлорид кальция образует с водой хлорид дигидрат кальция ($CaCl_2 \cdot 2H_2O$). Карбонат натрия также называют содой. Эти три вещества обладают эффектом противодействия замерзанию и перегреву и могут вступать в реакцию с фосфатом, силикатом, карбонатом и т.п. в осадке, вызывая осаждение, тем самым, отверждая осадок, предотвращая образование трещин при быстром охлаждении и пиролиз полученного продукта, в то же время стабилизируя в осадке соответствующие вещества.

Отверждающий агент FUJIBETON дополнительно содержит 10-15% лигносульфоната. В вариантах осуществления настоящего изобретения лигносульфонат включает лигносульфонат натрия или лигносульфонат калия. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения содержание лигносульфоната составляет 15 или 10 вес.%. Лигносульфонат представляет собой один из видов многокомпонентного макромолекулярного полимерного анионного поверхностно-активного вещества, экстрагируемого из древесины. Он может эффективно связывать воду в осадке, хелировать и стабилизировать в осадке тяжелые металлы и в то же время производить отверждение и стабилизацию осадка.

Отверждающий агент FUJIBETON дополнительно содержит 10-15% минерала группы монтмориллонита. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения содержание минерала группы монтмориллонита составляет 15 или 10 вес.%. Минерал группы монтмориллонита, также именуемый микрокристаллическим каолинитом, представляет собой один из видов природного фосфатного минерала. Он может эффективным образом воздействовать на различные виды катионов металлов в осадке, играя роль эффективного и долговременного стабилизатора.

Отверждающий агент FUJIBETON дополнительно содержит 10-15% соединения циркония. В вариантах осуществления настоящего изобретения соединение циркония представляет собой диоксид циркония или гидрофосфат циркония. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения содержание соединения циркония составляет 15 или 10 вес.%. Смешивание диоксида циркония или гидрофосфата циркония с осадком может способствовать устранению влияния кислоты или основания, увеличению жесткости и прочности рециркулированного материала и увеличению срока службы материала.

В соответствии с настоящим изобретением, смешанный материал в процессе отверждения и стабилизации образует ингредиент эттрингит, который трансформирует большое количество воды осадка в кристаллическую воду, эффективно предотвращая возникновение таких условий, как размораживание, растворение и т.п., так что готовый рециркулированный материал после обработки имеет стабильные химические свойства, обладает химической стойкостью и превосходной износостойкостью. В то же вре-

мя, этот ингредиент оказывает долгосрочное стабилизирующее действие на тяжелые металлы, являющиеся загрязнителями осадка, и может долгое время предотвращать вымывание тяжелых металлов в окружающую среду. Осадок после обработки с целью отверждения и стабилизации используют для производства рециркулированного материала обработки и рециркуляции загрязненного осадка, получаемый продукт обладает вполне достаточной прочностью на сжатие.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения отверждающий агент FUJIBETON представляет собой отверждающий агент FUJIBETON производства CREATE SYSTEM CO., LTD, Япония.

Настоящим изобретением также обеспечивается способ получения описанного выше смешанного материала, включающий следующие стадии, на которых объединяют и тщательно перемешивают портландцемент и отверждающий агент FUJIBETON с получением смешанного материала.

Компоненты и пропорции исходных материалов те же, что указаны выше, и здесь не повторяются.

В соответствии с настоящим изобретением способ получения отверждающего агента FUJIBETON не имеет определенных ограничений. Отверждающий агент FUJIBETON можно получить путем непосредственного смешивания компонентов отверждающего агента FUJIBETON. Предпочтительно способ включает сначала добавление портландцемента, начало перемешивания, затем добавление отверждающего агента FUJIBETON, продолжение перемешивания и смешивание компонентов с получением смешанного материала.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения температура смешивания компонентов составляет 10-40°C. В некоторых вариантах осуществления изобретения температура смешивания компонентов составляет 20, 30 или 35°C. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения время смешивания компонентов составляет 100-150 мин. В некоторых вариантах осуществления изобретения время смешивания компонентов составляет 100, 130 или 150 мин.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения устройством для смешивания компонентов является V-образная мешалка.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения рециркулированный материал обработки и рециркуляции загрязненного осадка может являться материалом дорожного полотна или экологичными перфорированными кирпичами для облицовки речных берегов, плитками для парковых дорожек и т.п.

Рециркулированный материал обработки и рециркуляции загрязненного осадка, обеспечиваемый настоящим изобретением, характеризуется высокой прочностью на сжатие, стабильной фиксацией загрязнителей, не вымывающихся долгое время, и может быть использован в пределах одной определенной и разобщенных местностей для экологичной облицовки речных берегов, мощения парковых дорожек, в качестве материала дорожного полотна и т.д.

Настоящим изобретением также обеспечивается способ получения описанного выше рециркулированного материала обработки и рециркуляции загрязненного осадка, включающий следующие стадии, на которых

A) объединяют и перемешивают материал A, вспомогательный материал B и смешанный материал, получая смесь материалов;

B) подвергают смесь материалов экструзионному формованию с получением глиняных гранул, выдерживанию и сушке с получением материала дорожного полотна; или инжектируют смесь материалов в формы различной конфигурации, выдерживают, вынимают из форм, снова выдерживают с получением рециркулированного материала обработки и рециркуляции загрязненного осадка.

В этом способе получения компоненты и содержание каждого из исходных материалов те же, что указаны выше, и здесь не повторяются.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения температура объединения и перемешивания составляет 10-40°C. В некоторых вариантах осуществления изобретения температура объединения и перемешивания составляет 20 или 35°C. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения время объединения и перемешивания составляет 20-40 мин. В некоторых вариантах осуществления изобретения время объединения и перемешивания составляет 30 или 40 мин. В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения объединение и перемешивание осуществляют в горизонтальной мешалке.

После получения смеси материалов, экструзионного формования смеси материалов с получением глиняных гранул, выдерживания и сушки с получением материала дорожного полотна; или инжекции смеси материалов в формы различной конфигурации, выдерживания, выемки из форм, повторного выдерживания получают рециркулированный материал обработки и рециркуляции загрязненного осадка.

Первый способ обработки смеси материалов включает

экструзионное формование смеси материалов с получением глиняных гранул, выдерживание и сушку с получением материала дорожного полотна.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения экструзионное формование осуществляют в грануляторе.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения глиняные гранулы характеризуют-

ся размером частиц 6-10 мм. На практике размер частиц глиняных гранул может быть отрегулирован путем установки в грануляторе гранулирующей головки с целью получения материалов дорожного полотна с заданным размером частиц. Цвет материала полотна также может быть отрегулирован путем добавления пигментов в соответствии с необходимостью.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения сушка является естественной сушкой в тени и прохладе. Время сушки составляет 4-5 недель.

Второй способ обработки смеси материалов включает

инжекцию смеси материалов в формы различной конфигурации, выдерживание, выемку из форм, повторное выдерживание с получением рециркулированного материала обработки и рециркуляции загрязненного осадка.

А именно, второй способ включает

инжекцию смеси материалов в формы для изготовления кирпичей различной конфигурации, выдерживание 5-7 дней в тени и прохладе, выемку из форм, повторное выдерживание 3-4 недели в тени и прохладе с получением рециркулированного материала обработки и рециркуляции загрязненного осадка.

В вариантах осуществления настоящего изобретения формы для изготовления кирпичей различной конфигурации могут представлять собой сборную форму для тротуарной плитки или сборную форму для шестиугольных экологичных перфорированных кирпичей. При использовании сборной формы для тротуарной плитки готовый рециркулированный материал представляет собой тротуарную плитку. При использовании сборной формы для шестиугольных экологичных перфорированных кирпичей готовый рециркулированный материал представляет собой шестиугольные экологичные перфорированные кирпичи. На практике рециркулированный материал различной формы, различного размера и разного цвета может быть изготовлен путем изменения конфигурации и размеров формы для изготовления кирпичей и добавления пигментов в соответствии с необходимостью.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения после инжекции смеси материалов в формы для изготовления кирпичей способ дополнительно включает воздействие на формы для изготовления кирпичей с инжектированной в них смесью материалов вибрацией с целью эффективного удаления пузырьков, образовавшихся в ходе реакции осадка и добавляемых компонентов, выравнивания и уплотнения материала в форме.

В соответствии с настоящим изобретением смешанный материал образует в процессе отверждения и стабилизации ингредиент эттрингит, который трансформирует большое количество воды осадка в кристаллическую воду, эффективно предотвращая возникновение таких условий, как размораживание, растворение и т.п., так что готовый рециркулированный материал после обработки имеет стабильные химические свойства, обладает химической стойкостью и превосходной износостойкостью. В то же время, этот ингредиент оказывает долгосрочное стабилизирующее действие на тяжелые металлы, являющиеся загрязнителями осадка, и может долгое время предотвращать вымывание тяжелых металлов в окружающую среду. Осадок после обработки с целью отверждения и стабилизации используют для производства рециркулированного материала обработки и рециркуляции загрязненного осадка, получаемый продукт обладает вполне достаточной прочностью на сжатие.

Кроме этого, для обработки смеси материалов, соответствующей настоящему изобретению, не требуется особое оборудование или особая производственная среда, смесь может быть использована на месте выемки осадка, тем самым, снижаются расходы на транспортировку, исключается вторичное загрязнение в процессе транспортировки и обработки.

Результаты экспериментов, в ходе которых компоненты добавляли в различных пропорциях, указывают, что после того, как рециркулированный материал обработки и рециркуляции загрязненного осадка, изготовленный из смешанного материала, выдерживали в тени более 4 недель в соответствии со способом Solid Waste Leaching Toxicity Leaching Method Sulfuric Acid-Nitric Acid Method (HJ/T 299-2007), концентрация тяжелого металла в экстракте была намного ниже требуемой по стандарту Hazardous waste identification standard Leaching toxicity identification, и экстракт не обладал токсичностью. При этом зафиксированная концентрация Cu не превышала 3,79 мг/л, зафиксированная концентрация Zn не превышала 10,23 мг/л, зафиксированная концентрация Pb не превышала 1,12 мг/л, зафиксированная концентрация Cd не превышала 0,87 мг/л, зафиксированная концентрация Cr не превышала 1,23 мг/л, зафиксированная концентрация Ni не превышала 1,27 мг/л, зафиксированная концентрация As не превышала 0,21 мг/л, и зафиксированная концентрация Hg не превышала 0,0002 мг/л.

В то же время, получаемые рециркулированные материалы обладают прочностью на сжатие более 3,3 МПа и до 6,82 МПа, достигая уровня прочности кирпича MU30 и уровня прочности цементного раствора M15 и более в соответствии с Technical Regulations for the Application of Silt Perforated Bricks (JGJT 293-2013).

В соответствии с изобретением нет определенных ограничений на источники исходных материалов, которые широко представлены на рынке.

Для дополнительного пояснения настоящего изобретения рециркулированный материал обработки и рециркуляции загрязненного осадка и способ его получения, обеспечиваемые настоящим изобретением, далее описаны подробно в связи с приводимыми ниже примерами. Однако их не следует рассматри-

вать как ограничивающие объем защиты настоящего изобретения.

Пример 1.

Смешали 20 вес.% микропорошка диоксида кремния, 20 вес.% гашеной извести, 15 вес.% хлорида магния, 15 вес.% лигносульфоната натрия, 15 вес.% минерала группы монтмориллонита и 15 вес.% гидрофосфата циркония, получив отверждающий агент FUJIBETON 1.

В этом эксперименте сначала взяли 85 вес.ч. портландцемента и начали перемешивание, затем добавили 15 вес.ч. отверждающего агента FUJIBETON 1, продолжая перемешивание. После перемешивания в течение 150 мин при 20°C получили смешанный материал.

Пример 2.

Смешали 30 вес.% микропорошка диоксида кремния, 30 вес.% гашеной извести, 10 вес.% хлорида магния, 10 вес.% лигносульфоната калия, 10 вес.% минерала группы монтмориллонита и 10 вес.% диоксида циркония, получив отверждающий агент FUJIBETON 2.

В этом эксперименте сначала взяли 92 вес.ч. портландцемента и начали перемешивание, затем добавили 8 вес.ч. отверждающего агента FUJIBETON 2, продолжая перемешивание. После перемешивания в течение 130 мин при 20°C получили смешанный материал.

Пример 3.

Смешали 30 вес.% микропорошка диоксида кремния, 20 вес.% гашеной извести, 15 вес.% хлорида магния, 15 вес.% лигносульфоната калия, 10 вес.% минерала группы монтмориллонита и 10 вес.% гидрофосфата циркония, получив отверждающий агент FUJIBETON 3.

В этом эксперименте сначала взяли 99 вес.ч. портландцемента и начали перемешивание, затем добавили 1 вес.ч. отверждающего агента FUJIBETON 3, продолжая перемешивание. После перемешивания в течение 100 мин при 20°C получили смешанный материал.

Пример 4.

60 вес.ч. осадка выдерживали с целью обезвоживания, пока содержание воды не составило 55%. Полученный осадок перемешивали с 30 вес.ч. желтого песка и 10 вес.ч. смешанного материала примера 1 при 20°C 40 мин, получив смесь материалов.

Осадок представлял собой речной осадок. В табл. 1 приведены различные типы речного осадка (включающие осадок 1, осадок 2, осадок 3 и осадок 4) и содержание тяжелых металлов в них.

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в осадках примера 4

Показатель	Единицы	Осадок 1	Осадок 2	Осадок 3	Осадок 4
Содержание воды	%	51,0	58,9	53,5	56,0
PH	-	6,8	6,2	6,8	7,2
Cd	мг/кг	0,69	0,38	0,22	0,21
Hg	мг/кг	0,166	0,167	0,122	0,265
Cu	мг/кг	145	75,3	80,1	51,0
Pb	мг/кг	42,3	41,9	44,3	28,8
Cr	мг/кг	202	62,1	114	56,6
Zn	мг/кг	497	390	325	188
Ni	мг/кг	93,5	36,4	49,7	36,1
As	мг/кг	15,7	6,87	11,7	6,98

Размер частиц желтого песка составлял <4 мм.

Смесь материалов инжектировали в сборные формы для тротуарной плитки, подвергали виброобработке, выдерживали в тени и прохладе 6 дней, вынимали из форм, снова выдерживали в тени и прохладе 3 недели, получая тротуарную плитку 1 (соответствующую осадку 1), тротуарную плитку 2 (соответствующую осадку 2), тротуарную плитку 3 (соответствующую осадку 3) и тротуарную плитку 4 (соответствующую осадку 4).

Пример 5.

50 вес.ч. осадка выдерживали с целью обезвоживания, пока содержание воды не составило 55%. Полученный осадок перемешивали с 20 вес.ч. желтого песка и 30 вес.ч. смешанного материала примера 1 при 20°C 40 мин, получив смесь материалов.

Осадок представлял собой речной осадок. В табл. 1 приведены различные типы речного осадка (включающие осадок 1, осадок 2, осадок 3 и осадок 4) и содержание тяжелых металлов в них.

Размер частиц желтого песка составлял <4 мм.

Смесь материалов инжектировали в сборные формы для шестиугольных экологичных перфорированных кирпичей, подвергали виброобработке, выдерживали в тени и прохладе 6 дней, вынимали из

форм, снова выдерживали в тени и прохладе 3 недели, получая шестиугольные экологичные перфорированные кирпичи 1' (соответствующие осадку 1), шестиугольные экологичные перфорированные кирпичи 2' (соответствующие осадку 2), шестиугольные экологичные перфорированные кирпичи 3' (соответствующие осадку 3) и шестиугольные экологичные перфорированные кирпичи 4' (соответствующие осадку 4).

Пример 6.

50 вес.ч. осадка выдерживали с целью обезвоживания, пока содержание воды не составило 55%. Полученный осадок перемешивали с 20 вес.ч. желтого песка и 30 вес.ч. смешанного материала примера 2 при 20°C 20 мин, получив смесь материалов.

Осадок представлял собой речной осадок. В табл. 2 приведены различные типы речного осадка (включающие осадок 5, осадок 6 и осадок 7) и содержание тяжелых металлов в них.

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в осадках примера 6

Показатель	Единицы	Осадок 5	Осадок 6	Осадок 7
Содержание воды	%	60,0	71	80,4
PH	-	7,17	7,10	7,26
Cd	мг/кг	1,76	36,4	2,03
Hg	мг/кг	14,6	10,7	8,63
Cu	мг/кг	153	243	126
Pb	мг/кг	163	152	210
Cr	мг/кг	67	78	68
Zn	мг/кг	897	1010	655
Ni	мг/кг	47	79	38
As	мг/кг	17,9	10,7	8,63

Размер частиц желтого песка составлял <4 мм.

Смесь материалов инжектировали в сборные формы для тротуарной плитки, подвергали виброобработке, выдерживали в тени и прохладе 6 дней, вынимали из форм, снова выдерживали в тени и прохладе 3 недели, получая тротуарную плитку 5 (соответствующую осадку 5), тротуарную плитку 6 (соответствующую осадку 6) и тротуарную плитку 7 (соответствующую осадку 7).

Пример 7.

Тротуарную плитку и экологичные перфорированные кирпичи, полученные в примерах 4, 5 и 6, подвергли испытанию на сжатие с использованием автоматической машины для испытания на сжатие при изгибе DYE-300S. Результаты испытания приведены в табл. 3.

Таблица 3

Результаты испытания на сжатие (МПа) тротуарной плитки и экологичных перфорированных кирпичей, полученных в примерах 4, 5 и 6

Продукт	Прочность на сжатие	Продукт	Прочность на сжатие
Тротуарная плитка 1	4,39	Экологичный перфорированный кирпич 3’	6,72
Тротуарная плитка 2	4,67	Экологичный перфорированный кирпич 4’	6,43
Тротуарная плитка 3	4,22	Тротуарная плитка 5	3,79
Тротуарная плитка 4	4,50	Тротуарная плитка 6	3,28
Экологичный перфорированный кирпич 1’	6,10	Тротуарная плитка 7	3,31
Экологичный перфорированный кирпич 2’	6,82		

Эти результаты продемонстрировали, что все образны тротуарной плитки, полученные в примере 4, обладали прочностью на сжатие более 4,0 МПа при максимуме 4,67 МПа и минимуме 4,22 МПа. Все образцы тротуарной плитки, полученные в примере 6, обладали прочностью на сжатие более 3,0 МПа при максимуме 3,79 МПа и минимуме 3,28 МПа. Экологичные перфорированные кирпичи, полученные в примере 5, обладали прочностью на сжатие около 6,6 МПа при максимуме 6,82 МПа и минимуме 6,1 МПа. В соответствии с Technical Regulations for the Application of Silt Perforated Bricks (JGJT 293-2013),

продукты, полученные в примере 4 и примере 5 - тротуарная плитка и экологичные перфорированный кирпич - достигли уровня прочности кирпича MU30 и уровня прочности цементного раствора M15 и более. В результате использования в примерах 4, 5 и 6 смешанных материалов для обработки речных осадков, все полученные образцы тротуарной плитки и экологичных перфорированных кирпичей имели относительно высокую прочность на сжатие, отвечая требованиям, предъявляемым к покрытиям пешеходных дорожек и продуктам для экологичного укрепления незатопляемых берегов.

Пример 8.

После испытания тротуарной плитки и экологичных перфорированных кирпичей, полученных в примерах 4 и 5, на сжатие в примере 7, эти продукты размололи до порошка и на 18 ч погрузили в кислый раствор в соответствии с Solid Waste Leaching Toxicity Leaching Method Sulfuric Acid-Nitric Acid Method (HJ/T 299-2007). Отфильтрованный супернатант подвергли лабораторным испытаниям и провели дополнительный анализ эффекта стабилизации тяжелых металлов в тротуарной плитке. Результаты приведены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты анализа экстракта продуктов, полученных в примерах 4 и 5 (мг/л)

Показатель	Cu	Zn	Pb	Cd	Cr	Ni	As	Hg
Предел обнаружения	0,001	0,001	0,01	0,001	0,004	0,01	0,01	0,00001
Стандарт токсичности экстракта	50	50	3	0,3	10	10	1,5	0,05
Тротуарная плитка 1	0,153	ND	ND	ND	0,089	0,028	0,022	ND
Экологичный перфорированный кирпич 1’	0,264	ND	ND	ND	0,121	0,04	0,101	ND
Тротуарная плитка 2	0,232	ND	ND	ND	0,028	0,048	ND	ND
Экологичный перфорированный кирпич 2’	0,526	ND	ND	ND	0,046	0,096	0,228	ND
Тротуарная плитка 3	0,151	ND	ND	ND	0,044	0,046	0,011	ND
Экологичный перфорированный кирпич 3’	0,381	ND	ND	ND	0,098	0,07	0,03	ND
Тротуарная плитка 4	0,348	0,004	ND	ND	0,228	0,095	0,012	ND
Экологичный перфорированный кирпич 4’	0,563	0,002	ND	ND	0,042	0,145	0,026	ND

Примечание: "ND" в табл. 4 означает, что элемент не обнаружен.

Результаты этих экспериментов показали, что в экстракте каждого из образцов тротуарной плитки обнаружены металлы Cu, Cr и Ni, но их концентрации были относительно низкими. Зафиксированная концентрация Cu не превышала 0,563 мг/л, зафиксированная концентрация Cr не превышала 0,228 мг/л, и зафиксированная концентрация Ni не превышала 0,145 мг/л. Элементы Hg, Pb и Cd не обнаружены. Zn и As обнаружены отчасти, их концентрации были относительно низкими. Зафиксированная концентрация Zn не превышала 0,004 мг/л, и зафиксированная концентрация As не превышала 0,228 мг/л. В соответствии с Hazardous waste identification standard Leaching toxicity identification standard (GB 5085.3-2007), содержание тяжелого металла, обнаруженное в продукте каждого типа, было значительно меньше соответствующих стандартных величин, что указывает на то, что материал, использованный для обработки загрязненного осадка в соответствии с настоящим изобретением, оказывает удовлетворительное стабилизирующее воздействие на тяжелые металлы, присутствующие в речных осадках, все образцы тротуарной плитки и экологичных перфорированных кирпичей не проявляют токсичности при вымывании и могут быть безопасно использованы.

Пример 9.

После испытания тротуарной плитки, полученной в примере 6, на сжатие в примере 7, эти продукты размололи до порошка и на 18 ч погрузили в кислый раствор в соответствии с Solid Waste Leaching Toxicity Leaching Method Sulfuric Acid-Nitric Acid Method (HJ/T 299-2007). Отфильтрованный супернатант подвергли лабораторным испытаниям и провели дополнительный анализ эффекта стабилизации тяжелых металлов в тротуарной плитке. Результаты приведены в табл. 5.

Таблица 5

Результаты анализа экстракта тротуарной плитки, полученной в примере 6 (мг/л)

Показатель	Cu	Zn	Pb	Cd	Cr	Ni	As	Hg
Предел обнаружения	0,001	0,001	0,01	0,001	0,004	0,01	0,01	0,00001
Стандарт токсичности экстракта	50	50	3	0,3	10	10	1,5	0,05
Тротуарная плитка 5	3,12	8,37	0,78	0,023	0,96	1,22	0,13	0,0002
Тротуарная плитка 6	2,88	10,23	1,12	0,870	1,23	1,27	0,21	ND
Тротуарная плитка 7	3,79	6,12	0,98	0,031	0,89	0,97	0,17	ND

Примечание: "ND" в табл. 5 означает, что элемент не обнаружен.

Результаты этих экспериментов показали, что в экстракте каждого из образцов тротуарной плитки обнаружены тяжелые металлы Cu, Zn, Pb, Cd, Cr, Ni, As и Hg, но их концентрации были относительно низкими. Зафиксированная концентрация Cu не превышала 3,79 мг/л, зафиксированная концентрация Zn не превышала 10,23 мг/л, зафиксированная концентрация Pb не превышала 1,12 мг/л, зафиксированная концентрация Cd не превышала 0,87 мг/л, зафиксированная концентрация Cr не превышала 1,23 мг/л, зафиксированная концентрация Ni не превышала 1,27 мг/л, зафиксированная концентрация As не превышала 0,21 мг/л, и зафиксированная концентрация Hg не превышала 0,0002 мг/л. В соответствии с Hazardous waste identification standard Leaching toxicity identification standard (GB 5085.3-2007) содержание тяжелого металла, обнаруженное в продукте каждого типа, было значительно меньше соответствующих стандартных величин, что указывает на то, что материал, использованный для обработки загрязненного осадка в соответствии с настоящим изобретением, оказывает удовлетворительное стабилизирующее воздействие на тяжелые металлы, присутствующие в речных осадках, все образцы тротуарной плитки не проявляют токсичности при вымывании и могут быть безопасно использованы.

Ввиду изложенного выше, после обработки осадков смешанным материалом настоящего изобретения прочность на сжатие образцов кирпича из осадка была значительно увеличена, эти кирпичи могут быть использованы в кирпичной кладке как обычные спеченные кирпичи. Все образцы тротуарной плитки и экологичных перфорированных кирпичей, полученные в примерах, обладали относительно высокой прочностью на сжатие, отвечая требованиям, предъявляемым к покрытиям пешеходных дорожек и продуктам для экологичного укрепления незатопляемых берегов.

Эксперименты на вымывание показали, что в экстракте образцов каждого типа тротуарной плитки обнаружены тяжелые металлы Cu, Cr и Ni, но зафиксированные концентрации были относительно низкими. Зафиксированная концентрация Cu не превышала 3,79 мг/л, зафиксированная концентрация Zn не превышала 10,23 мг/л, зафиксированная концентрация Pb не превышала 1,12 мг/л, зафиксированная концентрация Cd не превышала 0,87 мг/л, зафиксированная концентрация Cr не превышала 1,23 мг/л, зафиксированная концентрация Ni не превышала 1,27 мг/л, зафиксированная концентрация As не превышала 0,21 мг/л, и зафиксированная концентрация Hg не превышала 0,0002 мг/л. Содержание тяжелого металла, обнаруженное в продукте каждого типа, было значительно меньше соответствующих стандартных величин, что указывает на то, что материал, использованный для обработки загрязненного осадка в соответствии с настоящим изобретением, оказывает удовлетворительное стабилизирующее воздействие на тяжелые металлы, присутствующие в речных осадках, все типы тротуарной плитки и экологичных перфорированных кирпичей не проявляют токсичности при вымывании и могут быть безопасно использованы.

Приведенные выше описания раскрываемых вариантов осуществления изобретения дает возможность специалистам в данной области реализовать или использовать это изобретение. Для специалистов в данной области очевидны различные модификации данных вариантов осуществления изобретения, и определенные в настоящем документе основные принципы могут быть воплощены в других вариантах осуществления изобретения без отступления от существа и объема настоящего изобретения. Следовательно, настоящее изобретение не должно ограничиваться продемонстрированными вариантами его осуществления, напротив, соответствует наиболее широкому объему, согласующемуся с принципами и новыми признаками, раскрываемыми в настоящем документе.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Рециркулированный материал, который изготовлен из исходных материалов, включающих следующие компоненты (в вес.ч.):

материал А - 50-60 частей,

вспомогательный материал В - 20-30 частей,

смешанный материал - 10-30 частей,

при этом материал А включает осадок, илистые отложения, зольную пыль или почву;

вспомогательный материал В включает желтый песок и/или железный порошок; и

смешанный материал включает, в вес.ч., 85-99 частей портландцемента и 1-15 частей отверждаю-

щего агента FUJIBETON, при этом отверждающий агент FUJIBETON включает
микропорошок диоксида кремния - 20-30 вес.%,
гашеная известь - 20-30 вес.%,
хлорид магния, хлорид кальция и/или карбонат натрия - 10-15 вес.%,
лигносульфонат - 10-15 вес.%,
минерал группы монтмориллонита - 10-15 вес.%,
соединение циркония - 10-15 вес.%,
суммарное содержание компонентов составляет 100%,
лигносульфонат включает лигносульфонат натрия или лигносульфонат калия; и
соединение циркония включает диоксид циркония или гидрофосфат циркония,
и при этом материал А характеризуется величиной pH 6,0-7,5 и содержанием воды 40-60%.

2. Рециркулированный материал по п.1, в котором смешанный материал приготовлен способом, включающим объединение и перемешивание портландцемента и отверждающего агента FUJIBETON с получением смешанного материала.

3. Рециркулированный материал по п.2, в котором температура перемешивания составляет 10-40°C, время перемешивания составляет 100-150 мин.

4. Рециркулированный материал по п.1, в котором размер частиц желтого песка составляет <4 мм; и железный порошок является чугунным порошком с размером частиц 150-500 мкм.

5. Способ получения рециркулированного материала по п.1, включающий следующие стадии, на которых

А) объединяют и перемешивают материал А, вспомогательный материал В и смешанный материал, получая смесь материалов;

В) подвергают смесь материалов экструзионному формованию, выдерживанию и сушке или инжектируют смесь материалов в формы различной конфигурации, выдерживают, вынимают из форм, снова выдерживают с получением рециркулированного материала.

6. Способ по п.5, в котором на стадии А) температура объединения и перемешивания составляет 10-40°C; время объединения и перемешивания составляет 20-40 мин.

7. Способ по п.5, в котором стадия В) включает инжектирование смеси материалов в формы различной конфигурации, выдерживание 5-7 дней, выемку из форм и снова выдерживание 3 недели с получением рециркулированного материала.

Евразийская патентная организация, ЕАПВ
Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2