

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044358**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.08.21

(21) Номер заявки
202090784

(22) Дата подачи заявки
2018.09.19

(51) Int. Cl. **E02D 3/00** (2006.01)
B29D 28/00 (2006.01)
E02D 29/02 (2006.01)

(54) **ГЕОРЕШЕТКИ**

(31) **1715202.6**

(32) **2017.09.20**

(33) **GB**

(43) **2020.07.09**

(86) **PCT/GB2018/052670**

(87) **WO 2019/058113 2019.03.28**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ТЕНСАР ТЕКНОЛОДЖИЗ
ЛИМИТЕД (GB)**

(72) Изобретатель:
Кёрсон Эндрю (GB)

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

(56) **WO-A1-2009102475**
US-A-3666609
GB-A-2391832
WO-A1-2013061049
US-A-5269631

(57) В изобретении раскрывается георешетка в форме выполненной как единое целое ячеистой структуры, содержащей молекулярно ориентированный полимерный материал, причем ячеистая структура формируется из взаимно соединенных задающих ячеистую сеть элементов, включающих в себя удлиненные растяжимые элементы, при этом молекулярная ориентация ячеистой структуры является однородной по всей протяженности. Также описывается способ изготовления георешетки и его использование при стабилизации, армировании или упрочнении массы материала в виде частиц.

B1

044358

044358

B1

Настоящее изобретение относится к георешеткам в форме ячеистых структур, которые содержат молекулярно ориентированные полимеры для того, чтобы предоставлять улучшенные характеристики георешетки, такие как повышенная прочность и/или жесткость.

Георешетки представляют собой ячеистые структуры с высокой прочностью на растяжение, используемые для того, чтобы стабилизировать или армировать материал в виде частиц (например, грунт или наполнитель) в геоинженерных конструкциях. Более конкретно, георешетка заглубляется в материал в виде частиц конструкции таким образом, что этот материал затем может сцепляться в открытых ячеистых сетях георешетки. Георешетки могут изготавливаться множеством различных способов, например, посредством связывания сшиванием ткани, изготовленной, например, из полимерных нитей, и применения гибкого покрытия, такого как PVC или битум, либо посредством плетения, либо посредством вязания или даже соединения ориентированных пластиковых скруток между собой (например, посредством применения механических креплений, клеящих материалов или процессов сварки).

Также известно, что георешетки могут производиться посредством растягивания пластикового листа полимерного исходного материала (полимерного исходного листа), который содержит (например, посредством перфорации) матрицу отверстий (например, в прямоугольном или другом подходящем решетчатом рисунке). Растягивание полимерного исходного листа производит георешетку в форме ячеистой структуры, состоящей из задающих ячеистую сеть элементов, включающих в себя удлиненные растяжимые элементы, а также соединения, причем растяжимые элементы взаимно соединяются, по меньшей мере, частично посредством соединений. Такие георешетки зачастую упоминаются в качестве георешеток с перфорацией и растягиванием. При производстве георешеток посредством этого процесса, операция растягивания вытягивает полимер в направлении растягивания в форму удлиненных растяжимых элементов с последовательным увеличением отверстий в изначальном исходном материале листа для того, чтобы производить конечную ячеистую структуру (т.е. георешетку). Операция растягивания предоставляет молекулярную ориентацию полимера (в направлении растягивания) в удлиненных растяжимых элементах, а также (но в меньшей степени) в соединениях. Степень ориентации может представляться посредством степени растяжения, которая представляет собой отношение расстояния между двумя точками на поверхности георешетки по сравнению с расстоянием между соответствующими точками на исходном материале листа (т.е. до растягивания). Именно молекулярная ориентация предоставляет требуемые характеристики для георешетки (поскольку молекулярно ориентированный полимер имеет значительно более высокую прочность и жесткость в направлении растягивания, чем неориентированный полимер). Молекулярная ориентация является необратимой при нормальных температурных условиях, воздействию которых георешетка подвергается после ее изготовления, например, в ходе хранения, транспортировки и использования.

Георешетки, произведенные посредством растягивания апертурных полимерных исходных листов, могут одноосно или двуосно ориентироваться. В случае одноосно ориентированной ("одноосной") георешетки, растягивание осуществляется только в одном направлении, тогда как двуосно ориентированная ("двуосная") георешетка производится посредством использования двух операций растягивания, поперечных по отношению друг другу в плоскости исходного материала листа, причем эти операции обычно являются перпендикулярными друг другу и, в общем, осуществляются последовательно (но могут осуществляться одновременно с помощью соответствующего оборудования, известного в отрасли). Такие технологии для производства одноосных и двуосных ячеистых структур посредством растягивания апертурного полимерного исходного листа в одном направлении (для одноосного продукта) или в двух направлениях (для двуосного продукта) раскрываются, например, в GB 2035191 (является эквивалентной US 4374798 и EP 0374365). Дополнительные примеры георешеток показаны в WO 2004/003303 и WO 2013/061049.

При изготовлении одноосных и двуосных георешеток, апертурный полимерный исходный лист обычно является удлиненным (и имеет форму неориентированной сетки) и первоначально растягивается в направлении длины. Для целей производства одноосной георешетки, она представляет собой единственную операцию растягивания. В случае двуосной георешетки, сетка также растягивается в поперечном направлении. Это поперечное растягивание обычно выполняется после продольного растягивания (хотя может выполняться одновременно) и обычно является перпендикулярным продольному растягиванию.

Традиционные одноосные георешетки производятся посредством растягивания удлиненного апертурного полимерного исходного листа в направлении длины и содержат:

(a) множество в общем параллельных (и поперечно разнесенных) реберных структур, протягивающихся в направлении растягивания, и

(b) множество в общем параллельных (и продольно разнесенных) балочных структур, протягивающихся поперечно (обычно перпендикулярно) к реберным структурам, причем реберные структуры и балочные структуры взаимно соединяются посредством соединений в разнесенных местоположениях вдоль своих соответствующих длин, за счет чего реберные структуры подразделяются по длине на чередующиеся соединения и реберные сегменты (формирующие удлиненные молекулярно ориентированные растяжимые элементы ячеистой структуры), и балочные структуры подразделяются по длине на чередующиеся балочные сегменты и соединения.

При более подробном рассмотрении производства традиционных одноосных георешеток, матрица отверстий в полимерном исходном листе, в общем, выполнена с возможностью состоять из первых строк отверстий, протягивающихся в первом

направлении, и вторых строк отверстий, протягивающихся во втором направлении, которое является поперечным (и, в общем, перпендикулярным) к первому направлению. При производстве одноосной георешетки, полимерный исходный лист растягивается параллельно первому направлению. Это приводит к формированию вышеуказанных реберных структур из областей исходного листа между смежными первыми строками отверстий и к формированию балочных структур из областей материала между смежными вторыми строками отверстий.

Традиционные одноосные решетки экстенсивно используются в вариантах применения, в которых механическое напряжение прикладывается главным образом в одном направлении, например, при армировании склонов, насыпей или модульных блочных, панельных и других конструкций подпорных стен. В таких структурах, механические напряжения переносятся из армируемого материала в виде частиц вдоль реберных структур и в балки. Конечно, именно молекулярная ориентация реберных сегментов (т.е. растяжимых элементов) по длине приспособливает одноосные георешетки для использования в вариантах применения с армированием, в которых механическое напряжение прикладывается главным образом в одном направлении.

Типично, одноосные георешетки являются такими, что, как определено в направлении длины реберной структуры, степень растяжения в средней точке реберного сегмента составляет приблизительно 8:1. Типично, также балочные сегменты в традиционной одноосной георешетке имеют ширину от 16 до 20 мм, измеренную в направлении, параллельном длине реберных структур, и состоят из практически неориентированного полимера. Более конкретно, полимер практически не ориентируется по длине и ширине балочных сегментов и аналогично также в соединениях при рассмотрении как по длине реберной структуры, так и по длине балочной структуры. Следует принимать во внимание, что вес неориентированного полимера в поперечной балочной структуре может представлять значительную процентную долю от полного веса одноосной георешетки. Таким образом, когда считается, что наиболее эффективный вариант использования полимера в георешетках представляет собой вариант использования, который ориентируется в скрутках (поскольку это предоставляет улучшенные механические свойства и уменьшенный вес), следует принимать во внимание, что относительно существенное количество неориентированного полимера в балочных структурах (балочных сегментах и соединениях) предоставляет снижение эффективности георешетки.

WO 2013/061049 относится к разработке одноосных георешеток, произведенных посредством растягивания апертурного полимерного исходного листа. В одноосных георешетках, произведенных в соответствии с WO 2013/061049, ориентация реберных сегментов протягивается (хотя и в меньшей степени) через соединения. Раскрываются варианты осуществления, в которых степень растяжения в средней точке реберных сегментов (измеренная в направлении растягивания) составляет приблизительно 9:1, и степень растяжения в средних точках соединений (снова измеренная в направлении растягивания) составляет приблизительно от 5:1 до 6:1. Таким образом, реберные структуры имеют существенную степень ориентации по длине (при этом ориентация является максимальной в средних точках длин реберных сегментов и минимальной в средних точках соединений). Одноосные георешетки, произведенные в соответствии с WO 2013/061049, предоставляют улучшение по сравнению с одноосными георешетками, поясненными в предыдущем параграфе, но несмотря на это (как указано), ориентация в средней точке соединений является еще более низкой, чем ориентация в средней точке реберных сегментов (при рассмотрении в направлении длины). Кроме того, все одноосные георешетки, описанные выше (включающие в себя одноосные георешетки, произведенные в соответствии с WO 2013/061049), имеют балочные сегменты (между соединениями), которые относительно гораздо толще реберных сегментов. Области изначального полимерного исходного листа, которые формируют балочные сегменты, остаются нерастянутыми (или, по меньшей мере, практически нерастянутыми) и в силу этого эффективно имеют толщину, идентичную толщине изначального исходного листа. Балочные сегменты в силу этого включают неориентированный полимер, что является невыгодным, поскольку неориентированный полимер не вносит значительный вклад в повышение прочности георешетки, что является неэффективным, поскольку пропорция полимера не улучшает требуемые свойства георешетки. Для одноосных георешеток такие требуемые свойства включают в себя прочность на кратковременное растяжение и процентную долю от прочности на кратковременное растяжение, которая доступна для того, чтобы предоставлять рабочие характеристики долговременной "ползучести" продукта (или срок службы при длительно действующей нагрузке). Рабочие характеристики ползучести могут выражаться с точки зрения коэффициента (RF_{CR}) уменьшения ползучести, который может определяться в соответствии с PD ISO TR 20432/2007 на основе статических тестов на ползучесть в соответствии BS EN ISO 13431/1999 и тестирования на ползучесть на основе пошагового изотермического способа в соответствии с ASTM D6992/03. Установление рабочих характеристик ползучести является, в частности, полезным фактором при определении долговременной прочности георешетки, предназначенной для армирования грунта.

Одноосные георешетки предшествующего уровня техники в форме выполненных как единое целое

ячеистых структур имеют коэффициент уменьшения ползучести приблизительно в 50%. Требуется улучшение этих рабочих характеристик.

Кроме того, в одноосных георешетках, относительно толстые балочные сегменты являются помехой для "укладки" листов (т.е. для использования нескольких слоев одноосной георешетки с идентичной (или отличающейся) прочностью, чтобы предоставлять варианты с повышенной прочностью). Дополнительно толстые балочные сегменты являются помехой для сматывания одноосных георешеток в рулоны.

Присутствие утолщенных соединений также представляет собой признак двусосных георешеток в форме выполненных как единое целое ячеистых структур, производимых посредством растягивания апертурного полимерного исходного листа.

В силу этого цель настоящего изобретения заключается в том, чтобы исключить или уменьшать вышеуказанные недостатки.

Согласно первому аспекту настоящего изобретения предусмотрена георешетка, которая имеет форму выполненной как единое целое ячеистой структуры, содержащей, предпочтительно состоящей фактически, более предпочтительно состоящей из молекулярно ориентированного полимерного материала, причем ячеистая структура формируется из взаимно соединенных задающих ячеистую сеть элементов, включающих в себя удлиненные растяжимые элементы, при этом молекулярная ориентация полимерного материала ячеистой структуры является однородной по всей протяженности.

Необязательно, ячеистая структура является пластиковой. Пластиковые материалы являются гнущимися, допускающими придание формы, деформацию или формование, поскольку энергия подается в них посредством нагрева и/или механических процессов, таких как растягивание и/или (со)экструзия. Предпочтительно, полимерный материал, который используется для того, чтобы формировать георешетки по изобретению, демонстрирует пластические свойства, по меньшей мере, во время процесса изготовления георешетки.

"Однородный" и/или "однородно" при использовании в данном документе (например, относительно "однородно молекулярно ориентированный" и/или "однородная (одинаковая толщина)") охватывают практически однородный, как задано количественно в данном документе, причем однородный является предпочтительным при 100% от требуемого или среднего значения (например, ориентации, измеренной посредством MD-степени растяжения и/или толщины ячеистой сети в мм).

Согласно второму аспекту настоящего изобретения предусмотрен способ производства георешетки, содержащий этапы:

(а) растягивание удлиненного листа, содержащего, предпочтительно состоящего фактически, более предпочтительно состоящего из полимерного исходного материала, по меньшей мере, в первом направлении, чтобы формировать предшественник георешетки в форме листа, который имеет однородно молекулярно ориентированный полимерный материал по всей протяженности, и

(б) преобразование предшественника георешетки в георешетку посредством формирования апертур в предшественнике георешетки, чтобы задавать выполненную как единое целое ячеистую структуру, сформированную из взаимно соединенных задающих ячеистую сеть элементов, включающих в себя удлиненные растяжимые элементы, за счет чего молекулярная ориентация полимерного материала георешетки является однородной по всей протяженности.

Молекулярная ориентация (к примеру, однородная молекулярная ориентация) полимерного материала в георешетке может определяться посредством множества технологий, известных в данной области техники. Специалисты в данной области техники должны понимать, что молекулярная ориентация в полимерном материале представляет собой внутренне присущее неотъемлемое свойство материала, возникающее в результате увеличенного совмещения полимерного материала независимо от того, представляет оно собой совмещение полимерных цепей, когда аморфный полимер растягивается в направлении ориентации, и/или обусловлено совмещением полимерных цепей и/или полимерных кристаллических областей, когда полукристаллический или кристаллический полимер растягивается в направлении ориентации. Таким образом, степень ориентации полимерного материала, измеренная в любом направлении и так или иначе заданная (например, посредством степени вытяжки или растяжения), не требует знания процесса, посредством которого изготовлен полимерный материал, поскольку она представляет собой внутренне присущее измеримое свойство материала, извлекаемое только из материала. Подходящие технологии для измерения ориентации полимеров могут включать в себя, но не только, любое из следующего: рентгеновская дифракция, нарушенное полное отражение (ATR) посредством инфракрасной спектроскопии на основе преобразования Фурье (FT-IR), двойное лучепреломление, динамические модули упругости, поляризованная люминесценция, широколинейный NMR, ультрафиолетовый и инфракрасный дихроизм, поляризованная спектроскопия; и/или возврат из состояния усадки. XRD и/или возврат из состояния усадки хорошо подходят для определения молекулярной ориентации полимеров в георешетках при условии, что георешетки толще множества полимерных пленок, подготовленных для других вариантов использования, и типично являются непрозрачными для некоторого излучения в качестве георешеток, зачастую имеющих ультрафиолетовые поглотители, такие как углеродная сажа, рассеянная в них. Неограничивающий пример конкретного предпочтительного практического теста для определения ориентации полимеров георешеток настоящего изобретения представляет собой тест на возврат из состояния

усадки. Он предоставляет быструю простую проверку, которая может легко выполняться для того, чтобы получать достаточно точную степень ориентации полимеров в пределах 2% от истинного значения, что для георешеток является достаточным для большинства обстоятельств. Специалисты в данной области техники должны принимать во внимание и выбирать другой из множества известных тестов, если требуется более высокая точность.

Тест на возврат из состояния усадки для того, чтобы определять степень молекулярной ориентации, присутствующей в выборке, может преимущественно выполняться следующим образом. Выборка ориентированного полимера нагревается при достаточно высокой температуре в течение достаточно длительного времени, чтобы возвращаться в абсолютно ослабленное состояние, в котором полимерные цепи (и/или полимерные кристаллические области, если полимер является кристаллическим или полукристаллическим) являются аморфными и не ориентируются ни в одном направлении. После нагрева, выборки в силу этого должна сжиматься (или возвращаться) в свое состояние до задания ориентации, и в силу этого отношение выборки до и после возврата в исходное состояние предоставляет степень вытяжки. Температура нагрева должна зависеть от конкретного тестируемого полимера или полимерной смеси, но типично должна составлять близко к его точке плавления (например, в пределах 10°C, предпочтительно в пределах 5°C). Длительность нагрева в этом тесте предпочтительно задается до тех пор, пока не наблюдается дополнительная усадка. Конкретный пример этого теста показан на фиг. 8 и описан в примере 5.

Изобретение представляет собой отступление от предыдущих выполненных как единое целое полимерных георешеток в том, что георешетка по изобретению является однородно молекулярно ориентированной по всей протяженности. Напротив, предыдущие выполненные как единое целое полимерные георешетки являются такими, что молекулярная ориентация полимера варьируется по всей георешетке (например, отличается между соединениями и растяжимыми элементами, а также варьируется вдоль растяжимых элементов и между соединениями). Однородная молекулярная ориентация полимера по всей георешетке изобретения предоставляет значительное повышение эффективности, с которой используется полимер, и приводит к георешеткам с улучшенными свойствами (в частности, прочностью на растяжение и устойчивостью к ползучести) по сравнению с предыдущими георешетками. Однородная молекулярная ориентация георешеток изобретения может получаться посредством формирования георешетки из предшественника георешетки (который имеет однородно молекулярно ориентированные полимеры) посредством формирования апертур, например, посредством перфорации в предшественнике, чтобы задавать георешетку. Непосредственно предшественник георешетки получается посредством растягивания полимерного исходного листа, по меньшей мере, в одном направлении таким образом, чтобы придавать молекулярную ориентацию и формировать предшественник георешетки.

Предоставляется дополнительное преимущество в том, что георешетки в соответствии с первым аспектом изобретения могут иметь фактически одинаковую толщину, получающуюся в результате того факта, что полимерный исходный лист может непосредственно иметь фактически одинаковую толщину, как и предшественник георешетки (произведенный посредством растягивания), в котором формируются апертуры. Под "фактически одинаковой толщиной" в контексте георешетки подразумевается, что, помимо утолщения вдоль одного или более краев георешетки (обычно возникающего в результате процесса, посредством которого георешетка производится и в идеале обрезается для целей коммерчески приемлемого продукта), георешетка имеет одинаковую толщину (или практически одинаковую толщину, как задано в данном документе) в оставшейся области, за исключением следующего:

(a) любое локализованное варьирование, вызываемое посредством необязательного профилирования поверхности, и/или

(b) небольшое искажение вокруг периферий апертур (например, "меток от приложения давления", поясненные ниже), возникающих в результате процесса, который вводит апертуры.

Любое утолщение краев на одном или более краев георешетки должно протягиваться в продольном направлении георешетки, и ширина (любой такой утолщенной области) с большой вероятностью должна составлять меньше 5% от полной ширины георешетки. Как указано выше, утолщенные края могут удаляться из конечного продукта.

Под "фактически одинаковой толщиной" предшественника георешетки подразумевается "идентичная" случаю георешетки, за исключением того, что (b) не представляет собой признак предшественника георешетки. Под "фактически одинаковой толщиной" в контексте исходного материала листа подразумевается, что лист имеет одинаковую толщину за исключением локализованных варьирований, вызываемых посредством необязательного профилирования поверхности.

Таким образом, задающие ячеистую сеть элементы георешетки могут иметь фактически идентичную толщину. В силу этого, практически отсутствуют, предпочтительно отсутствуют утолщенные области георешетки, содержащие неориентированный полимер (или полимер, ориентированный в определенной степени меньше растяжимых элементов), который не вносит значительный вклад в прочность продукта. Кроме того, фактически плоский характер георешетки представляет собой значительное преимущество с точки зрения обработки листов георешетки, в частности, в силу упрощения их "укладки" (см. выше). Относительно одинаковая толщина георешетки также обеспечивает возможность поперечного

соединения решеток, чтобы предоставлять варьирования широты. Дополнительно, имеется возможность проще обергивать георешетку вокруг соединителей, элементов отделки или других вспомогательных компонентов, используемых в структурах. В завершение, относительно одинаковая толщина упрощает производство меньших диаметров рулонов георешетки, что повышает эффективность транспортировки.

Это приводит к третьему аспекту изобретения, согласно которому предусмотрена георешетка в форме выполненной как единое целое молекулярно ориентированной пластиковой ячеистой структуры, содержащей удлиненные растяжимые элементы, взаимно соединенные посредством соединений в ячеистой структуре, при этом соединения и удлиненные растяжимые элементы имеют идентичную среднюю толщину.

Согласно четвертому аспекту настоящего изобретения, предусмотрен способ производства георешетки, содержащий этапы:

(a) растягивание удлиненного исходного листа, содержащего, предпочтительно состоящего фактически, более предпочтительно состоящего из полимерного материала, по меньшей мере, в первом направлении, чтобы формировать предшественник георешетки в форме листа, который имеет одинаковую толщину, и

(b) преобразование предшественника георешетки в георешетку посредством формирования апертур в предшественнике георешетки, чтобы задавать выполненную как единое целое ячеистую структуру, содержащую удлиненные растяжимые элементы, взаимно соединенные посредством соединений в ячеистой структуре, за счет чего соединения и удлиненные растяжимые элементы имеют одинаковую толщину.

Предпочтительные георешетки по изобретению соответствуют первому и третьему аспектам изобретения, т.е. георешетки имеют полимеры с однородной молекулярной ориентацией по всей протяженности и содержат удлиненные растяжимые элементы, соединенные посредством соединений, которые имеют среднюю толщину, идентичную средней толщине растяжимых элементов.

Другими словами и в качестве пятого аспекта, изобретение предоставляет георешетку, которая имеет форму выполненной как единое целое ячеистой структуры, содержащей, предпочтительно состоящей фактически, более предпочтительно состоящей из полимерного материала, причем ячеистая структура содержит удлиненные растяжимые элементы, взаимно соединенные посредством соединений в ячеистой структуре, при этом практически отсутствует утолщение, предпочтительно отсутствует утолщение соединений, вызываемое посредством процесса растягивания, посредством которого произведена георешетка.

Георешетка в соответствии с изобретением может представлять собой одноосную георешетку и может определять коэффициент (RF_{CR}) уменьшения ползучести в соответствии с PD ISO/TR 20432:2007 на основе статических тестов на ползучесть в соответствии с BE EN ISO 13431:1999 и тестирования на ползучесть на основе пошагового изотермического способа в соответствии с ASTM D6992-03 по меньшей мере в 55%, более предпочтительно по меньшей мере в 60%, еще более предпочтительно по меньшей мере в 65% и наиболее предпочтительно по меньшей мере в 70%.

Это приводит к шестому аспекту изобретения, согласно которому предусмотрена георешетка, которая имеет форму выполненной как единое целое ячеистой структуры, содержащей, предпочтительно состоящей фактически, более предпочтительно состоящей из молекулярно ориентированного полимерного материала, который одноосно ориентируется, и при этом георешетка имеет коэффициент (RF_{CR}) уменьшения ползучести, определенный в соответствии с PD ISO/TR 20432:2007 на основе статических тестов на ползучесть в соответствии с BE EN ISO 13431:1999 и тестирования на ползучесть на основе пошагового изотермического способа в соответствии с ASTM D6992-03 по меньшей мере в 55%, более предпочтительно по меньшей мере в 60%, еще более предпочтительно по меньшей мере в 65% и наиболее предпочтительно по меньшей мере в 70%.

Предпочтительно предшественник георешетки, из которого изготавливается георешетка, является удлиненным и произведен посредством растягивания удлиненного полимерного исходного листа в направлении длины листа (за счет чего первое направление задается по длине листа и, соответственно, по длине предшественника георешетки). Растягивание в направлении длины такого исходного листа может представлять собой единственную осуществляемую операцию растягивания, либо оно может представлять собой одну из нескольких операций растягивания в различных направлениях. В силу этого изобретение является применимым к одноосно и к двуосно ориентированным георешеткам.

Полимерный материал преимущественно обозначает материал, содержащий, предпочтительно состоящий фактически, более предпочтительно состоящий из одного или более полимеров, которые имеют достаточно высокий молекулярный вес, чтобы предоставлять требуемые свойства (например, прочность и/или жесткость) для георешетки при использовании в вариантах применения, описанных в данном документе, но также предпочтительно являются достаточно пластиковыми, чтобы допускать обработку посредством приложения тепла, давления и/или механической обработки для того, чтобы ориентироваться так, как описано в данном документе. Различные полимерные материалы могут использоваться для полимерного исходного листа (и в силу этого элемента-предшественника георешетки), и неограничивающие примеры подходящих полимеров описываются в данном документе, причем эти полимеры

могут быть пластиковыми, преимущественно термопластическими.

Неограничивающие примеры полимеров, подходящих для использования в подготовке ячеистой сети настоящего изобретения, представляют собой полиолефины (например, полипропилен и/или полиэтилен), полиуретаны, поливинилгалиды (например, поливинилхлорид (PVC)), сложные полиэфиры (например, полиэтилентерефталат, PET), полиамиды (например, нейлоны) и/или неуглеродородные полимеры. Еще более предпочтительные полимеры представляют собой полиэтилен высокой плотности (HDPE), полипропилен (PP) и полиэтилентерефталат (PET), причем HDPE представляет собой наиболее предпочтительный полимер.

Удобно, что исходный материал полиолефинового листа может содержать один или более полиолефинов (например, полипропиленовый гомополимер, полиэтиленовый гомополимер (например, полиэтилен высокой плотности, HDPE) и/или полипропиленовый/полиэтиленовый сополимер(ы); необязательно в одном или более слоев). Составляющие полимеры и/или слои в листе могут ориентироваться, выдуваться, усаживаться, растягиваться, отливаться, экструдироваться, соэкструдироваться и/или содержать любые подходящие сочетания и/или комбинации вышеозначенного. Листы необязательно могут перекрестно сшиваться посредством любого подходящего средства, такого как перекрестное сшивание электронным лучом (EB) или ультрафиолетовое перекрестное сшивание, при необходимости, посредством использования подходящих добавок в листе.

Полимеры, такие как смолы, используемые для того, чтобы производить полимерные исходные листы, в общем, предлагаются на рынке в форме гранул и могут расплавляться со смешиванием или механически смешиваться посредством популярных способов, известных в данной области техники, с использованием предлагаемого на рынке оборудования, включающего в себя кантователи, смесители и/или смешиватели. Полимеры могут иметь другие дополнительные полимеры или смолы, смешиваемые с ними, наряду с известными добавками, такими как вспомогательные обрабатывающие средства и/или красители. Способы для производства полиолефиновых листов известны и включают в себя технологию экструзии листов через щелевые матрицы.

Например, чтобы производить полимерный лист, полимеры и добавки вводятся в экструдер, в котором полимеры расплавляются с пластифицированием посредством нагрева и затем переносятся в экструзионную матрицу для образования листа. Температуры экструзионной матрицы, в общем, должны зависеть от конкретного обрабатываемого полимера, и подходящие диапазоны температур являются общеизвестными в данной области техники или предоставляются в технических бюллетенях, публикуемых посредством изготовителей полимеров. Температуры обработки могут варьироваться в зависимости от выбранных параметров технологического процесса.

Полимерный исходный лист может ориентироваться посредством растягивания при подходящей температуре в зависимости от своего составляющего полимера(ов). Результирующий ориентированный лист может демонстрировать значительно улучшенные свойства при растяжении и по жесткости. Ориентация может задаваться вдоль одной оси, если лист растягивается только в одном направлении, либо может быть двусосной, если лист растягивается в каждом из двух взаимно перпендикулярных направлений в плоскости листа. Двусосный ориентированный лист может быть сбалансированным или несбалансированным, при этом несбалансированный лист имеет более высокую степень ориентации в предпочтительном направлении, обычно в поперечном направлении. Традиционно, продольное направление (LD) представляет собой направление, в котором лист проходит через машину (также известное как направление обработки в машине, или MD), и поперечное направление (TD) является перпендикулярным MD. Предпочтительные двусосные листы ориентируются в MD и в TD.

Изначальный полимерный исходный лист, например, может иметь толщину в 2-12 мм, более предпочтительно в 4-10 мм и еще более предпочтительно в 4-9 мм. В частности, подходящая толщина для полимерного исходного листа составляет приблизительно 6 мм.

Ориентация листа может достигаться посредством любой подходящей технологии. Например, плоский лист может ориентироваться посредством одновременного или последовательного растягивания в каждом из двух взаимно перпендикулярных направлений посредством ширительного приспособления или посредством комбинации вытяжных роликов и ширительного приспособления. Степень, в которой растягивается лист, зависит в некоторой степени от конечного варианта использования, для которого предназначен лист, но удовлетворительные растяжимые и другие свойства, в общем, проявляются, когда лист растягивается при отношениях, описанных в данном документе. При растягивании полимерного исходного листа для того, чтобы формировать предшественник георешетки (который впоследствии снабжается апертурой, чтобы формировать георешетку), степень растяжения, например, может в одном варианте осуществления составлять, по меньшей мере, 4:1, в другом варианте осуществления составлять по меньшей мере 5:1 и в дополнительном варианте осуществления составлять по меньшей мере 7:1. Обычно степень растяжения не должна превышать 12:1. Тем не менее, степень растяжения должна зависеть от ряда факторов, например, типа используемого полимера, начальной толщины полимерного исходного листа и того, должна ли производиться одноосно ориентированная или двусосно ориентированная георешетка. Просто в качестве неограничивающего примера, для случая, в котором полимерный исходный лист содержит HDPE, максимальная степень растяжения, в общем, должна составлять приблизи-

тельно 10:1. Напротив, степень растяжения, в общем, должна составлять максимум приблизительно 4:1, когда полимер представляет собой ПЕТ.

После растягивания, полимерный исходный лист может подвергаться термостабилизации при одновременном ограничении по усадке или даже сохранении постоянных размерностей, при подходящей температуре. Оптимальная температура термостабилизации может легко устанавливаться посредством простого экспериментирования. Удобно, что лист может подвергаться термостабилизации при температурах в диапазоне приблизительно от 100 приблизительно до 160°C. Термостабилизация может затрагиваться посредством традиционных технологий, например, посредством одного или более из следующего: система с ширительным приспособлением; один или более нагретых валиков и/или ограниченная термическая обработка.

Степень растяжения, как упомянуто в данном документе, является такой, как измерено в холодном состоянии после прекращения действия растягивающей силы (и после того, как выполняется отжиг), причем степень растяжения измеряется на поверхности георешетки. Следует понимать, как подробнее описано в данном документе, что степень растяжения представляет собой внутренне присущее свойство ориентированного полимерного исходного листа и/или ориентированной полимерной ячеистой сети изобретения и может определяться из листа или только из ячеистой сети независимо от условий процесса задания ориентации.

Георешетки в соответствии с изобретением могут одноосно или двуосно ориентироваться.

В предпочтительных вариантах осуществления изобретения, удлиненные растяжимые элементы являются "лентообразными" в том, что они имеют ширину (измеренную для главной поверхности георешетки), которая превышает их глубину (представленную посредством толщины георешетки), при этом как ширина, так и глубина значительно меньше длины. Предпочтительно, если поперечное сечение растяжимых элементов является однородным по длине. В частности, предпочтительно, если удлиненные растяжимые элементы имеют однородное прямоугольное поперечное сечение по длине.

В вариантах осуществления изобретения удлиненные растяжимые элементы не представляют собой "нити" в том, что они не представляют собой тонкие нитки или элементарные волокна, при этом их ширина (измеренная для главной поверхности георешетки) является практически идентичной их глубине (представленной посредством толщины георешетки). В вариантах осуществления, удлиненные растяжимые элементы не имеют однородного эллиптического поперечного сечения или круглого поперечного сечения по длине.

Изобретение является, в частности, применимым к одноосным георешеткам (и к их производству), в которых растягивание в первом направлении представляет собой единственное растягивание, применяемое во время производства предшественника георешетки. Одноосные георешетки, произведенные в соответствии с изобретением, предпочтительно содержат (а) множество, в общем, параллельных реберных структур, предоставляющих удлиненные растяжимые элементы и протягивающихся в первом направлении (т.е. в направлении, в котором полимерный исходный лист растянут, чтобы производить элемент-предшественник георешетки), и (б) множество элементов-соединителей (выполненных как единое целое с реберными структурами), причем каждый из них служит для того, чтобы соединить смежные реберные структуры между собой, причем элементы-соединители, соединяющие любые две смежные реберные структуры, продольно разнесены друг от друга в направлении реберных структур.

В соответствии с первым аспектом изобретения, такая георешетка может однородно молекулярно ориентироваться по всей протяженности. Дополнительно, соединители могут размещаться в качестве множества наборов, при этом соединители любого набора совмещаются друг с другом (в направлении, поперечном реберным структурам), и наборы разнесены друг от друга в продольном направлении реберных структур.

Предпочтительная георешетка в соответствии с третьим аспектом изобретения содержит:

(а) множество, в общем, параллельных реберных структур, протягивающихся в первом направлении (т.е. в направлении, в котором полимерный исходный лист растянут, чтобы производить элемент-предшественник георешетки), и

(б) множество разнесенных, в общем, параллельных балочных структур, протягивающихся поперечно (предпочтительно перпендикулярно) к реберным структурам, причем упомянутые реберные структуры и упомянутые балочные структуры взаимно соединяются посредством соединений в разнесенных местоположениях вдоль своих соответствующих длин, за счет чего реберные структуры подразделяются по длине на чередующиеся соединения и реберные сегменты, и балочные структуры подразделяются по длине на чередующиеся балочные сегменты и соединения.

В такой конструкции одноосной георешетки, которая включает признаки первого и третьего аспектов изобретения, предоставляется такое преимущество, что (при рассмотрении в первом направлении) ориентация полимера не варьируется по длине реберных структур, как и в случае предыдущих одноосных георешеток, в которых (при рассмотрении в направлении растягивания) ориентация является максимальной в центре реберных сегментов и падает между такими смежными центрами, при этом минимум находится в центре соединений. Предоставляется такое дополнительное преимущество, что георешетка имеет фактически одинаковую толщину, поскольку все области георешетки растянуты до идентичной

протяженности. В силу этого, отсутствуют более толстые балочные сегменты, содержащие неориентированный полимер, который не вносит значительный вклад в прочность георешетки. Кроме того, фактически плоский характер георешетки представляет собой значительное преимущество с точки зрения обработки листов георешетки, в частности, в силу упрощения комбинаций их вертикальных и поперечных георешеток для улучшенных свойств и размерной гибкости.

Реберные структуры могут быть "лентообразными" в том смысле, что они являются, в общем, плоскими с длиной, значительно большей ширины и глубины. В предпочтительных конструкциях таких одноосных георешеток, реберные структуры имеют неопределенную длину и имеют ширину в 2-50 мм (предпочтительно в 2-20 мм). Апертуры в одноосной георешетке, например, могут иметь длину в 40-400 мм (предпочтительно в 50-200 мм) и ширину в 5-100 мм (предпочтительно в 5-50 мм). Элементы-соединители могут иметь ширину (измеренную в продольном направлении реберных структур) в 2-20 мм.

Преимущественно, ширина удлиненных растяжимых элементов в любой георешетке настоящего изобретения может составлять от 2 до 50 мм и в одном варианте осуществления более предпочтительно от 5 до 40 мм, наиболее предпочтительно от 10 до 20 мм или в другом варианте осуществления необязательно от 2 до 20 мм.

Предпочтительно ширина элементов-соединителей в любой георешетке настоящего изобретения может составлять от 2 до 20 мм, более предпочтительно от 6 до 18 мм, наиболее предпочтительно от 10 до 15 мм.

Удобно, что глубина (толщина) задающих ячеистую сеть элементов в любой георешетке согласно и/или при использовании в настоящем изобретении может составлять от 0,1 до 10 мм, более предпочтительно от 0,2 до 5 мм, еще более предпочтительно от 0,2 до 2 мм, наиболее предпочтительно от 0,4 до 2 мм.

Преимущественно длина апертурных элементов в любой георешетке настоящего изобретения может составлять от 40 до 300 мм, более предпочтительно от 40 до 250 мм, наиболее предпочтительно от 50 до 200 мм.

Преимущественно ширина апертурных элементов в любой георешетке настоящего изобретения может составлять от 5 до 80 мм и в одном варианте осуществления более предпочтительно от 10 до 80 мм, еще более предпочтительно от 20 до 75 мм, наиболее предпочтительно от 25 до 70 мм или в другом варианте осуществления необязательно от 5 до 50 мм.

В некоторых предпочтительных вариантах осуществления длина апертуры превышает ширину апертуры.

Типично, одноосная георешетка в соответствии с изобретением должна иметь среднюю толщину от 0,1 до 3 мм, более предпочтительно от 0,2 до 2,5 мм, еще более предпочтительно от 0,2 до 2,2 мм, наиболее предпочтительно от 0,4 до 2 мм.

Степень растяжения (в первом направлении) одноосной георешетки и, соответственно, степень растяжения как реберных структур, так и элементов-соединителей (в первом направлении), например, может составлять по меньшей мере 4:1, предпочтительно по меньшей мере, 5:1, более предпочтительно, по меньшей мере, 7:1. Обычно, степень растяжения не должна превышать 12:1, более предпочтительно не должна превышать 10:1. Таким образом, георешетка может иметь степень растяжения (в первом направлении) от 4:1 до 12:1, предпочтительно от 5:1 до 10:1 и более предпочтительно от 7:1 до 10:1. Тем не менее, следует принимать во внимание, что эти отношения являются неограничивающими и служат только в качестве примера, поскольку степени растяжения, которые являются достижимыми для любой конкретной георешетки, зависят от конкретного используемого полимера.

Одноосная георешетка, например, может иметь прочность на растяжение по меньшей мере в 30 кН/м. Прочности на растяжение георешеток, приводимые в данном документе, определяются в соответствии с BS EN ISO 10319:2015, причем этот тест задает прочность на растяжение геосинтетического продукта в качестве максимальной силы в расчете на единичную ширину, наблюдаемой во время теста, в котором образец растягивается на излом, выражаемой в единицах кН/м. Для удобства и простоты, прочность на растяжение георешеток также может приводиться в единицах кН, причем в этом случае значение прочности на растяжение предположительно должно соответствовать значению, полученному для георешетки с шириной в 1 м, протестированной в ISO 10319:2015.

Обычно, прочность на растяжение одноосной георешетки должна составлять по меньшей мере 30 кН/м. Варьирование в прочности на растяжение может достигаться рядом способов, например, посредством варьирования толщины георешетки, полимера, из которого она изготавливается, либо поперечного разнесения и/или ширины реберных растяжимых элементов или степени растяжения предшественника.

Преимущественно, необязательное преимущество георешеток настоящего изобретения представляет собой высокую эффективность по прочности, т.е. прочность для данного количества материала (например, измеренного по весу), при котором, в общем, георешетка является более сильной по сравнению с неориентированным полимерным листом (или сеткой) идентичного веса. В силу этого возможно то, что непрерывная полимерная сетка с внешними размерностями, идентичными внешним размерностям георешетки, изготовленной из идентичного полимера (причем эта сетка может содержать гораздо больше

материала), может иметь более высокую прочность на растяжение, чем георешетка. Тем не менее, непрерывный лист является непрактичным, слишком дорогим и неэффективным для использования, как описано в данном документе, поскольку, например, апертуры георешеток имеют практическую функцию взаимного сцепления с используемыми частицами грунта.

Хотя одноосные георешетки представляют конкретный предпочтительный вариант осуществления, изобретение не ограничено такими (одноосными) георешетками. Можно осуществлять операцию растягивания полимерного исходного листа в двух поперечных направлениях. Эти направления могут быть перпендикулярными друг другу. Георешетка, сформированная из двуосно растянутого полимерного исходного листа (т.е. предшественника георешетки), может формироваться таким образом, что она содержит множество наборов удлиненных растяжимых элементов молекулярно ориентированного полимера, причем элементы каждого набора протягиваются в различных направлениях по отношению друг к другу и взаимно соединяются в соединениях, которые имеют толщину, идентичную толщине растяжимых элементов. Результирующая двуосно ориентированная георешетка, например, может содержать первый и второй наборы растяжимых элементов молекулярно ориентированного полимера, причем элементы первого и второго наборов протягиваются перпендикулярно друг другу. Таким образом, такая структура может производиться посредством формирования квадратных или прямоугольных апертур в предшественнике георешетки, чтобы предоставлять реберные структуры (растяжимые элементы), протягивающиеся в двух перпендикулярных направлениях. Тем не менее, не существенно то, что апертуры должны быть квадратными, и возможны другие конфигурации, например, треугольные или шестиугольные. Апертуры, например, могут формироваться в предшественнике георешетки, чтобы задавать георешетку, имеющую структуру на основе георешетки, раскрытой в WO 2004/00303, и содержащую:

- (i) первый набор практически прямо ориентированных скруток, протягивающихся под острым углом к первому направлению;
- (ii) второй набор практически прямо ориентированных скруток, протягивающихся под острым углом к первому направлению, и при рассмотрении во втором направлении под прямым углом к первому направлению, причем чередующиеся (угловые) скрутки двух наборов являются наклонными относительно первого направления под практически равными и противоположными углами;
- (iii) дополнительные практически прямо ориентированные скрутки, протягивающиеся в упомянутом втором направлении; и
- (iv) соединения, причем каждое из них взаимно соединяет четыре угловые ориентированные скрутки и две дополнительные ориентированные скрутки.

Тем не менее, изобретение является применимым ко всем структурам из георешеток, раскрытым в WO 2004/00303, предмет изобретения которой в силу этого содержится в данном документе по ссылке.

В операции двухосного растягивания для формирования элемента-предшественника георешетки, растяжения в двух поперечных (например, перпендикулярных) направлениях могут быть равными или отличающимися. Степень растяжения в любом направлении может составлять не меньше 1,5:1 и предпочтительно от 3:1 до 1.

Двуосно ориентированные георешетки, произведенные в соответствии с изобретением, могут иметь минимальную прочность на растяжение в 10 кН/м в одном направлении и идентичную или более высокую минимальную прочность на растяжение в другом направлении, в котором растянут исходный материал листа.

В предпочтительных вариантах осуществления изобретения, апертуры георешетки ассоциированы с тонким выполненным как единое целое буртиком, который протягивается, по меньшей мере, частично вокруг апертуры на поверхности георешетки и выступает перпендикулярно (или, по меньшей мере, в общем, перпендикулярно) из этой поверхности. Такие буртики являются полезными при предотвращении излома (например, разрыва) областей георешетки между удлиненными растяжимыми элементами (например, в соединениях или соединителях). Буртики являются, в частности, полезными в случае одноосных георешеток с удлиненными апертурами, протягивающимися параллельно направлению молекулярной ориентации. В этом случае, буртики могут предоставляться вокруг противоположных концов апертур, но не до любой существенной протяженности вдоль своих удлиненных сторон. Буртики могут иметь максимальную высоту на концах апертур, и в той протяженности, в которой они (буртики) протягиваются в удлиненные стороны, могут срезаться до нулевой высоты до протягивания на любое расстояние вдоль сторон. Типично, буртики должны иметь высоту от 0,15 до 0,30 мм и ширину от 0 (т.е. без буртика) до 2,0 мм, предпочтительно от 0,01 до 2,0 мм.

Типично, также буртики должны предоставляться только на одной поверхности георешетки.

Буртики могут формироваться в качестве так называемых "меток от приложения давления", как подробнее описано ниже. Следует принимать во внимание, что размерности метки от приложения давления, в частности, глубина, должны миниатюрными по сравнению с элементом, на котором ставится метка, т.е. размерности меток формируют низкую процентную долю, предпочтительно меньше или равную 10%, предпочтительно $\leq 8\%$, более предпочтительно $\leq 5\%$ для связанной соответствующей размерности элемента георешетки, на котором формируется метка. Соответствующие размерности, которые могут сравниваться, могут включать в себя ширину метки по сравнению с шириной элемента, длину метки по

сравнению с длиной элемента, глубину метки по сравнению с толщиной элемента и/или площадь поверхности метки по сравнению с площадью элемента при просмотре в плоскости георешетки. Например, процентная площадь поверхности в плане метки от приложения давления является миниатюрной относительно площади поверхности в плане ребра/соединения таким образом, что большая толщина метки от приложения давления по сравнению с толщиной других элементов, которые содержат георешетку, не оказывает значительного влияния на среднюю толщину георешетки. Это можно видеть, например, на фиг. 3А.

В способе изобретения для производства георешетки, полимерный исходный лист подвергается операции растягивания, по меньшей мере, в одном направлении таким образом, чтобы производить предшественник георешетки. В общем, полимерный исходный лист должен состоять из неориентированного полимера. Растягивание листа приводит к предшественнику георешетки молекулярно ориентированного полимера. Ориентация полимеров является такой, что она должна быть необратимой при нормальных температурных условиях, воздействию которых георешетка подвергается после ее изготовления, например, в ходе хранения, транспортировки и использования. Типично, полимерный исходный лист должен иметь толщину в диапазоне 4-9 мм (хотя значения за пределами этого диапазона не исключаются). Придаваемая степень растяжения может определяться посредством типа полимера, из которого изготавливается полимерный исходный лист. Предпочтительно, полимер имеет такой тип (например, HDPE), что может использоваться степень растяжения по меньшей мере в 4:1 в любом направлении, более предпочтительно по меньшей мере в 5:1, еще более предпочтительно по меньшей мере в 7:1 и, например, в диапазоне от 10:1 до 12:1. Если одноосная георешетка должна производиться, то растягивание должно осуществляться только в одном направлении, обычно в направлении длины полимерного исходного листа. Альтернативно, для двуосной георешетки, полимерный исходный лист может растягиваться в двух поперечных направлениях.

Полимерный материал, используемый для того, чтобы подготавливать полимерный исходный лист, должен быть таким, что отсутствуют (или отсутствуют значительные) апертуры в материале, которые принудительно "раскрываются" во время операции растягивания, поскольку в идеале единственные апертуры в конечной георешетке представляют собой апертуры, произведенные на последующем этапе формирования апертур, более подробная ссылка на который приводится ниже.

Растягивание полимерного исходного листа для того, чтобы производить предшественник георешетки, может осуществляться традиционным способом. Таким образом, в соответствии с предпочтительными вариантами осуществления изобретения, полимерный исходный лист имеет форму сетки, которая проходит (после нагрева при необходимости размягчать материал) через зажимы сначала вышерасположенных и затем нижерасположенных наборов валиков, причем нижерасположенные валики вращаются на большей периферийной скорости, чем вышерасположенные валики. Разность в периферийных скоростях задает степень растяжения, придаваемую элементу-предшественнику георешетки. Ограничение по ширине может применяться в то время, когда полимерный исходный лист растягивается между валиками, но не является существенным (отсутствие ограничения по ширине может приводить к некоторому утолщению в крайних краевых областях элемента-предшественника георешетки, но эти области могут обрезаться). Если георешетка, которая должна изготавливаться, представляет собой одноосную георешетку, то эта операция растягивания может представлять собой единственную операцию растягивания, используемую в производстве предшественника георешетки. Тем не менее, если георешетка, которая должна производиться, представляет собой двуосную георешетку, то может выполняться последующее растягивание в поперечном направлении, что должно хорошо пониматься в производстве двуосных георешеток. Альтернативно, поперечное растягивание может проводиться перед продольным растягиванием или одновременно с ним. Таким образом, можно осуществлять операцию растягивания на ширительном приспособлении.

При желании, предшественник георешетки или георешетка, произведенная посредством формирования апертур в предшественнике георешетки, может подвергаться обработке, чтобы предоставлять для одной или обе из главных поверхностей георешетки или предшественника формирование профиля поверхности, например, гребни, канавки, выступы и/или углубления. Хотя в теории обработка профиля может выполняться в любое время, очень предпочтительно, если она возникает после того, как георешетка или предшественник георешетки растянута, чтобы ориентировать полимер. Такое формирование поверхности потенциально имеет преимущество с точки зрения улучшения фрикционного удержания георешетки внутри материала в виде частиц, в который, при использовании, она заглубляется (например, увеличения коэффициента трения георешетки при взаимодействии с грунтом).

Чтобы производить георешетку по изобретению, предшественник георешетки (произведенный так, как описано выше) подвергается этапу формирования апертур, чтобы производить конечную структуру из георешеток. Для производства одноосной георешетки, апертуры должны быть удлиненными и в идеале протягиваться параллельно молекулярной ориентации в георешетке, т.е. параллельно (одному) направлению, в котором растянут предшественник листа. Апертуры, например, могут иметь длину в 40-400 мм (предпочтительно в 50-200 мм) и ширину в 5-100 мм (предпочтительно в 5-50 мм, более предпочтительно от 2 до 10 мм), причем следует принимать во внимание, что, в общем, значение ширины должно

быть меньше значения длины. Глубина апертур регулируется посредством толщины предшественника георешетки, которая может составлять от 0,1 до 3 мм. Противоположные продольные края апертур, например, могут быть разнесены на 0,1-10 мм, предпочтительно на 0,1-3 мм.

Формирование апертур в предшественнике георешетки (чтобы формировать конечную ячеистую структуру из георешеток) может осуществляться посредством любой удобной технологии. Неограничивающие примеры таких технологий, которые могут использоваться, являются следующими:

Традиционный совершающий возвратно-поступательное движение перфорирующий пресс с комплектом инструментов с верхним перфоратором/нижней матрицей

Вращательный перфоратор с вращающимися валиками с верхним перфоратором/нижней матрицей

Вращательная резка способом "надсечки" валика с матрицей против гладкого валика

Ультразвуковая резка отверстия или области вокруг концов отверстия

Лазерная резка отверстия или области вокруг концов отверстия

Нагрев инфракрасным излучением локализованных областей поперечной балки между растяжимыми элементами в направлении обработки в машине

Водоструйная резка

Предпочтительно апертуры формируются посредством перфорации, в частности, поскольку она обеспечивает готовое формирование (в качестве "меток от приложения давления") выполненных как единое целое буртиков, упомянутых выше, которые протягиваются, по меньшей мере, частично вокруг апертур и выступают, по меньшей мере, в общем, перпендикулярно поверхности георешетки, и которые служат для того, чтобы препятствовать излому (например, посредством разрыва). Формирование буртика в качестве "метки от приложения давления" является особенно удобным в случае изготовления одноосно ориентированных георешеток с удлиненными апертурами, имеющими (узкие) наружные края, протягивающиеся поперечно (предпочтительно перпендикулярно) к направлению молекулярной ориентации полимера. В этом случае, сформированная "метка от приложения давления" протягивается вокруг наружного края апертуры (в котором георешетка наиболее подвержена разрыву вследствие ориентации полимера) и срезается до нулевой высоты только на небольшое расстояние вдоль удлиненных сторон апертуры.

Формирование меток от приложения давления представляет собой хорошо понимаемое явление при перфорации листов, хотя эти метки от приложения давления нормально не ассоциированы с препятствованием стойкости к разрыву в полимерных ячеистых структурах. Считается, что лист, который должен перфорироваться, имеет первую и вторую стороны, и что перфорирующие инструменты входят из первой стороны и проходят через лист. Метка от приложения давления представляет собой локализованную деформацию материала листа (формирующего решетку) на краю перфорированной апертуры, чтобы формировать буртик (т.е. метку от приложения давления), выступающий из второй стороны материала, по меньшей мере, частично вокруг края апертуры. При перфорации ориентированных полимерных материалов, метка от приложения давления является наиболее явно выраженной (т.е. имеет наибольшую высоту) в позиции, в которой край апертуры является перпендикулярным ориентации полимера, и менее явно выраженной (и может не существовать) в позиции, в которой край апертуры является параллельным ориентации полимера.

В соответствии с традиционной технологией перфорации предусмотрены выталкивающая пластина на первой стороне листа и пластина матрицы на второй стороне, каждая из которых имеет совмещенные апертуры таким образом, что каждый перфорирующий инструмент допускает прохождение через соответствующую апертуру в выталкивающей пластине через лист и затем в совмещенную апертуру в пластине матрицы.

В одном цикле перемещения перфорирующий инструмент проходит через выталкивающую пластину, перфорирует апертуру в лист, проходит в апертуру в пластине матрицы (причем штампованный материал удаляется на второй стороне листа), назад через лист и затем в выталкивающую пластину, которая удаляет любые материалы, прилипающие к инструменту, до того как начинается следующий цикл перемещения. Метки от приложения давления формируются проще, если имеется небольшой зазор (например, 2-5 мм) между выталкивающей пластиной и первой стороной листа. По мере того, как перфоратор входит в лист, вышеуказанный зазор обеспечивает возможность вертикального смещения материала, за счет этого формируя метку от приложения давления. Тем не менее, выталкивающая пластина по-прежнему удовлетворяет своей основной цели фиксации листа к пластине матрицы по мере того, как перфоратор извлекается.

Способ изобретения для формирования георешетки может осуществляться в качестве непрерывного процесса, за счет которого полимерный исходный лист растягивается (например, описанным способом) в вышерасположенной "растягивающей станции", чтобы формировать предшественник георешетки, и затем непрерывно проходит в нижерасположенную "станцию для формирования апертур", в которой апертуры формируются в предшественнике георешетки, чтобы формировать георешетку. Такой процесс может включать в себя вышерасположенную станцию для "формирования листов" для производства полимерного исходного листа (например, из гранул полимерного материала), причем полимерный исходный лист затем проходит непрерывно в "растягивающую станцию". Тем не менее, не исключается вероят-

ность того, что изготовление георешетки может осуществляться не только непрерывным способом. Таким образом, например, элемент-предшественник георешетки может производиться на одной производственной площадке и снабжаться апертурой (чтобы формировать георешетку) на другой площадке.

Георешетки по изобретению могут использоваться для того, чтобы стабилизировать или армировать материал в виде частиц для целей геоинженерной конструкции, например, склона, насыпи, модульной блочной или панельной подпорной стены либо любой другой подходящей геотехнической структуры. Тем не менее, с конкретной ссылкой на одноосные георешетки, традиционные одноосные георешетки имеют толстую неориентированную поперечную балку, которая может зацеплять соединитель, используемый для присоединения традиционной одноосной георешетки к конструкционным элементам, таким как бетонные блоки. В случае одноосных георешеток в соответствии с изобретением, отсутствует толстая поперечная балка из неориентированного полимера, и требуемое соединение может устанавливаться через соединение на основе "обертывания вертикальным воротом", в котором георешетка обертывается вокруг соединителя, либо просто посредством сил трения между блоками или другими отделочными элементами структуры, либо посредством давления от временной нагрузки из материала в виде частиц в случае стыка внахлестку.

Термин "материал в виде частиц" при использовании в предыдущем параграфе включает в себя грунт, наполнитель, породы, камни, гравий, песок, землю, глину, наполнитель, удерживаемый посредством связующего, такого как асфальт или цемент, бетон или любой другой материал в виде частиц или вяжущий материал, используемый в геоинжиниринге или строительстве. Он иногда упоминается в качестве "заполняющего материала".

Другой аспект настоящего изобретения в широком смысле предоставляет геоинженерную конструкцию, содержащую (предпочтительно упрочненную и/или стабилизированную (например, механически стабилизированную, более предпочтительно упрочненную) георешетку по изобретению, как описано в данном документе, причем неограничивающий список таких геоинженерных конструкций выбирается из группы, состоящей из следующего: основание насыпи, балласт и/или подбалласт железнодорожной колеи; основание дорожной подушки, береговой устоя моста, подпорная стена, крутой ($\geq 20^\circ$) склон, ремонтная мастерская с отцеплением вагонов, стальная ячеистая поверхность, охватывающая поверхность, террасная стена, стена и склон, задернованная поверхность, незадернованная поверхность, модульные блоки, панельная подпорная стена, морское основание и/или габионная поверхность.

Еще один другой аспект настоящего изобретения в широком смысле предоставляет использование георешетки по изобретению, как описано в данном документе, с материалом в виде частиц, чтобы формировать геоинженерную конструкцию (необязательно, как описано в данном документе), по меньшей мере, для одной цели, выбранной из группы, состоящей из следующего:

упрочнение; стабилизация (необязательно механическая стабилизация), уменьшение толщины слоев; увеличение ресурса; повышение несущей способности; управление дифференциальной осадкой; образование корки на слабых отложениях и/или заполнение пустот для и/или под материалом в виде частиц и/или геоинженерной конструкцией.

Если не указано иное, все технические и научные термины, используемые в данном документе, имеют и должны приобретать смысл, идентичный смыслу, обычно понимаемому специалистами в области техники, которой принадлежит это изобретение.

Следует понимать, что выполненная как единое целое ячеистая структура, упоминаемая в данном документе, является монолитной по своему характеру, другими словами, она состоит из одной единицы материала. Если ячеистая структура описывается как сформированная из взаимно соединенных задающих ячеистую сеть элементов, термин "взаимно соединенный" имеет намерение передавать то, что все упомянутые элементы, хотя являются отличимыми от других элементов структуры, физически соединяются в качестве части идентичной монолитной единицы. Термин "взаимно соединенный" не должен интерпретироваться как означающий то, что элементы представляют собой отдельные единицы, которые соединены между собой (например, посредством механических креплений, клеящих материалов или сваривающий).

Для исключения сомнения выполненная как единое целое ячеистая структура, упоминаемая в данном документе, не состоит из нескольких разделимых элементов, которые прикрепляются друг к другу (например, посредством применения механических креплений, клеящих материалов или процессов сварки). И при этом выполненная как единое целое ячеистая структура, упоминаемая в данном документе, не состоит из одного элемента, который прикреплен к себе в различных точках (например, посредством применения механических креплений, клеящих материалов или процессов сварки).

Если контекст явно не указывает иное, при использовании в данном документе формы множественного числа терминов в данном документе должны истолковываться как включающие в себя форму единственного числа, и наоборот.

Термины "содержащий", "содержит" или "состоящий из" при использовании в данном документе должны пониматься как означающие то, что нижеприведенный список является неисчерпывающим, и могут не включать в себя или могут не включать в себя другие дополнительные подходящие элементы, например, один или более дополнительных признаков, компонентов, ингредиентов и/или заменителей,

надлежащим образом, в силу этого обеспечивая включение указываемых компонентов, но не исключение наличия других. Термин "состоящий фактически из" или "состоит фактически из" означает включение указываемых компонентов, но исключение других компонентов, помимо материалов, присутствующих в качестве примесей, неизбежных материалов, присутствующих в результате процессов, используемых для того, чтобы изготавливать компоненты, и компонентов, добавленных для цели, отличной от достижения технического эффекта изобретения. Типично, композиция, состоящая фактически из набора компонентов, может содержать меньше 10% по весу, более типично меньше 5% по весу и еще более типично меньше 1% по весу неуказанных компонентов на основе общего веса композиции, составляющего 100%.

Термин "состоящий из" или "состоит из" означает включение указываемых компонентов, исключение других компонентов.

При необходимости термин "содержит", "содержащий" или "состоящий из" также может восприниматься как включающий в себя дополнительные смысловые значения "состоящий фактически из", "состоит фактически из", "состоит из" или "состоящий из".

В пояснении изобретения в данном документе, если не указано иное, раскрытие альтернативных значений для верхнего и нижнего предела разрешенного диапазона параметра вместе с указанием того, что одно из упомянутых значений является более предпочтительным, чем другое, должно истолковываться в качестве такого подразумеваемого утверждения, что каждое промежуточное значение упомянутого параметра, составляющее между более предпочтительной и менее предпочтительной из упомянутых альтернатив, является непосредственно предпочтительным относительно упомянутого менее предпочтительного значения, а также относительно каждого менее предпочтительного значения и упомянутого промежуточного значения.

Для всех верхних и/или нижних границ любых параметров, приведенных в данном документе, граничное значение включается в значение для каждого параметра. Также следует понимать, что все комбинации предпочтительных и/или промежуточных минимальных и максимальных граничных значений параметров, описанных в данном документе в различных вариантах осуществления изобретения, также могут использоваться для того, чтобы задавать альтернативные диапазоны для каждого параметра для различных других вариантов осуществления и/или предпочтений изобретения, независимо от того, раскрыта конкретно или нет комбинация таких значений в данном документе.

Следует понимать, что общая сумма любых величин, выражаемых в данном документе в качестве процентных долей, не может (с разрешением ошибок округления) превышать 100%. Например, сумма всех компонентов, которые содержит композиция изобретения (или ее часть(и)), может, при выражении как процентной доли веса (или другого показателя) композиции (или ее идентичной части(ей)), давать всего 100%, с разрешением ошибок округления. Тем не менее, если список компонентов является неисчерпывающим, сумма процентной доли для каждого из таких компонентов может быть меньше 100%, что разрешает определенную процентную для дополнительного количества любого дополнительного компонента(ов), что может не описываться явно в данном документе.

Термин "практически" при использовании в данном документе может означать величину или объект, чтобы подразумевать большую величину или ее пропорцию. Если он является релевантным в контексте, в котором он используется, "практически" может пониматься как означающий количественно (относительно любой величины или объекта, к которому он относится в контексте описания), так что он содержит пропорцию по меньшей мере в 95%, конкретно по меньшей мере в 96%, более конкретно по меньшей мере в 97%, еще более конкретно по меньшей мере в 98%, наиболее конкретно по меньшей мере в 99%, например, приблизительно в 100% релевантного целого. По аналогии, "практически не содержащий" термин аналогично может обозначать то, что величина или объект, к которому он относится, содержит не больше 10%, предпочтительно не больше 8%, более предпочтительно не больше 5%, конкретно не больше 4%, более конкретно не больше 3%, еще более конкретно не больше 2%, наиболее конкретно не больше 1%, например, приблизительно 0% релевантного целого.

Следует принимать во внимание, что определенные признаки изобретения, которые для прозрачности могут описываться в контексте одного или более отдельных вариантов осуществления, также могут предоставляться в комбинации в других вариантах осуществления, которые могут описываться или могут не описываться в данном документе. С другой стороны, различные признаки изобретения, которые для краткости описываются как комбинированные в контексте одного варианта осуществления, также могут предоставляться по отдельности или в любой подходящей субкомбинации в еще одних других вариантах осуществления, которые могут описываться или могут не описываться в данном документе. Признаки, описанные в контексте одного или более аспектов и/или вариантов осуществления настоящего изобретения, также применяются к другим аспектам и/или вариантам осуществления изобретения независимо от того, указываются или нет такие признаки в качестве предпочтительных и/или аналогичных терминов.

Хотя варианты осуществления раскрыты в описании со ссылкой на конкретные примеры, следует признавать, что изобретение не ограничено этими вариантами осуществления и/или примерами. Все промежуточные обобщения между самым широким объемом изобретения, описанным в данном документе, и каждым из вариантов осуществления и/или примеров, описанных в данном документе, в силу

этого предусматриваются как содержащие настоящее изобретение. Комбинации и/или сочетания любых признаков, описанных в любом варианте осуществления изобретения, которые могут применяться к любым другим вариантам осуществления изобретения, по аналогии или иным образом, и также содержат настоящее изобретение.

Следует понимать, что используемые материалы и подробности могут немного отличаться или могут модифицироваться относительно описания без отступления от способов и/или композиций, раскрытых и изученных посредством настоящего изобретения.

Множество других разновидностей и/или вариантов осуществления изобретения должны становиться очевидными для специалистов в данной области техники, и такие разновидности предусмотрены в пределах широкого объема настоящего изобретения. Различные модификации могут становиться очевидными для специалистов в данной области техники и могут получаться из практического применения изобретения, и такие разновидности предусмотрены в пределах широкого объема охраны для настоящего изобретения, разрешенного согласно применимому местному законодательству, даже если разновидность может находиться за рамками буквального смысла формулы изобретения. Не следует приходить к логическому выводу из вариантов осуществления, примеров и/или предпочтительных признаков, описанных в заявке, в отношении того, что любые такие разновидности исключаются из такого объема охраны.

Дополнительные аспекты изобретения и их предпочтительные признаки приводятся в формуле изобретения в данном документе, которая составляет неотъемлемую часть раскрытия сущности настоящего изобретения независимо от того, соответствует или нет такая формула изобретения непосредственно частям описания в данном документе.

В дальнейшем изобретение подробно описывается только в качестве примера со ссылкой на следующие неограничивающие примеры и прилагаемые чертежи, также описанные в данном документе.

На чертежах, упоминаемых в данном документе, некоторые ссылки с номерами означают следующие элементы: 1, в общем, обозначает георешетку; 2 обозначает реберные структуры; 3 обозначает балочные структуры; 4 обозначает удлиненные апертуры; 5 обозначает соединения; 6 обозначает реберный сегмент или скрутку; 7 обозначает балочный сегмент; и 10 обозначает метку от приложения давления.

Фиг. 1 показывает часть одноосной георешетки в соответствии с изобретением. Определенные размеры обозначаются на фиг. 1 посредством отметок, где "с" означает длину удлиненных апертур, "d" означает ширину балочных структур, и "е" означает ширину реберных структур. Для одной конкретной георешетки, проиллюстрированной посредством фиг. 1, с составляет 210 мм; d составляет 16 мм и е составляет 9,5 мм.

Фиг. 2 схематично иллюстрирует в сильно укрупненном масштабе часть обратной стороны георешетки, как показано на фиг. 1.

Фиг. 3а является видом в сечении на линии А-А по фиг. 2.

Фиг. 3b является видом в сечении на линии В-В по фиг. 2.

Фиг. 4 является фотографией выборки георешетки, произведенной в примере 1, показанном рядом с линейкой для масштаба.

Фиг. 5 является графиком прочности на растяжение (ось Y) по сравнению с механическим напряжением при растяжении (ось X) как для георешетки, произведенной в соответствии с примером 1, так и для традиционной одноосной георешетки со сравнительной прочностью. Фиг. 5 сравнивает поведение по прочности на кратковременное растяжение георешетки по изобретению (верхняя линия графика, отмеченная как 11) с традиционной одноосной армирующей HDPE-георешеткой (показана как нижняя линия графика, отмеченная как 13).

Фиг. 6 показывает данные ползучести для георешетки в соответствии с изобретением и традиционной одноосной георешетки, протестированных при нагрузке в 60% и при 20°C. На фиг. 6 (верхняя линия данных), в общем, отмеченная как 15 и указываемая посредством ромбов, представляет собой данные, сформированные из традиционной одноосной георешетки, предлагаемой на рынке компанией Tensar под торговым обозначением RE560, при этом георешетка изламывается во время, указанное посредством отметки 19 на фиг. 6. Нижняя линия данных, в общем, отмеченная как 17 и указываемая посредством треугольников, представляет собой данные, сформированные из выборки согласно изобретению, при этом георешетка по-прежнему находится в рабочем состоянии после длительности теста, указываемого посредством отметки 21 на фиг. 6.

Фиг. 7 является графиком данных ползучести (проиллюстрирован как \log_{10} (время) по ординате по сравнению с \log_{10} (нагрузка) по абсциссе), чтобы сравнивать рабочие характеристики ползучести георешеток предшествующего уровня техники (традиционной одноосной армирующей HDPE-георешетки) для данных, обозначаемых, в общем, посредством отметки 23 и проиллюстрированных в качестве пунктирной линии слева на фиг. 7, и георешеток в соответствии с изобретением, обозначаемых, в общем, посредством отметки 25 и проиллюстрированных в качестве сплошной линии справа на фиг. 7. В наборе 25 данных, данных ползучести изобретения, крестик указывает \log_{10} (нагрузка) = 1,86 или 72% предельной прочности на растяжение (UTS) после 10^6 ч. В наборе 23 данных, данных ползучести традиционной одноосной HDPE-георешетки, крестик указывает \log_{10} (нагрузка) = 1,68 или 47,5% UTS после 10^6 ч.

Фиг. 8 является фотографией реберного элемента георешетки по изобретению до и после теста на возврат в исходное состояние, используемого для того, чтобы определять степень вытяжки, т.е. степень молекулярной ориентации этого элемента. Фотография по фиг. 8 перерисована на фиг. 8А (более длинный реберный элемент перед возвратом в исходное состояние) и на фиг. 8В (более короткий реберный элемент после возврата в исходное состояние) таким образом, что размерности, приведенные на фотографии и упоминаемые в данном документе, указываются ясно. Волнообразные неровности боковых краев реберного элемента перед тестом видны на фотографии (фиг. 8), но для прозрачности опускаются на соответствующем чертеже (фиг. 8А). Размерности реберного элемента, сфотографированные на фиг. 8, для ориентированного элемента перед тестом (как показано на фиг. 8А), отмечаются следующим образом: "f" (начальная длина ребра); "g" (начальная ширина ребра); и "h" (начальная ширина балки); и для возвращенного в исходное состояние элемента после теста (как показано на фиг. 8В), отмечаются следующим образом: "i" (конечная длина ребра); "j" (конечная ширина ребра) и "k" (конечная ширина балки). Для конкретного реберного элемента, показанного на фотографии по фиг. 8: перед тестом (фиг. 8А): f составляет 108 мм; g 14 мм и h составляет 6 мм; и после теста (фиг. 8В) i составляет 11 мм; j составляет 15 мм и k составляет 0,6 мм. Тем не менее, следует принимать во внимание, что различные значения размерностей "f"- "k" также могут получаться в тесте на возврат в исходное состояние других реберных элементов георешеток согласно изобретению.

Фиг. 1 иллюстрирует часть одноосно ориентированной георешетки 1 в соответствии с изобретением, которая произведена посредством растягивания исходного материала пластикового листа в одном направлении MD, как указано посредством стрелки на фиг. 1 (MD является сокращением для "направления обработки в машине") таким образом, чтобы молекулярно ориентировать материал в этом направлении, и последующего формирования удлиненных апертур в растянутом материале. Георешетка 1 содержит реберные структуры 2, которые протягиваются, в общем, параллельно направлению MD обработки в машине. Реберные структуры 2 являются поперечно разнесенными друг от друга и соединяются через регулярные интервалы посредством балочных структур 3, протягивающихся в поперечном направлении (TD), за счет чего множество продольно протягивающихся удлиненных апертур 4 с радиальными углами задаются в георешетке 1. Как подробнее показано на фиг. 1, реберные структуры 2 и балочные структуры 3 сходятся в областях 5 соединений георешетки 1. Каждая реберная структура 2 является непрерывной по всей георешетке 1, как и балочные структуры 3. Таким образом, соединения 5 одновременно считаются частью как реберной структуры 2, так и балочной структуры 3. Как представлено на фиг. 1, каждая реберная структура 2 состоит из чередующейся компоновки реберных сегментов или скруток 6 и соединений 5, тогда как каждая балочная структура 3 состоит из чередующейся компоновки соединений 5 и балочных сегментов 7.

Другими словами, георешетка 1, показанная на фиг. 1, может считаться содержащей реберные структуры 2 с балочными сегментами 7, выступающими в качестве "соединителей" между смежными реберными структурами.

Имеется ряд аспектов, которые следует отметить в отношении георешетки 1. Во-первых, георешетка имеет, в общем, одинаковую толщину. Любое отклонение от неоднородности с большой вероятностью должно получаться в результате для случая, в котором материал сетки (из которого производится георешетка) является неограниченным в направлении ширины во время растягивания в направлении длины, причем в этом случае крайние краевые области растянутой сетки могут быть немного толще центральной области (эти крайние края могут удаляться из коммерческого продукта). Также может возникать некоторая локализованная неоднородность в толщине вокруг частей апертур. Во-вторых, степень ориентации в MD-направлении является идентичной по всей георешетке.

Следовательно, необходимо принимать во внимание, что одноосная георешетка 1 по фиг. 1 отличается от традиционных одноосных георешеток в том, что она является однородно "плоской" вместо наличия утолщенных соединений. Кроме того, ориентация в MD-направлении является однородной по длине реберных структур 2 и по всей георешетке. Таким образом, в отличие от традиционных одноосных георешеток, отсутствует варьирование ориентации вдоль реберной структуры (входящей в MD-направлении). Дополнительно и вместе с тем, георешетка по изобретению исключает недостаток предыдущих одноосных георешеток, в которых неориентированный полимер не вносит значительный вклад в прочность георешетки, а инкапсулируется в утолщенных соединениях и балочных сегментах предыдущих одноосных георешеток.

Теперь следует обратиться к фиг. 2, который схематично иллюстрирует, в сильно укрупненном масштабе, часть обратной стороны георешетки 1 типа, показанного на фиг. 1, а также к фиг. 3а, который является видом в сечении на линии А-А по фиг. 2. На фиг. 2 показаны реберные структуры 2, предоставляющие растяжимые элементы, элементы-соединители 7, протягивающиеся поперечно (и соединяющие) к смежным реберным структурам 2, и удлиненные апертуры 4. Георешетка, проиллюстрированная на фиг. 2, произведена посредством операции перфорации при таких условиях, что метка 10 от приложения давления сформирована вдоль конечных областей апертур 4 на одной стороне георешетки 1. Из фиг. 2, 3а и 3б следует принимать во внимание, что метка 10 от приложения давления, фактически, представляет собой буртик полимера, который формирует георешетку 1, при этом полимер выступает за пределы по-

верхности, на которой он предоставляется. Метка 10 от приложения давления имеет максимальную высоту вдоль своей протяженности, поперечной к реберным структурам 2, и происходит уменьшение ее высоты по мере того, как она оборачивается вокруг углов апертур 4 таким образом, что она достигает нулевой высоты после только очень небольшой протяженности вдоль краев реберных структур (см., в частности, фиг. 3b).

Метка 10 от приложения давления предоставляет армирование на концах апертур и, по сути, препятствует разрыву соединителя 7 (балочного сегмента) от одного края до другого.

Хотя не проиллюстрировано на фиг. 2, 3a и 3b, следует принимать во внимание, что метки 10 от приложения давления предоставляются на идентичной стороне георешетки на каждом конце апертур.

Пример 1 (фиг. 1, 2, 3a, 3b и 4).

В этом примере способ изобретения использован для производства георешетки из экструдированного первоначально неориентированного листа полиэтилена высокой плотности (HDPE), имеющего неопределенную длину, ширину в 1515 мм и номинальную толщину в 6,35 мм (обеспечивая площадь поперечного сечения приблизительно в 9620 мм²).

Первый этап.

На первом этапе процесса лист неориентированного HDPE нагрет до температуры приблизительно в 105°C и затем вытянут (в направлении длины, LD или MD) при номинальной степени вытяжки приблизительно в 10:1 до охлаждения. Ограничение по ширине не применяется к сетке во время этапа вытяжки. Выборки ориентированной сетки затем вырезаются для последующей обработки на втором этапе процесса (см. ниже).

Ширина ориентированной сетки составляет 1249 мм (причем уменьшение по сравнению с начальной шириной в 1515 мм обусловлено отсутствием ограничения по ширине во время процесса вытяжки), и отмечено, что ориентированная сетка является в определенной степени более толстой в самых крайних областях (приблизительно на 50 мм входящих из каждого края), чем в центре.

Средняя толщина ориентированной сетки определена как равная 0,76 мм, обеспечивая площадь поперечного сечения приблизительно в 949 мм². Она является сравнимой с площадью поперечного сечения приблизительно в 9620 мм² для исходного материала, за счет этого подтверждая ожидаемую степень вытяжки приблизительно в 10:1.

Второй этап.

На втором этапе процесса, выборки листа ориентированного HDPE, полученного из первого этапа, перфорированы, чтобы производить георешетку 1, как показано на фиг. 1, в которой апертуры 4 имеют длину приблизительно в 210 мм и ширину приблизительно в 9,5 мм. Поперечные соединители 7 имеют ширину (т.е. ее размерность, перпендикулярную MD-направлению) приблизительно в 16 мм.

Перфорирование осуществлено посредством подачи выборок (в направлении длины, LD или MD) через перфорационную станцию, содержащую примыкающие парные перфораторы и матрицы, имеющие длину в 25,4 мм. Перфораторы имеют радиальные концы и формируют сужения, в которых ширина в средних точках меньше, чем на концах. Чтобы производить георешетку, перфорирующая станция программируется с возможностью выполнять одинарный ход с последующими 13 последовательными ходами с индексом в 14,6 мм с последующими большим одним индексом в 41,28 мм, чтобы формировать поперечную балку. Перфорирующий инструмент формирует апертуру, которая формирует небольшие сужения с меньшими ширинами между шириной на концах (перфоратор имеет соответствующую форму сужения).

Фиг. 4 является фотографией георешетки, полученной посредством этого способа, которая показывает то, что боковые края апертур 4 имеют немного зубчатый профиль. Это обусловлено перекрытием относительных позиций (в MD) перфораторов с сужениями и листа в последовательных ходах с индексом по мере того, как лист перемещается через перфорационную станцию в MD, чтобы формировать удлиненные апертуры 4.

Пример 2 (фиг. 5).

Для одноосной георешетки, предназначенной для вариантов применения с армированием грунта, к примеру, в стенах или склонах, два свойства материала георешетки являются, в частности, полезными. Первый представляет собой прочность на кратковременное растяжение, а второй представляет собой процентную долю от прочности на кратковременное растяжение, доступную для рабочих характеристик долговременной "ползучести" продукта.

Этот пример демонстрирует тестирование на кратковременное растяжение реберных сегментов, вырезанных из георешетки, произведенной в соответствии с примером 1, и сравнивает результаты с результатами, полученными для традиционной одноосной георешетки, предлагаемой на рынке компанией Tensar International Ltd под обозначением RE560. Образцы для тестов на растяжение в соответствии с ISO10319 вырезаются из георешетки, произведенной в соответствии с примером 1. Тестирование на растяжение выполняется согласно ISO10319 на машине для тестирования, предлагаемой компанией Instron, с кулачками, относительно раздвигаемыми с темпом в 20% от расчетной длины образца в соответствии со стандартом ISO10319. Результаты показаны в следующей табл. 2.

Пример	Относительная деформация при максимальной нагрузке (%)	Прочность при относительной деформации в 2% (кН/м)	Прочность при относительной деформации в 5% (кН/м)	Прочность при максимальной нагрузке (кН/м)
1	5,9	43,66	75,65	85,51
2	6,33	41,64	73,4	88,06
3	5,63	43,22	76,3	83,22
4	5,96	40,7	72,7	83,12
5	6,03	42,94	75,6	86,95
В среднем	5,97	42,44	74,7	85,37

Для целей сравнения фиг. 5 показывает составной график результатов вышеуказанных тестов на растяжение с результатами, полученными для реберных сегментов идентичной длины, вырезанных из одноосной георешетки, произведенной компанией Tensar, которая производится из идентичного полимера (HDPE) и которая, из числа одноосных георешеток, которые производит Tensar, предоставляет ближайшее совпадение с точки зрения прочности на растяжение с продуктом по примеру 1. После того как лист в 6,35 мм ориентирован в 10:1, результирующая перфорированная геометрия имеет прочность, аналогичную традиционному одноосному продукту, произведенному из листа в 4,05 мм.

Фиг. 5 показывает составной график результатов растяжения для тестовых образцов, вырезанных из георешетки, произведенной в соответствии с изобретением (верхняя сплошная линия 11) по сравнению с набором усредненных по совокупности данных для продукта RE560 предшествующего уровня техники (нижняя пунктирная линия 13).

Данные на фиг. 5 показывают то, что материалоеффективность с точки зрения прочности на кратковременное растяжение (потенциальное преимущество с точки зрения материалоеффективности) двух протестированных материалов может вычисляться посредством деления прочности на кратковременное растяжение на массу в расчете на единицу площади.

$$\text{Изобретение} = (85,4 / 0,50) = 171 \text{ (кН/м)} / (\text{кг/м}^2)$$

$$\text{RE560} = (94,0 / 0,62) = 152 \text{ (кН/м)} / (\text{кг/м}^2)$$

Таким образом, прирост эффективности с точки зрения кратковременного растяжения георешетки по изобретению по сравнению с традиционным одноосным продуктом с эквивалентной прочностью составляет приблизительно 12,5% на основе веса полимера.

Кроме того, фиг. 5 ясно демонстрирует то, что кривые растяжения для продукта по изобретению гораздо являются "более жесткими": для идентичной процентной доли относительной деформации, прочность на растяжение составляет на 20-30% выше для георешетки по изобретению (график 11), чем для традиционного одноосного продукта с эквивалентной прочностью (график 13). Относительная деформация при максимальной нагрузке также снижается на значительную процентную долю, но предельная прочность на растяжение находится в пределах 10%, т.е. 85,4 кН/м для продукта по изобретению по сравнению с 94,0 кН/м для традиционного эквивалентного одноосного продукта.

Пример 3 (фиг. 6).

Этот пример демонстрирует свойства ползучести георешетки, произведенной согласно примеру 1, по сравнению со свойствами ползучести традиционного одноосного продукта с эквивалентной прочностью.

Выборка георешетки, произведенной в соответствии с примером 1, подвергнута статическому тесту на ползучесть согласно BS EN ISO 13431:1999 при 20°C с использованием нагрузки, соответствующей 60% прочности на кратковременное растяжение. Для сравнения, пример традиционной одноосной георешетки с эквивалентной прочностью (RE560) подвергнут воздействию при идентичной температуре в 20°C и при нагрузке, соответствующей 60% от ее прочности на кратковременное растяжение. Результаты показаны на фиг. 6, которая является графиком относительной деформации (ось Y) по сравнению со временем (ось X), при этом верхний график (ромбы, 15) представляет собой данные, сформированные посредством георешетки RE560 предшествующего уровня техники, и нижний график (треугольники, 17) представляет собой данные, сформированные посредством георешетки примера 1.

Сравнение двух графиков данных (15, 17) на фиг. 6 ясно демонстрирует то, что георешетка, произведенная в соответствии с изобретением (данные 17), демонстрирует гораздо более низкую относительную деформацию, чем георешетка RE560 традиционной структуры (данные 15). Это главным образом обусловлено тем, что резервуар неориентированного полимера сцепляется с балками традиционной структуры из георешеток. Также можно видеть, что хотя традиционная георешетка изламывается приблизительно через 90 ч (данные 19), георешетка, произведенная в соответствии с изобретением, по-прежнему находится в рабочем состоянии приблизительно через 11000 часов, увеличение более чем в

два логарифмических цикла (данные 21).

Пример 4 (фиг. 7).

Традиционная статическая нагрузка, вызывающая ползучесть, выполняемая в соответствии с BS EN ISO 13431:1999, формирует часть программы оценки ползучести на основе температурно-временного наложения (TTS), чтобы устанавливать коэффициент R_{FCR} уменьшения ползучести в соответствии с PD ISO/TR 20432:2007. В качестве части процесса установления R_{FCR}, в дополнение к вышеуказанной программе TTS-оценки ползучести, программа тестирования на ползучесть на основе пошагового изотермического способа (SIM) также выполнена в соответствии с ASTM D6992-03.

Фиг. 7 показывает результирующий составной график регрессии при SIM/TTS-оценке ползучести для георешетки, произведенной в соответствии с изобретением (сплошная линия 25), по сравнению с традиционной одноосной армирующей HDPE-георешеткой (пунктирная линия 23). Георешетка, произведенная в соответствии с изобретением, имеет R_{FCR} в 72% через 10⁶ ч при 20°C, тогда как традиционная одноосная георешетка R_{FCR} в 47,5% через 10⁶ ч при 20°C.

Данные на фиг. 7 показывают то, что когда прочность на кратковременное растяжение умножается на коэффициент уменьшения ползучести, потенциальное преимущество с точки зрения долговременной материалоеффективности двух протестированных материалов увеличивается дополнительно вследствие большей устойчивости к ползучести изобретения по сравнению с традиционной HDPE-георешеткой:

$$\text{Изобретение}=(85,4*72\%)/0,50=123 \text{ (кН/М)/(кг/м}^2\text{)}$$

$$\text{RE560}=(94,0*47,5\%)/0,62=72 \text{ (кН/М)/(кг/м}^2\text{)}$$

Таким образом, прирост в ограниченной по долговременной ползучести эффективности растяжения для георешетки по изобретению по сравнению с традиционным одноосным продуктом с эквивалентной прочностью составляет приблизительно 60% на основе веса полимера.

Пример 5 (фиг. 8, 8А и 8В).

Тест на возврат из состояния усадки для молекулярной ориентации

Фиг. 8 является фотографией, показывающей один тест растяжимого элемента (ребра и балки) из георешетки по изобретению, причем элемент изготовлен из ориентированного HDPE (крупный элемент справа на фиг 8, также нарисован в качестве фиг. 8А). Элемент хранится при 150°C в течение 60 мин, чтобы возвращать полимер в исходное состояние, так что элемент дает усадку, и возвращенный в исходное состояние элемент показывается слева на фиг. 8 (также нарисован в качестве фиг. 8В). Реберная часть элемента имеет начальную длину в направлении (MD) обработки в машине в 108 мм (размерность, отмеченную как "f" на фиг. 8А) и длину в конце теста (конечную длину) в 11 мм (отмеченную как "i" на фиг. 8В), что составляет степень вытяжки 9,8:1.

Фактическая степень вытяжки ребра во время производства составляет 10:1, так что этот тест имеет точность в пределах 2%. Начальная ширина ребра в поперечном направлении (TD) составляет 14 мм (отмеченная как "g" на фиг. 8А), с конечной шириной в 15 мм (отмеченной как "j" на фиг. 8В), что представляет собой расширение в 0,93:1. Это подтверждает то, что полимеры в этом ребре практически не ориентируются в TD. Размеры балочной части идентичного элемента также измеряются, так что они имеют первоначальную ширину в 6 мм (отмеченную как "h" на фиг. 8А) в MD-направлении и конечную ширину в 0,6 мм (отмеченную как "k" на фиг. 8В), измеренные с использованием микрометра, что представляет собой степень вытяжки в 10:1. Это подтверждает то, что балочная часть элемента имеет ориентацию в MD, идентичную ориентации в MD реберной части элемента. Начальная толщина балки составляет 0,8 мм, при этом конечная толщина составляет 6,5 мм после возврата в исходное состояние, что составляет близко к номинальной толщине в 6,35 мм полимерного листа до того, как он растянут, чтобы ориентировать полимер, что также предоставляет подтверждение степени вытяжки в MD.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Георешетка в форме выполненной как единое целое ячеистой структуры, содержащей молекулярно ориентированный полимерный материал, причем ячеистая структура сформирована из взаимно соединенных задающих ячеистую сеть элементов, включающих в себя удлиненные растяжимые элементы, взаимно соединенные посредством соединений, при этом молекулярная ориентация ячеистой структуры является однородной по всей ее протяженности, и причем соединения и удлиненные растяжимые элементы имеют одинаковую среднюю толщину.

2. Георешетка по п.1, в которой поперечное сечение растяжимых элементов является однородным по их длине.

3. Георешетка по п.2, в которой поперечное сечение удлиненных растяжимых элементов является прямоугольным.

4. Георешетка по п.1, в которой полимерный материал одноосно ориентирован.

5. Одноосная георешетка по п.4, имеющая коэффициент (R_{FCR}) уменьшения ползучести, определенный в соответствии с PD ISO/TR 20432:2007 на основе статических тестов на ползучесть в соответствии с BS EN ISO 13431:1999 и тестирования на ползучесть на основе пошагового изотермического способа в соответствии с ASTM D6992-03 по меньшей мере 55%.

6. Одноосная георешетка по п.4, имеющая толщину 0,1-3 мм.
7. Одноосная георешетка по любому из пп.4-6, имеющая степень растяжения по меньшей мере 4:1.
8. Одноосная георешетка по любому из пп.4-7, имеющая прочность на растяжение по меньшей мере 30 кН/м.
9. Одноосная георешетка по любому из пп.4-8, содержащая:
 - (i) множество удлиненных растяжимых элементов, протягивающихся параллельно друг другу в направлении ориентации, и
 - (ii) множество элементов-соединителей, выполненных как единое целое с растяжимыми элементами, причем каждый из них служит для того, чтобы соединять смежные реберные структуры между собой, причем элементы-соединители, соединяющие любые два растяжимых элемента между собой, разнесены друг от друга в направлении ориентации, за счет этого задавая вместе с растяжимыми элементами удлиненные апертуры, протягивающиеся параллельно растяжимым элементам.
10. Одноосная георешетка по п.9, в которой растяжимые элементы имеют ширину 2-50 мм, апертуры имеют длину 40-400 мм и ширину 5-100 мм и элементы-соединители имеют ширину 2-20 мм.
11. Одноосная георешетка по п.10, в которой растяжимые элементы имеют ширину 5-40 мм, апертуры имеют длину 40-250 мм и ширину 10-80 мм и элементы-соединители имеют ширину 6-18 мм.
12. Одноосная георешетка по любому из пп.7-11, в которой элементы-соединители размещены в качестве множества наборов, при этом соединители любого набора выравнены друг с другом в направлении, поперечном реберным структурам, и наборы разнесены друг от друга в продольном направлении реберных структур.
13. Одноосная георешетка по любому из пп.4-12, содержащая:
 - (a) множество, в общем, параллельных реберных структур, протягивающихся в направлении одноосной ориентации, и
 - (b) множество разнесенных, в общем, параллельных балочных структур, протягивающихся поперечно к реберным структурам, причем упомянутые реберные структуры и упомянутые балочные структуры взаимно соединены посредством соединений в разнесенных местоположениях вдоль своих соответствующих длин, за счет чего реберные структуры подразделяются по длине на чередующиеся соединения и реберные сегменты, и балочные структуры подразделяются по длине на чередующиеся балочные сегменты и соединения.
14. Одноосная георешетка по п.13, в которой реберные структуры имеют ширину в 2-50 мм, апертуры имеют длину в 40-400 мм и ширину в 5-100 мм и балочные структуры имеют ширину в 2-20 мм.
15. Одноосная георешетка по п.14, в которой реберные структуры имеют ширину 5-40 мм, апертуры имеют длину 40-250 мм и ширину 10-80 мм и балочные структуры имеют ширину 6-18 мм.
16. Одноосная георешетка по любому из пп.4-15, при этом георешетка имеет выполненные как единое целое буртики полимерного материала на поверхности георешетки, по меньшей мере, частично вокруг периферийных краев апертур.
17. Одноосная георешетка по п.16, в которой буртики сформированы вдоль концов апертур и уменьшаются до нулевой высоты вдоль удлиненных их краев.
18. Георешетка по любому из пп.1-3, в которой полимерный материал двуосно ориентирован, причем необязательно двуосная георешетка имеет степень растяжения по меньшей мере в 1,5:1 и/или дополнительно необязательно двуосная георешетка имеет прочность на растяжение по меньшей мере в 10 кН/м.
19. Способ производства георешетки, содержащий этапы, на которых:
 - (a) предоставляют предшественник георешетки в форме полимерного исходного листа, содержащего полимерный материал, однородно молекулярно ориентированный по всей протяженности листа, и
 - (b) преобразуют предшественник георешетки в георешетку посредством формирования апертур в предшественнике георешетки, чтобы задавать выполненную как единое целое ячеистую структуру, сформированную из взаимно соединенных задающих ячеистую сеть элементов, включающих в себя удлиненные растяжимые элементы взаимно соединенные посредством соединений, при этом молекулярная ориентация ячеистой структуры является однородной по всей ее протяженности, и причем соединения и удлиненные растяжимые элементы имеют одинаковую среднюю толщину.
20. Способ по п.19, в котором георешетка, сформированная на этапе (b), является такой, как указано в любом из пп.1-18.
21. Способ производства георешетки по п.19, в котором этап предоставления предшественника георешетки содержит растягивание удлиненного полимерного исходного листа, чтобы формировать упомянутый предшественник георешетки, содержащий молекулярно ориентированный полимер, при этом предшественник георешетки имеет по существу одинаковую толщину.
22. Способ по п.21, в котором полимерный исходный лист имеет среднюю толщину 2-12 мм.
23. Способ по п.22, в котором полимерный исходный лист имеет среднюю толщину 4-10 мм.
24. Способ по любому из пп.21-23, в котором апертуры формируются таким образом, что удлиненные растяжимые элементы являются, в общем, прямоугольными при просмотре в поперечном сечении под прямым углом к продольной протяженности удлиненных растяжимых элементов, причем стороны

по длине прямоугольного поперечного сечения располагаются вдоль поверхностей георешетки.

25. Способ по п.24, в котором апертуры формируются таким образом, что растяжимые элементы имеют ширину на противоположных сторонах георешетки в 2-20 мм.

26. Способ по п.25, в котором ширина растяжимых элементов составляет от 6 до 18 мм.

27. Способ по п.25 или 26, в котором апертуры формируются с возможностью иметь длину в 40-250 мм и ширину в 5-80 мм.

28. Способ по п.27, в котором апертуры имеют длину 50-200 мм и ширину 5-50 мм.

29. Способ по любому из пп.21-28, в котором растягивание на этапе осуществляется в одном направлении, чтобы обеспечивать предшественник георешетки, в котором полимерный материал одноосно ориентирован.

30. Способ по п.29, в котором на этапе (а) полимерный исходный лист растягивается до степени растяжения по меньшей мере в 4:1.

31. Способ по п.30, в котором упомянутая степень растяжения составляет по меньшей мере 7:1.

32. Способ по п.31, в котором упомянутая степень растяжения составляет от 7:1 до 12:1.

33. Способ по любому из пп.29-32, в котором апертуры формируются таким образом, что растяжимые элементы протягиваются параллельно направлению растягивания, и апертуры являются удлиненными, а также протягиваются параллельно этому направлению.

34. Способ по п.33, в котором апертуры формируются таким образом, что ячеистая структура содержит:

(i) множество удлиненных растяжимых элементов, протягивающихся параллельно друг другу, и

(ii) множество элементов-соединителей, выполненных как единое целое с растяжимыми элементами, причем каждый из них служит для того, чтобы соединять смежные реберные структуры между собой, причем элементы-соединители, соединяющие любые два растяжимых элемента, разнесены друг от друга в направлении растягивания, за счет этого задавая вместе с растяжимым элементом удлиненные апертуры.

35. Способ по п.34, в котором апертуры формируются таким образом, что элементы-соединители размещаются в качестве множества наборов, при этом элементы-соединители любого набора выравниваются друг с другом в направлении пересечения с удлиненными растяжимыми элементами, и при этом наборы разнесены друг от друга в продольном направлении растяжимых элементов.

36. Способ по п.34 или 35, в котором апертуры формируются таким образом, что растяжимые элементы имеют ширину 2-50 мм, апертуры имеют длину 40-400 мм и ширину 5-100 мм и элементы-соединители имеют ширину 2-20 мм.

37. Способ по п.36, в котором растяжимые элементы имеют ширину 5-40 мм, апертуры имеют длину 40-250 мм и ширину 10-80 мм и элементы-соединители имеют ширину 6-18 мм.

38. Способ по п.33, в котором апертуры формируются таким образом, что ячеистая структура содержит:

(i) множество, в общем, параллельных реберных структур, протягивающихся в направлении одноосной ориентации, и множество разнесенных, в общем, параллельных балочных структур, протягивающихся поперечно к реберным структурам, причем упомянутые реберные структуры и упомянутые балочные структуры взаимно соединяются посредством соединений в разнесенных местоположениях вдоль своих соответствующих длин, за счет чего реберные структуры подразделяются по длине на чередующиеся соединения и реберные сегменты, и балочные структуры подразделяются по длине на чередующиеся балочные сегменты и соединения.

39. Способ по п.38, в котором апертуры формируются таким образом, что реберные структуры имеют ширину 2-50 мм, апертуры имеют длину 40-400 мм и ширину 5-100 мм и балочные структуры имеют ширину 2-20 мм.

40. Способ по п.39, в котором реберные структуры имеют ширину 5-40 мм, апертуры имеют длину 40-250 мм и ширину 10-80 мм и балочные структуры имеют ширину 6-18 мм.

41. Способ по любому из пп.33-40, в котором апертуры обеспечиваются посредством операции перфорации.

42. Способ по п.41, в котором операция перфорации формирует выполненные как единое целое буртики полимерного материала на поверхности георешетки и, по меньшей мере, частично вокруг периферийных краев апертур.

43. Способ по п.42, в котором буртики формируются вдоль концов апертур и уменьшаются до нулевой высоты вдоль их удлиненных краев.

44. Способ по любому из пп.21-23, в котором исходный материал листа растягивается в двух взаимно перпендикулярных направлениях, чтобы производить предшественник георешетки, в котором полимерный материал двуосно ориентирован.

45. Способ упрочнения материала в виде частиц, содержащий этап, на котором заглабливают в материал в виде частиц георешетку по любому из пп.1-18.

46. Геоинженерная конструкция, содержащая массу материала в виде частиц, имеющего заглабленную в него георешетку по любому из пп.1-18.

47. Геоинженерная конструкция по п.46, выбранная из группы, состоящей из следующего: основание насыпи, балласт и/или подбалласт железнодорожной колеи; основание дорожной подушки, береговой устой моста, подпорная стена, $\geq 20^\circ$ склон, ремонтная мастерская с отцеплением вагонов, стальная ячеистая поверхность, охватывающая поверхность, террасная стена, стена и склон, задернованная поверхность, незадернованная поверхность, модульные блоки, бетонная панель, морское основание и/или габионная поверхность.

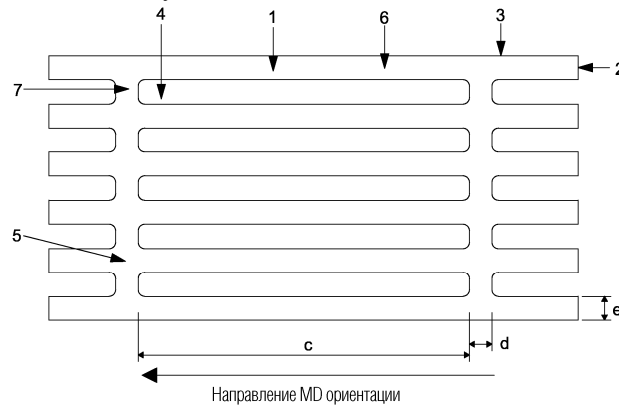
48. Геоинженерная конструкция по п.46 или 47, в которой георешетка придает геоинженерной конструкции улучшение по меньшей мере одного свойства, выбранного из следующего:

прочность; стабилизация, толщина слоев; ресурс; несущая способность; управление дифференциальной осадкой; способность к образованию корки на слабых отложениях и/или способность к заполнению пустот для и/или под материалом в виде частиц и/или геоинженерной конструкцией.

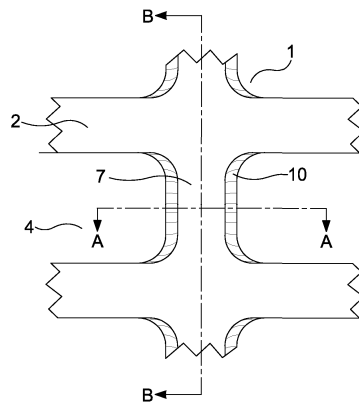
49. Применение георешетки по любому из пп.1-18 с материалом в виде частиц для формирования геоинженерной конструкции для по меньшей мере одной цели, выбранной из группы, состоящей из следующего:

упрочнение; стабилизация, управление дифференциальной осадкой; образование корки на слабых отложениях и/или заполнение пустот материала в виде частиц и/или под материалом в виде частиц и/или геоинженерной конструкцией.

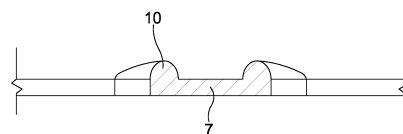
50. Применение георешетки по любому из пп.1-18 с материалом в виде частиц для формирования геоинженерной конструкции по любому из пп.46-48.



Фиг. 1



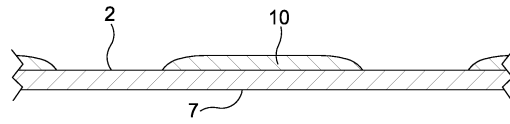
Фиг. 2



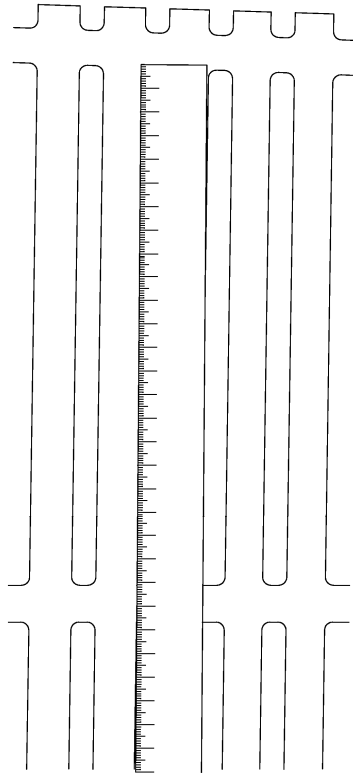
СЕЧЕНИЕ ВДОЛЬ А-А

Фиг. 3а

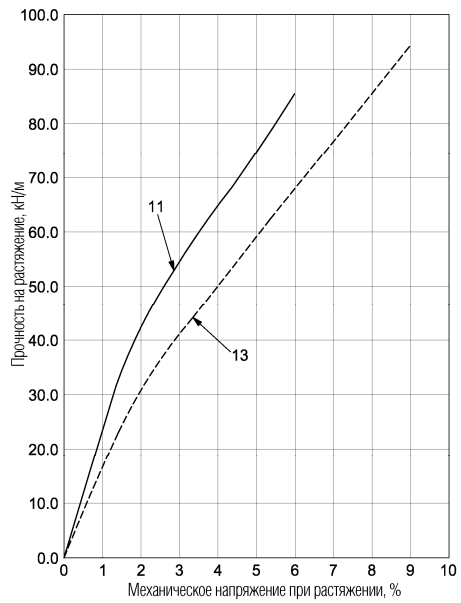
044358



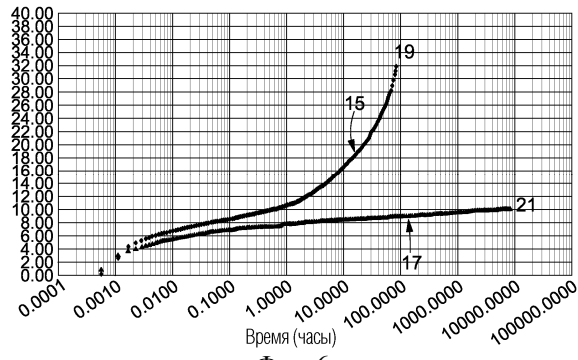
СЕЧЕНИЕ ВДОЛЬ В-В
Фиг. 3b



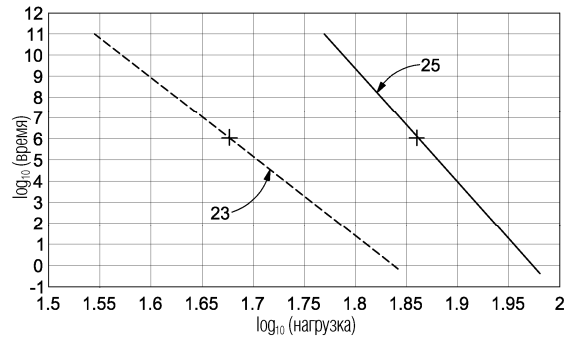
Фиг. 4



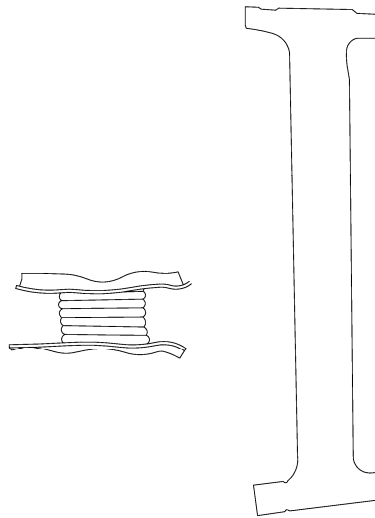
Фиг. 5



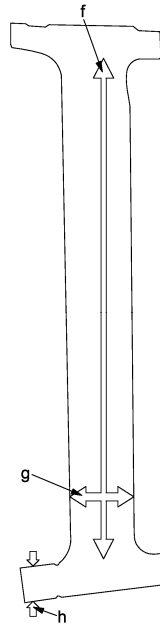
Фиг. 6



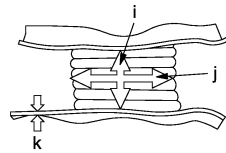
Фиг. 7



Фиг. 8



Фиг. 8А



Фиг. 8В