

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202390133** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2023.03.06

(22) Дата подачи заявки
2021.06.24

(51) Int. Cl. **B32B 5/12** (2006.01)
B29C 55/12 (2006.01)
B29D 28/00 (2006.01)
B29D 7/00 (2006.01)
B32B 3/10 (2006.01)
E01C 3/04 (2006.01)
B32B 5/02 (2006.01)

**(54) МУЛЬТИАКСИАЛЬНАЯ ЦЕЛЬНАЯ ГЕОРЕШЕТКА И СПОСОБЫ ЕЕ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

(31) **63/043,627; 63/154,209; 63/154,588;
17/355,843**

(32) **2020.06.24; 2021.02.26; 2021.02.26;
2021.06.23**

(33) **US**

(86) **PCT/US2021/038863**

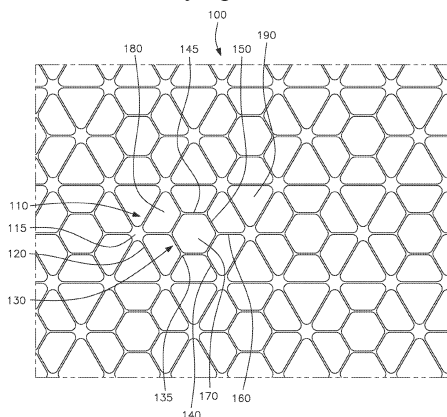
(87) **WO 2021/262958 2021.12.30**

(71) Заявитель:
**ТЕНСАР ИНТЕРНЭШНЛ
КОРПОРЕЙШН (US)**

(72) Изобретатель:
**Кёрсон Эндрю, Дженкинс Том-Росс,
Уоллер Эндрю Эдвард, Галлахер
Дэниэл Джон (GB), Бейкер Дэниэл
Марк, Тияджи Манодж Кумар,
Кавано Джозеф (US)**

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

(57) Однослойная мультиаксиальная цельная георешетка, пригодная для стабилизации заполнителя, включает в себя множество соединенных друг с другом, ориентированных прядей и частично ориентированных мест соединения, образующих повторяющуюся структуру из наружных шестиугольников, в которых имеется упорядоченная совокупность отверстий. Ориентированные ребра, проходящие внутрь от каждого из указанных наружных шестиугольников, обеспечивают опору для внутреннего шестиугольника меньшего размера и окружают внутренний шестиугольник меньшего размера, имеющий ориентированные пряди, посредством чего образуется множество трапециевидных отверстий и одно шестиугольное отверстие. Ориентированные пряди и частично ориентированные места соединения в наружных шестиугольниках образуют множество прямолинейных прядей, образующих сильные оси, проходящих непрерывно через всю георешетку и образующих дополнительные треугольные отверстия. Таким образом, георешетка включает в себя элементы с тремя разными повторяющимися геометрическими формами. Внутренние шестиугольники также могут предпочтительно перемещаться вверх и вниз за пределы плоскости георешетки. Таким образом, мультиаксиальная цельная георешетка обеспечивает геометрию, которая создает возможность лучшего контактного взаимодействия с более разнообразными и более разными по качеству заполнителями и удерживания и стабилизации их.



A1

202390133

202390133

A1

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

2420-576807EA/032

МУЛЬТИАКСИАЛЬНАЯ ЦЕЛЬНАЯ ГЕОРЕШЕТКА И СПОСОБЫ ЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

ПЕРЕКРЕСТНАЯ ССЫЛКА НА РОДСТВЕННЫЕ ЗАЯВКИ

Данная заявка притязает на преимущества приоритета по предварительной заявке на патент США № 63/043,627, поданной 24 июня 2020, предварительной заявке на патент США № 63/154,209, поданной 26 февраля 2021, и предварительной заявке на патент США № 63/154,588, поданной 26 февраля 2021.

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Область техники, к которой относится изобретение

Настоящее изобретение относится в целом к цельным георешеткам и другим ориентированным георешеткам, используемым для укрепления и стабилизации конструкций или сооружений и в других геотехнических целях. Более конкретно, настоящее изобретение относится к таким цельным георешеткам, которые имеют геометрию однослойной мультиаксиальной решетки с повышенной способностью к контактному взаимодействию с более разнообразными и более разными по качеству заполнителями и их удерживанию и стабилизации, а также с другими желательными характеристиками, раскрытыми в данном документе, которые в сочетании обеспечивают улучшенные эксплуатационные характеристики, более значительные экономические выгоды и бóльшие экологические выгоды.

Данное изобретение также относится к способу изготовления таких мультиаксиальных цельных георешеток.

В заключение, настоящее изобретение относится к применению таких мультиаксиальных цельных георешеток для укрепления и стабилизации грунта и материалов в виде частиц и к способам такого укрепления и стабилизации.

Применительно к данному изобретению термин «цельная георешетка» предназначен для охвата цельных георешеток и других цельных решетчатых конструкций, изготовленных посредством ориентирования, то есть растягивания полимерного исходного материала в виде листа или листообразного профиля, имеющего требуемую толщину и имеющего отверстия или углубления, выполненные в нем.

2. Описание предшествующего уровня техники

Полимерные цельные решетчатые конструкции, имеющие ячеи, ограниченные посредством различных геометрических конфигураций из по существу параллельных ориентированных прядей и мест соединения между ними, такие как цельные георешетки, изготавливаются свыше 35 лет. Такие решетки изготавливают посредством экструзии и образования цельнолитого исходного листа, имеющего определенную конфигурацию отверстий или углублений, после чего выполняют регулируемое одноосное или двуосное растягивание и ориентирование листа для получения высокоориентированных прядей и частично ориентированных мест соединения, образованных посредством ячеек, которые

образованы отверстиям или углублениями. Такое растягивание и ориентирование листа или в одном направлении, или в двух направлениях обеспечивает повышение прочности прядей при растяжении и модуля упругости при растяжении в соответствующих направлениях прядей. Также известно, что при эксплуатации данных решетчатых конструкций важное значение имеет не только прочность прядей, но и также прочность мест соединения. Данные цельные ориентированные полимерные решетчатые конструкции могут быть использованы для удерживания или стабилизации материала в виде частиц любого соответствующего вида, такого как почва, грунт, песок, глина, гравий и т.д., и в любом соответствующем месте, например, на обочине дороги или в другом месте выемки грунта или на насыпи, под поверхностью дороги, поверхностью взлетно-посадочной полосы и т.д.

Были выполнены эксперименты с различными формами и схемами расположения отверстий для обеспечения больших значений отношения прочности к массе или для достижения более высоких скоростей обработки во время процесса изготовления. Ориентирование выполняют при регулируемых температурах и скоростях деформирования. Некоторые из переменных в данном процессе включают степень вытяжки, молекулярную массу, молекулярно-массовое распределение и степень разветвления или сшивания полимера.

Изготовление и применение таких цельных георешеток и других цельных решетчатых конструкций могут быть реализованы посредством хорошо известных способов. Как подробно описано в патентах США №№ 4,374,798 на имя Mercer (Мерсер), 4,590,029 на имя Mercer, 4,743,486 на имя Mercer и Martin, 4,756,946 на имя Mercer и 5,419,659 на имя Mercer, исходный полимерный листовой материал сначала ekstrудируют и затем подвергают пробивке для образования требуемой конфигурации отверстий или углублений. После этого цельную георешетку образуют посредством требуемого растягивания и ориентирования перфорированного листового материала.

Такие цельные георешетки, как моноаксиальные цельные георешетки, так и биаксиальные цельные георешетки (называемые совместно «цельными георешетками» или по отдельности «моноаксиальной (-ыми) цельной (-ыми) георешеткой (-ами)» или «биаксиальной (-ыми) цельной (-ыми) георешеткой (-ами)»), были изобретены вышеупомянутым Мерсером в конце 1970-х и имели огромный коммерческий успех в течение последних 35 лет, поскольку они полностью революционизировали технологию укрепления грунтов, слоя основания дорожного полотна и других строительных сооружений, образованных из гранулированных заполнителей или материалов в виде частиц.

Мерсер обнаружил, что, имея вначале относительно толстый, по существу унипланарный полимерный исходный лист предпочтительно с толщиной порядка 1,5 мм (приблизительно 0,06 дюйма) - 4,0 мм (приблизительно 0,16 дюйма), имеющий конфигурацию отверстий или углублений, центры которых расположены на горизонтальных и вертикальных линиях, образующих воображаемую, по существу квадратную или прямоугольную сетку, и растягивая исходный лист или по одной оси, или

по двум осям так, чтобы ориентированные пряди доходили до мест соединения, можно образовать полностью новую, по существу унипланарную цельную георешетку. Как описано Мерсером, «унипланарная» означает, что все зоны листообразного материала являются по существу симметричными относительно средней плоскости листообразного материала. Георешетки, предложенные Мерсером, были направлены на удовлетворение потребностей, связанных с их использованием в областях применения, относящихся к гражданским и геотехническим инженерным сооружениям, в которых требовались пряди, проходящие в одном или двух направлениях и имеющие высокую прочность и жесткость, и места соединения с высокой целостностью и жесткостью для обеспечения возможности получения надежной и долговечной георешетки и ее пригодности для применения в гражданских и геотехнических инженерных сооружениях и для обеспечения возможности попадания частиц грунта и наполнителей в данные георешетки и удерживания данных частиц посредством прядей и мест соединения.

В патентах США №№ 3,252,181, 3,317,951, 3,496,965, 4,470,942, 4,808,358 и 5,053,264 исходный материал с требуемой конфигурацией отверстий или углублений образуют при экструзии полимера в виде цилиндра, и реальную унипланарность обеспечивают посредством пропускания экструдированного материала поверх расширяющегося дорна. После этого расширенный цилиндр разрезают в продольном направлении для получения плоского, по существу унипланарного исходного листа.

Другая цельная георешетка описана в патенте США № 7,001,112 на имя Walsh (в дальнейшем «патент '112 на имя Walsh»), принадлежащем компании Tensar International Limited, ассоциированной компании правообладателя по заявке на патент, рассматриваемой в данный момент, а именно Tensar International Corporation, Inc. (в дальнейшем «Tensar»), Атланта, Джорджия. В патенте '112 на имя Walsh раскрыты ориентированные полимерные цельные георешетки, включая растянутую по двум осям, цельную георешетку, в которой ориентированные пряди образуют треугольные ячей с частично ориентированным местом соединения в каждом углу, и с шестью высокоориентированными прядями, пересекающимися в каждом месте соединения (в дальнейшем иногда упоминаемую в данном документе как «триаксиальная цельная георешетка»). Триаксиальные цельные георешетки по патенту '112 на имя Walsh были выведены на рынок компанией Tensar со значительным успехом. Георешетки по патенту '112 на имя Walsh удовлетворяли потребности лучше по сравнению с уровнем техники, который соответствует георешеткам, предложенным Мерсером, за счет добавления прядей, проходящих в более чем двух направлениях и имеющих высокую прочность и жесткость, и мест соединения с высокой целостностью и жесткостью для лучшего распределения нагрузок и противодействия нагрузкам, действующим во время использования, и использования треугольных отверстий для улучшения способности георешетки удерживать грунт или заполнитель и обеспечивать опору для грунта или заполнителя, размещаемого вместе с георешеткой.

Усовершенствованные цельные георешетки раскрыты в последнее время в патентах США №№ 9,556,580 на имя Walsh, 10,024,002 на имя Walsh и 10,501,896 на имя Walsh,

которые все принадлежат компании Tensar Technologies Limited, другой ассоциированной компании правообладателя по заявке на патент, рассматриваемой в данный момент. В вышеупомянутых патентах США на имя Walsh №№ 9,556,580, 10,024,002 и 10,501,896 раскрыта цельная георешетка, имеющая то, что известно специалисту в данной области техники как высокое характеристическое отношение, то есть отношение толщины или высоты поперечного сечения пряжи к ширине поперечного сечения пряжи, которое составляет более 1,0. В дальнейшем данные патенты упоминаются как патенты High Aspect Ratio (большое характеристическое отношение) или патент или патенты HAR на имя Walsh. Георешетки с высоким характеристическим отношением по патентам HAR на имя Walsh также были выведены на рынок компанией Tensar со значительным успехом.

Идея патентов HAR на имя Walsh состоит в том, что мультиаксиальная георешетка с надлежащим модулем устойчивости отверстий (*ASM - aperture stability modulus*) при поперечных сечениях ребер или прядей, имеющих высокое характеристическое отношение, обеспечивает улучшенные эксплуатационные характеристики при использовании георешетки в качестве укрепляющего или стабилизирующего компонента в строительном сооружении, например, дорожном полотне или рельсовом пути, в котором один или более слоев георешетки используются для улучшения грунтового основания и/или для укрепления подстилающего слоя. Эта идея по патентам HAR на имя Walsh пришла на смену известной идее, заключающейся в том, что наличие максимального модуля устойчивости отверстий было желательным.

В патентах HAR на имя Walsh показано, что в обычных мультиаксиальных георешетках соотношение между характеристическим отношением для ребер и эксплуатационными характеристиками при дорожном движении, иллюстрируемое соотношением между характеристическим отношением для ребер и глубиной колеи, показанным на фиг.5 патента на имя Walsh, не является линейным. В то время как изменение характеристического отношения от 0,375 до 1,4 приводит к уменьшению глубины колеи от 38 мм до 23 мм, увеличение характеристического отношения от 1,4 до 2,2 обеспечивает уменьшение глубины колеи до 19 мм. Несмотря на то, что данное улучшение имеет значение, простое дальнейшее увеличение характеристического отношения для ребер посредством увеличения толщины решетчатой конструкции приводит к увеличению веса и повышению стоимости изделия.

В патентах HAR на имя Walsh продемонстрировано дальнейшее улучшение по отношению к уровню техники в патентах на имя Walsh за счет добавления прядей, проходящих в более чем двух направлениях и имеющих высокую прочность и жесткость, и мест соединения с высокой целостностью и жесткостью, и дополнительное улучшение способности георешетки к удерживанию грунта или заполнителя и обеспечению опоры для грунта или заполнителя, размещаемого вместе с георешеткой, за счет точной модификации размеров и расположения растянутых прядей.

Еще одна цельная георешетка раскрыта в документе CN 102615818 A, в котором предложена пластиковая георешетка с геометрией, напоминающей рисунок панциря

черепахи. Несмотря на то, что раскрыта геометрия решетки типа «шестиугольник-в-шестиугольнике», отсутствуют какие-либо пряди в геометрической конфигурации, которые являются прямолинейными и непрерывными или на длине, или на ширине георешетки.

Таким образом, цельная георешетка, полученная из вышеописанных известных исходных материалов, может проявлять в основном удовлетворительные свойства при применении с целью контактного взаимодействия с грунтом и другими заполнителями и их стабилизации. Однако отсутствие прямолинейных прядей, которые проходят непрерывно через всю георешетку, значительно ухудшает структурную целостность геометрии и ограничивает способность георешетки к растяжению в плоскости и ее полезность при применениях геосинтетических материалов.

Предусмотрено, что настоящее изобретение применимо для всех цельных решеток независимо от способа образования исходного листа или способа ориентирования исходного материала для его преобразования в цельную георешетку или решетчатую конструкцию. Предмет вышеуказанных патентов США №№ 3,252,181, 3,317,951, 3,496,965, 4,470,942, 4,808,358, 5,053,264, 7,001,112, 9,556,580, 10,024,002 и 10,501,896 явным образом включен в данное описание путем ссылки, как если бы раскрытия изобретений были полностью приведены в данном документе. Данные патенты приведены как иллюстративные и не рассматриваются как включающие или исключающие другие технические решения, известные в данной области техники для производства материалов цельных полимерных решеток.

По-прежнему выявляются механизмы для разъяснения и/или прогнозирования эксплуатационных характеристик геосинтетического материала, который включает в себя мультиаксиальные георешетки на гранулированном материале, таком как грунт или камень, при использовании в дорожном полотне для противодействия воздействиям движения транспорта, вызывающим колееобразование. Исследования показали, что невозможно описать и/или спрогнозировать эксплуатационные характеристики георешетки при применениях в дорожном полотне на основе физических и/или механических свойств георешетки самой по себе. См., например, работы Giroud, J. P. и Han, J., “Closure to ‘Design Method for Geogrid-Reinforced Unpaved Roads, I: Development of Design Method,’” *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, ASCE, Vol. 130, No. 8, pp. 775-786, August 2004; Webster, S. L., “Geogrid Reinforced Base Course for Flexible Pavements for Light Aircraft: Test Section Construction, Behavior under Traffic, Laboratory Tests, and Design Criteria,” *Report DOT/FAA/RD-92*, December 1992. Следовательно, необходимо учитывать композиционную структуру, образованную из георешетки и гранулированного материала, подвижность которого ограничивается и который удерживается посредством георешетки.

Уже имеющиеся георешетки по предшествующему уровню техники были разработаны для оптимизации соотношения между крупностью гранулированного материала и размером отверстий георешетки с целью обеспечения высокой степени «прохождения» (“*strike through*”) или проникновения (“*penetration*”), то есть высокая доля гранулометрического состава заполнителя попадает в отверстия георешетки так, чтобы

гранулированные материалы могли опираться на боковые стенки удерживающих ребер. См., например, патент США № 5,419,659 на имя Mercer, столбец 21, строки 32-43, патент США № 10,501,896 HAR на имя Walsh, столбец 1, строки 51-64, и столбец 4, строка 62, - столбец 5, строка 11; “Geosynthetic Design & Construction Guidelines - Reference Manual - NHI Course No. 132013”, публикация № FHWA NHI-07-092 Федерального управления шоссейных дорог Министерства транспорта США, 28 августа 2008; “Use of Geogrid for Strengthening and Reducing the Roadway Structural Sections,” *NDOT Research Report*, Report No. 327-12-803, January 2016. В случае патентов HAR на имя Walsh и других документов по предшествующему уровню техники обеспечивалось согласование одного размера отверстий с размером относительно больших частиц гранулированного материала с целью полного удерживания данных отдельных частиц. См. подход согласно патентам HAR на имя Walsh, проиллюстрированный на нижеприведенной фотографии.



Таким образом, для обеспечения оптимальных эксплуатационных характеристик диапазон оптимальных размеров частиц заполнителя был ограничен размером отверстия в выбранной конструкции георешетки для каждого применения георешетки.

Гражданская инфраструктура, такая как дороги, продолжает стареть и функционирует недостаточно эффективно, и существует растущая потребность в замене и модернизации данных объектов. Наряду с этим материалы, традиционно используемые при строительстве дорог и других объектов гражданской инфраструктуры, продолжают дорожать и становятся более дефицитными, в частности, из-за экологических последствий карьерной добычи высококачественных естественных заполнителей. В результате существует растущая потребность в использовании материалов, которые являются более доступными и которые имеют меньшие экологические последствия при их получении. Как правило, данные материалы отличаются по своим свойствам от традиционных материалов и часто имеют более низкие технические характеристики.

Следовательно, существует обусловленная коммерческими и экологическими соображениями потребность в материале для георешетки, который может способствовать обеспечению улучшенных эксплуатационных характеристики и экономии при одновременном уменьшении экологических последствий от объектов гражданской инфраструктуры, таких как дороги. Следовательно, существует потребность в цельной георешетке, имеющей геометрию, которая обеспечивает возможность контактного взаимодействия с более разнообразными и более разными по качеству заполнителями и удерживания и стабилизации более разнообразных и более разных по качеству

заполнителей, чем геометрические характеристики, соответствующие известным георешеткам, и имеющей геометрию, которая включает непрерывные пряжи, проходящие в по меньшей мере двух направлениях, при одновременном обеспечении разных степеней локализованной жесткости в направлении нормали к плоскости помимо других желательных свойств, недоступных в случае уже имеющихся цельных георешеток.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Для получения вышеупомянутой геометрии, которая обеспечивает возможность контактного взаимодействия с более разнообразными и более разными по качеству заполнителями и удерживания и стабилизации более разнообразных и более разных по качеству заполнителей, чем геометрические характеристики, соответствующие конструкциям известных георешеток, и геометрии, которая включает непрерывные пряжи, проходящие в по меньшей мере двух направлениях, при одновременном обеспечении разных степеней локализованной жесткости в направлении нормали к плоскости и в плоскости и других желательных характеристик, в соответствии с настоящим изобретением предложена однослойная мультиаксиальная решетка, имеющая повторяющуюся геометрию с различными формами и размерами отверстий, образованная из ребер с разной длиной, высотой **поперечного сечения** и шириной **поперечного сечения**, в которой ребра предпочтительно имеют характеристическое отношение, превышающее 1,0, и в которой некоторые из ребер проходят в поперечном направлении и диагонально в виде непрерывных прямых линий от края до края решетки, в то время как другие пряжи прерываются для обеспечения зон локальной податливости.

Более конкретно, мультиаксиальная георешетка согласно настоящему изобретению имеет нижеуказанные признаки в комбинации:

- ребра с разной шириной **поперечного сечения** и высотой **поперечного сечения** при предпочтительном сохранении больших характеристических отношений;
- различные формы и размеры отверстий для лучшей адаптации к различным гранулированным материалам;
- повторяющуюся геометрию, которая обеспечивает увеличение числа ориентированных ребер на единицу площади для лучшего удерживания гранулированного материала;
- повторяющуюся геометрию, которая обеспечивает увеличение числа углов, образованных между ориентированными ребрами, на единицу площади для лучшего удерживания гранулированного материала;
- повторяющуюся геометрию, при которой имеются разные углы удерживания, образованные между ориентированными ребрами, на единицу площади для лучшего удерживания гранулированного материала;
- цельные места соединения для содействия распределению нагрузок;
- стабилизирующие и упрочняющие пряжи, образующие сильные оси и проходящие непрерывно в множестве направлений через всю георешетку для оптимизации распределения нагрузок;

- локально изменяющуюся жесткость в плоскости и в направлении нормали к плоскости.

В одном предпочтительном варианте осуществления настоящего изобретения используется повторяющаяся конфигурация из соединенных друг с другом, ориентированных прядей и частично ориентированных мест соединения, образующих повторяющуюся структуру из наружных шестиугольников, каждый из которых обеспечивает опору для внутреннего шестиугольника меньшего размера и окружает внутренний шестиугольник меньшего размера для образования трех отверстий разной формы в однослойной мультиаксиальной цельной георешетке. Кроме того, для обеспечения дополнительной прочности и устойчивости геометрические характеристики наружных шестиугольников обеспечивают формирование или образование множества прямолинейных прядей, или прядей или ребер, образующих сильные оси и проходящих непрерывно через всю мультиаксиальную цельную георешетку без пересечения внутреннего пространства других наружных шестиугольников, что делает георешетку пригодной для стабилизации заполнителя. Следует понимать, что непрерывные прямолинейные пряди состоят из ориентированных прядей и частично ориентированных мест соединения, которые определяют границы наружных шестиугольников и выровнены вдоль одной и той же линии или одного и того же направления пряди. Непрерывные прямолинейные пряди наружных шестиугольников также образуют треугольные отверстия между соседними наружными шестиугольниками, которые повторяются на всей протяженности георешетки и не перегораживаются дополнительными прядями или ребрами.

Сформированный таким образом, внутренний шестиугольник состоит из шести ориентированных прядей, которые определяют границы шестиугольного отверстия, не перегороженного дополнительными прядями или ребрами. Внутренний шестиугольник поддерживается шестью ориентированными соединительными прядями, которые проходят от частично ориентированных мест соединения в наружном шестиугольнике до соответствующего угла внутреннего шестиугольника для образования ориентированных узлов, в которых соединяются три пряди (*tri-nodes*). Узлы, в которых соединяются три пряди, имеют значительно более высокую степень ориентированности, чем частично ориентированные места соединения, и имеют тенденцию к полной ориентированности. Шесть ориентированных прядей, которые образуют внутренний шестиугольник, и шесть поддерживающих ориентированных соединительных прядей вместе с соседними ориентированными прядями наружного шестиугольника образуют шесть трапециевидных отверстий, которые все не перегорожены дополнительными прядями или ребрами.

Конфигурация, описанная в предыдущем абзаце, также создает структуру, в которой внутренний шестиугольник «подвешен», то есть является плавающим относительно структуры, образованной наружным шестиугольником. Данная структура позволяет внутреннему шестиугольнику смещаться вверх или вниз, так что он будет «плавать» или изгибаться, то есть деформироваться, относительно основной плоскости георешетки и

относительно непрерывных прямолинейных прядей, которые состоят из ориентированных прядей и частично ориентированных мест соединения, определяющих границы наружных шестиугольников. Таким образом, во время размещения и уплотнения заполнителя плавающий внутренний шестиугольник повышает способность георешетки к контактному взаимодействию с заполнителем и его удерживанию и стабилизации.

Вышеуказанная конструкция георешетки часто упоминается в дальнейшем как «повторяющийся плавающий шестиугольник внутри шестиугольной структуры» или проще «плавающий шестиугольник внутри шестиугольной структуры».

В соответствии с одним вариантом осуществления настоящего изобретения исходный материал для изготовления мультиаксиальной цельной георешетки включает в себя полимерный лист, в котором имеются отверстия или углубления, которые образуют отверстия разных форм при подвергании исходного материала двусосному растягиванию.

В соответствии с другим вариантом осуществления настоящего изобретения мультиаксиальная цельная георешетка включает в себя повторяющийся плавающий шестиугольник внутри шестиугольной структуры.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления настоящего изобретения конструкция из грунта включает в себя массу материала в виде частиц, укрепленного и стабилизированного посредством заделки в него мультиаксиальной цельной георешетки, имеющей повторяющийся плавающий шестиугольник внутри шестиугольной структуры и изготовленной из полимерного исходного листа.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления настоящего изобретения способ изготовления исходного материала для мультиаксиальной цельной георешетки включает получение полимерного листа и выполнение отверстий или углублений в нем для образования мультиаксиальной цельной георешетки, имеющей повторяющийся плавающий шестиугольник внутри шестиугольной структуры, образованной из соединенных друг с другом, ориентированных прядей и отверстий.

В соответствии с еще одним вариантом осуществления настоящего изобретения способ изготовления мультиаксиальной цельной георешетки включает получение полимерного листа, выполнение отверстий или углублений в нем и двусосное растягивание полимерного листа, в котором имеются отверстия или углубления, для получения множества соединенных друг с другом, ориентированных прядей, **определяющих границы** отверстий разной формы, с образованием повторяющегося плавающего шестиугольника внутри шестиугольной структуры.

Кроме того, в соответствии с еще одним вариантом осуществления настоящего изобретения способ укрепления массы материала в виде частиц включает заделку в массу материала в виде частиц мультиаксиальной цельной георешетки, имеющей повторяющийся плавающий шестиугольник внутри шестиугольной структуры и изготовленной из полимерного листа, которая пригодна для использования при придании устойчивости массе материала в виде частиц.

Соответственно, задача настоящего изобретения состоит в том, чтобы предложить

исходный материал для изготовления мультиаксиальной цельной георешетки, имеющей повторяющийся плавающий шестиугольник внутри шестиугольной структуры. Исходный материал включает в себя полимерный лист, в котором имеются отверстия или углубления, которые образуют отверстия при подвергании исходного материала двuosному растягиванию.

Другая задача настоящего изобретения состоит в том, чтобы предложить мультиаксиальную цельную георешетку, пригодную для стабилизации и укрепления заполнителя, которая включает в себя повторяющийся плавающий шестиугольник внутри шестиугольной структуры, изготовлена из полимерного листа и имеет прямолинейные пряжи, проходящие непрерывно через всю мультиаксиальную цельную георешетку. Дополнительная задача изобретения состоит в том, чтобы предложить геометрию, которая обеспечивает возможность контактного взаимодействия с более разнообразными и более разными по качеству заполнителями и удерживания и стабилизации более разнообразных и более разных по качеству заполнителей, чем геометрические характеристики, соответствующие конструкциям известных георешеток, при одновременном обеспечении разных степеней локализованной жесткости в направлении нормали к плоскости и в плоскости и других желательных характеристик.

Еще одна задача настоящего изобретения состоит в том, чтобы предложить конструкцию из грунта, которая включает в себя массу материала в виде частиц, укрепленного и стабилизированного посредством заделки в него мультиаксиальной цельной георешетки, имеющей повторяющийся плавающий шестиугольник внутри шестиугольной структуры и изготовленной из полимерного листа.

Еще одна задача настоящего изобретения состоит в том, чтобы предложить способ изготовления исходного материала для мультиаксиальной цельной георешетки, включающий получение полимерного листа и выполнение отверстий или углублений в нем для образования мультиаксиальной цельной георешетки, имеющей повторяющийся плавающий шестиугольник внутри шестиугольной структуры, образованной из соединенных друг с другом, ориентированных пряжей и отверстий.

Еще одна задача настоящего изобретения состоит в том, чтобы предложить способ изготовления цельной георешетки. Способ включает получение полимерного листа, выполнение отверстий или углублений в нем и двuosное растягивание полимерного листа, в котором имеются отверстия или углубления, для получения множества соединенных друг с другом, ориентированных пряжей, определяющих границы упорядоченной совокупности отверстий, повторяющегося плавающего шестиугольника внутри шестиугольной структуры, образованной из соединенных друг с другом, ориентированных пряжей и отверстий, включая прямолинейные пряжи, которые проходят непрерывно через всю мультиаксиальную цельную георешетку. В данном способе могут использоваться известные способы изготовления георешеток, такие как описанные в вышеупомянутых патентах США №№ 4,374,798, 4,590,029, 4,743,486, 5,419,659, 7,001,112, 9,556,580, 10,024,002 и 10,501,896, а также в других патентах.

Многочисленные преимущества, связанные с мультиаксиальной цельной георешеткой согласно настоящему изобретению, имеют разный характер. Благодаря повторяющемуся плавающему шестиугольнику внутри шестиугольной структуры, образованной из соединенных друг с другом, ориентированных прядей и отверстий, мультиаксиальная цельная георешетка может лучше адаптироваться к различной крупности заполнителей, а именно за счет ограничивающих размеров отверстий. В то время как конструкции известных, промышленно изготавливаемых цельных георешеток, как правило, имеют одну базовую форму и один ограничивающий размер, в мультиаксиальной цельной георешетке по настоящему изобретению эффективно используются три разные базовые формы - в данном примере шестиугольник, трапеция и треугольник. В свою очередь, отверстия с данными формами образованы и ограничены посредством ориентированных прядей или ребер разной формы и размера. По существу мультиаксиальная цельная георешетка по настоящему изобретению может лучше адаптироваться к обычно встречающимся различным углам, ориентации и крупности заполнителя, когда он распределен по георешетке.

Кроме того, мультиаксиальная цельная георешетка по настоящему изобретению в большей степени подходит для стабилизации более разнообразных заполнителей за счет обеспечения увеличенной широты распределения размеров отверстий, что приводит к способности к контактному взаимодействию с более разнообразными и более разными по качеству заполнителями и удерживанию и стабилизации более разнообразных и более разных по качеству заполнителей по сравнению с формами треугольников и прямоугольников обычно одного размера, имеющих в известных мультиаксиальных цельных георешетках. Конфигурация мультиаксиальной цельной георешетки по настоящему изобретению имеет неперегороженный открытый внутренний шестиугольник в сочетании с окружающим шестиугольником большего размера, что обеспечивает оптимальное удерживание заполнителя и ограничение его подвижности в боковом направлении. Дополнительное распределение размеров отверстий достигается за счет повторяющихся отверстий с трапециевидной и треугольной формами.

Кроме того, мультиаксиальная цельная георешетка по настоящему изобретению обеспечивает большие характеристические отношения для всех прядей по сравнению с характеристическими отношениями для прядей известных цельных георешеток. Поскольку большое характеристическое отношение по настоящему изобретению обеспечивает увеличение сцепления с заполнителем, мультиаксиальная цельная георешетка по настоящему изобретению может лучше адаптироваться к различным соотношениям размеров заполнителя.

Благодаря повторяющемуся плавающему шестиугольнику внутри шестиугольной структуры, образованной из соединенных друг с другом, ориентированных прядей и отверстий, мультиаксиальная цельная георешетка по настоящему изобретению также отличается увеличенным количеством и более разными типами элементов из прядей по отношению к известным цельным георешеткам. Кроме того, мультиаксиальная цельная

георешетка по настоящему изобретению имеет увеличенное число ориентированных растянутых элементов и уменьшенное число частично ориентированных мест соединения. По существу мультиаксиальная цельная георешетка по настоящему изобретению отличается разными степенями локализованной жесткости в направлении нормали к плоскости и в плоскости.

В то время как мультиаксиальная геометрия по настоящему изобретению обеспечивает придание цельной георешетке в целом большей вращательной жесткости в плоскости, пряжи с меньшей длиной обеспечивают повышение вращательной жесткости цельной георешетки по сравнению с известными цельными георешетками. Таким образом, мультиаксиальная цельная георешетка характеризуется податливостью, то есть исходной упругостью или гибкостью, что приводит к лучшему уплотнению и более высокой плотности, но при этом обеспечивает конечную жесткость композиционной структуры, образованной из заполнителя и георешетки, в горизонтальном направлении, которая больше в результате наличия исходной упругости/податливости.

Кроме того, мультиаксиальная цельная георешетка по настоящему изобретению имеет увеличенное число удерживающих элементов, то есть прядей, которые обеспечивают сопротивление перемещению агрегата, подобное концентрическому. При размере шестиугольника, аналогичном по отношению к известной триаксиальной цельной георешетке, мультиаксиальная цельная георешетка по настоящему изобретению обеспечивает в два раза большее число удерживающих элементов для противодействия перемещению, вызываемому радиальными нагрузками во время уплотнения и дорожного движения.

Подводя итог, следует отметить, что благодаря повторяющемуся плавающему шестиугольнику внутри шестиугольной структуры, образованной из соединенных друг с другом, ориентированных прядей и отверстий, предпочтительная мультиаксиальная цельная георешетка по настоящему изобретению имеет увеличенное число и более разные типы элементов из прядей и углов удерживания или «угловых зон» и имеет внутренний шестиугольник, «подвешенный» с возможностью ограниченного перемещения вверх и вниз за пределы плоскости. Данные характеристики приводят к большим возможностям, связанным с размещением и удерживанием заполнителя, при сохранении общей конструктивной целостности цельной георешетки. Кроме того, за счет наличия прямолинейных прядей, состоящих из соединенных ориентированных прядей (или ребер) и частично ориентированных мест соединения и проходящих непрерывно через всю мультиаксиальную цельную георешетку, мультиаксиальная цельная георешетка по настоящему изобретению имеет повышенную прочность и устойчивость в качестве средства укрепления заполнителя.

Эти преимущества вместе с другими задачами и преимуществами, которые станут очевидными впоследствии, заключаются в деталях конструкции и функционирования, более полно описанных в дальнейшем, при этом делается ссылка на сопровождающие чертежи, образующие часть описания, на которых аналогичные ссылочные позиции

относятся к аналогичным компонентам во всем описании. Сопровождающие чертежи предназначены для иллюстрации изобретения, но необязательно выполнены в масштабе.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Фиг.1 представляет собой вид в плане цельной георешетки согласно патенту '112 на имя Walsh по предшествующему уровню техники.

Фиг.2 представляет собой вид в плане мультиаксиальной цельной георешетки согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения.

Фиг.3 представляет собой вид в перспективе сверху исходного листового материала, имеющего отверстия или углубления, образованные в нем, и предназначенного для образования мультиаксиальной цельной георешетки, показанной на фиг.2.

Фиг.3А представляет собой вид в плане, показывающий возможные размеры отверстий и расстояния между отверстиями, показанными в исходном листовом материале по фиг.3.

Фиг.4 представляет собой вид в перспективе мультиаксиальной цельной георешетки, показанной на фиг.2.

Фиг.5 представляет собой увеличенный вид в перспективе мультиаксиальной цельной георешетки, показанной на фиг.4, повернутой в направлении против часовой стрелки приблизительно на 30 градусов.

Фиг.5А представляет собой схематический чертеж, показывающий увеличенный вид сбоку и иллюстрирующий частичное сечение Ребра А и примыкающих мест соединения в наружном шестиугольнике (см. фиг.13), которые формируют или образуют часть той пряди мультиаксиальной цельной георешетки, показанной на фиг.5, которая образует сильную ось.

Фиг.5В представляет собой схематический чертеж, показывающий увеличенный вид сбоку и иллюстрирующий частичное сечение ребер В и D и соседних узлов, в которых соединяются три ребра (*tri-nodes*), во внутреннем шестиугольнике (см. фиг.13) мультиаксиальной цельной георешетки, показанной на фиг.5.

Фиг.6 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует конструктивные ограничения цельной георешетки по предшествующему уровню техники, показанной на фиг.1.

Фиг.7 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует конструктивные признаки мультиаксиальной цельной георешетки по настоящему изобретению, показанной на фиг.2.

Фиг.8 представляет собой график, который иллюстрирует широту распределения площадей отдельных отверстий в цельной георешетке по предшествующему уровню техники, представляющей собой георешетку такого типа, как показанная на фиг.1.

Фиг.9 представляет собой график, который иллюстрирует широту распределения площадей отдельных отверстий в другой цельной георешетке по предшествующему уровню техники, представляющей собой георешетку такого типа, как показанная на фиг.1.

Фиг.10 представляет собой график, который иллюстрирует увеличенную широту

распределения площадей отдельных отверстий, которая может быть достижимой посредством мультиаксиальной цельной георешетки по настоящему изобретению, показанной на фиг.2.

Фиг.11 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует определяемую в плоскости, вращательную жесткость цельной георешетки по предшествующему уровню техники, показанной на фиг.1.

Фиг.12 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует увеличенную определяемую в плоскости, вращательную жесткость, которая может быть достижимой посредством мультиаксиальной цельной георешетки по настоящему изобретению, показанной на фиг.2.

Фиг.13 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует различные длины прядей мультиаксиальной цельной георешетки по настоящему изобретению, показанной на фиг.2.

Фиг.14 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует единственное значение внутреннего угла удерживания в цельной георешетке по предшествующему уровню техники, показанной на фиг.1.

Фиг.15 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует два значения внутренних углов удерживания в мультиаксиальной цельной георешетке по настоящему изобретению, показанной на фиг.2.

Фиг.16 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует шесть удерживающих элементов на определенном расстоянии в цельной георешетке по предшествующему уровню техники, показанной на фиг.1.

Фиг.17 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует двенадцать удерживающих элементов на том же самом определенном расстоянии в мультиаксиальной цельной георешетке по настоящему изобретению, показанной на фиг.2.

Фиг.18 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует восемнадцать угловых зон с одинаковыми углами в цельной георешетке по предшествующему уровню техники, показанной на фиг.1.

Фиг.19 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует тридцать угловых зон с разными углами в мультиаксиальной цельной георешетке по настоящему изобретению, показанной на фиг.2.

Фиг.20 представляет собой частичный вид в перспективе, который иллюстрирует «плавающий» характер внутреннего шестиугольника мультиаксиальной цельной георешетки по настоящему изобретению, показанной на фиг.2.

Фиг.21 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует локализованные зоны более низкой податливости, связанные с отдельными прядями или ребрами цельной георешетки по предшествующему уровню техники, показанной на фиг.1.

Фиг.22 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует локализованные зоны более низкой податливости, связанные с отдельными прядями или ребрами наружного шестиугольника, и повторяющиеся зоны высокой упругой

податливости во внутреннем шестиугольнике мультиаксиальной цельной георешетки по настоящему изобретению, показанной на фиг.2.

Фиг.23А представляет собой серию из трех (3) фотографий, показывающих ящик для испытаний, гранулированный материал и георешетку TriAx®, используемую в испытании на удерживание, для которого результаты представлены в Таблице D, приведенной ниже.

Фиг.23В представляет собой серию из трех (3) фотографий, показывающих ящик для испытаний, гранулированный материал и образец по настоящему изобретению, обозначенный как Lab 79, используемый в испытании на удерживание, для которого результаты представлены в Таблице D, приведенной ниже.

Фиг.24 представляет собой диаграмму, которая графически показывает зависимость деформации поверхности после 10000 проездов в множестве испытаний при дорожном движении от характеристического отношения для ребер, при этом результаты испытаний представлены в Таблице E, приведенной ниже.

Фиг.25А представляет собой чертеж, иллюстрирующий то, что отверстия георешеток по предшествующему уровню техники являются достаточно большими для того, чтобы отдельно взятые частицы заполнителя физически «падали» в открытые пространства отверстий.

Фиг.25В представляет собой чертеж, иллюстрирующий, как георешетки по настоящему изобретению служат для удерживания заполнителя вдоль верхней поверхности георешетки в отличие от георешеток по предшествующему уровню техники.

Фиг.26А представляет собой коробчатую диаграмму, иллюстрирующую результаты испытаний на удерживание для георешеток TriAx®, показанных на фотографиях по фиг.23А.

Фиг.26В представляет собой коробчатую диаграмму, иллюстрирующую результаты испытаний на удерживание для георешеток по настоящему изобретению, показанных на фотографиях по фиг.23В.

Фиг.27 представляет собой копию фиг.6 и 7, иллюстрирующую номинально одинаковые размеры шестиугольника, представляющие собой расстояние между параллельными сторонами (A/F - “*across the flats*”), для образцов, используемых в ИСПЫТАНИИ 2 (Колееобразование) и для получения результатов, представленных в Таблице E.

Фиг.28 представляет собой другую копию фиг.6 и 7, иллюстрирующую измерения для соответствующих отверстий образцов, используемых в ИСПЫТАНИИ 2 (Колееобразование), и для получения результатов, представленных в Таблице E.

Фиг.29А представляет собой схематический чертеж, иллюстрирующий ограниченное перемещение внутреннего шестиугольника, предусмотренного внутри наружного шестиугольника согласно настоящему изобретению, вверх за пределы плоскости.

Фиг.29В представляет собой схематический чертеж, иллюстрирующий

ограниченное перемещение внутреннего шестиугольника, предусмотренного внутри наружного шестиугольника согласно настоящему изобретению, вниз за пределы плоскости.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ПРЕДПОЧТИТЕЛЬНЫХ ВАРИАНТОВ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Несмотря на то, что только предпочтительные варианты осуществления изобретения разъяснены подробно, следует понимать, что объем изобретения не ограничен деталями конструкции и расположением компонентов, приведенными в нижеследующем описании или проиллюстрированными на чертежах. Как описано в дальнейшем, возможны другие варианты осуществления настоящего изобретения, и настоящее изобретение может быть реализовано на практике или осуществлено разными способами.

Кроме того, в контексте данного описания, включая приложенную формулу изобретения, используется определенная терминология для обеспечения ясности при описании предпочтительных вариантов осуществления. Предусмотрено, что каждый термин имеет его самое широкое значение, понимаемое специалистами в данной области техники, и охватывает все технические эквиваленты, которые функционируют аналогичным образом для выполнения аналогичной задачи. В контексте данного документа термины «ориентированные», «ориентация/ориентирование» и «высокоориентированные», применяемые для прядей наружного шестиугольника и прядей или ребер и узлов, в которых соединяются три пряди, во внутреннем шестиугольнике, а также термин «частично ориентированные» или «частичное ориентирование», применяемый для мест соединения в наружном шестиугольнике, должны иметь значения, хорошо известные специалистам в области техники, связанной с георешетками, в течение многих прошедших лет. Например, термин «частично ориентированные», применяемый для мест соединения в наружном шестиугольнике, понятен без труда при сравнении с пряжами наружного шестиугольника и пряжами или ребрами и узлами, в которых соединяются три пряди, во внутреннем шестиугольнике вследствие того, что места соединения имеют значительно бóльшие размеры и толщину, как проиллюстрировано на чертежах в данном документе.

По существу степень ориентированности георешетки такая, какую можно наблюдать при осмотре георешетки для определения степени, до которой уменьшилась толщина георешетки или утончилась георешетка от соответствующей толщины исходного листа вследствие процесса растягивания или ориентирования, а также посредством полосатости, какую можно увидеть в георешетке с помощью визуального осмотра (невооруженным глазом) или осмотра с помощью растрового электронного микроскопа. Предусмотрено, что такие термины не требуют определения полос на молекулярном уровне, например, посредством микроскопического исследования ориентации молекул полимера.

Кроме того, в контексте данного описания, включая приложенную формулу изобретения, термин «приблизительно» при варьировании чисел, отображающих некоторое количество классов крупности, размеров, частей, форм, составов, параметров, процентов, числовых величин, характеристик и других числовых значений, используемых в описании

и формуле изобретения, предназначен для охвата приведенной величины плюс или минус 10%.

Кроме того, в контексте данного описания, включая приложенную формулу изобретения, термины «отверстие» (“aperture”) и «отверстие» (“opening”) используются в данном документе как взаимозаменяемые, и данные термины предназначены для описания любого из множества открытых пространств, находящихся внутри по отношению к прядям или ребрам мультиаксиальной цельной георешетки.

Настоящее изобретение направлено на конструкцию мультиаксиальной цельной георешетки, изготовленной из полимерного листа в качестве исходного материала. Согласно предпочтительному варианту осуществления изобретения полимерный листовой исходный материал является по существу плоским и предпочтительно унипланарным или в основном унипланарным.

В основе изобретения лежит то обстоятельство, что из полимерного листа - при преобразовании его в мультиаксиальную цельную георешетку посредством исходного листа, имеющего заданную конфигурацию отверстий или углублений, и процесса растягивания в печи - получают готовое изделие, которое имеет специфические характеристики в сравнении с известными моноаксиальными, биаксиальными и триаксиальными георешетками, предназначенными для укрепления и стабилизации грунта и других заполнителей и других геотехнических применений.

Фиг.1 представляет собой вид в плане цельной георешетки согласно предшествующему уровню техники, то есть триаксиальной цельной георешетки согласно патенту '112 на имя Walsh. Как показано на фиг.1, триаксиальная цельная георешетка 200 имеет геометрию с повторяющимися треугольниками 210. Триаксиальная цельная георешетка 200 включает в себя множество ориентированных прядей 205, соединенных друг с другом посредством частично ориентированных мест 235 соединения, при этом шесть треугольных отверстий 210, окружающих каждое место 235 соединения, образуют геометрию с повторяющимися шестиугольниками.

Фиг.2 представляет собой вид в плане однослойной мультиаксиальной цельной георешетки 100 согласно предпочтительному варианту осуществления настоящего изобретения. Мультиаксиальная цельная георешетка 100 включает в себя множество соединенных друг с другом, ориентированных прядей, образующих упорядоченную совокупность отверстий, повторяющийся плавающий шестиугольник внутри шестиугольной структуры, образованной из соединенных друг с другом, ориентированных прядей и отверстий, и включает в себя прямолинейные пряди, которые проходят непрерывно через всю мультиаксиальную цельную георешетку. Более конкретно, мультиаксиальная цельная георешетка 100 имеет повторяющуюся конфигурацию из плавающих внутренних шестиугольников 130 внутри каждого наружного шестиугольника 110. Наружный шестиугольник 110 включает в себя множество наружных ориентированных прядей или ребер 120, соединенных друг с другом посредством частично ориентированных мест 115 соединения. Внутренний шестиугольник 130 включает в себя

множество ориентированных соединительных прядей 145 и 150, соединенных друг с другом посредством узлов 135, в которых соединяются три пряди, и окружает центральное отверстие 170 шестиугольной формы. Наружный шестиугольник 110 соединен с внутренним шестиугольником 130 меньшего размера посредством множества поддерживающих прядей или ребер 140 и 160, которые определяют границы множества отверстий 180 трапециевидной формы. В центре каждой конфигурации, состоящей из трех соседних наружных шестиугольников 110, находится отверстие 190 треугольной формы. Как показано, места 115 соединения имеют значительно больший размер, чем узлы 135, в которых соединяются три пряди.

Как очевидно из фиг.2, другим признаком мультиаксиальной цельной георешетки по настоящему изобретению является прямолинейность и непрерывность наружных прядей 120 в конфигурации из повторяющихся наружных шестиугольников. То есть, ориентированные пряди 120 являются прямолинейными и непрерывными посредством частично ориентированных мест 115 соединения, поскольку они проходят непрерывно через всю мультиаксиальную цельную георешетку в трех разных направлениях, **расположенных под углом друг относительно друга**, составляющим приблизительно 120° , и показанных стрелками 120А, 120В и 120С на фиг.4 и 5. Специалистам в данной области техники будет понятно, что возможны различные ориентации одной и той же базовой геометрии после растягивания, если выполняется надлежащий соответствующий поворот геометрической конфигурации перфорированного исходного листа. Прямолинейность и непрерывность прядей 120 придают мультиаксиальной цельной георешетке по настоящему изобретению необходимую повышенную прочность и жесткость в плоскости.

Фиг.3 представляет собой вид в перспективе исходного однослойного листа 300 материала, имеющего отверстия или углубления, образованные в нем для образования мультиаксиальной цельной георешетки, показанной на фиг.2. Однослойный исходный лист 300, используемый в качестве исходного материала для мультиаксиальной цельной георешетки согласно настоящему изобретению, предпочтительно пробит насквозь, хотя может существовать возможность использования вместо этого углублений, образованных в нем. В соответствии с вариантом выполнения исходного материала, в котором углубления образованы в листе, углубления выполнены на каждой стороне листа, то есть как на верхней стороне, так и на нижней стороне листа.

Однослойный исходный лист 300 имеет повторяющуюся конфигурацию 310, образованную посредством отверстий 320 и расстояний 330 между ними, которые при ориентировании обеспечивают получение плавающего шестиугольника внутри шестиугольной структуры в мультиаксиальной цельной георешетке, показанной на фиг.2. Согласно одному возможному варианту осуществления настоящего изобретения диаметр отверстий 320 составляет 3,68 мм, и расстояния 330 между отверстиями, выраженные в миллиметрах, такие, как показанные на фиг.3А.

Общая толщина однослойного листа 300 материала предпочтительно составляет от

приблизительно 3 мм до приблизительно 10 мм, и общая толщина однослойного листа 300 материала более предпочтительно составляет от приблизительно 5 мм до приблизительно 8 мм.

Кроме того, в общем случае однослойный лист 300 материала является полимерным по своей природе. Например, конструкционный материал может включать полиолефины с высокой молекулярной массой и полимеры широкого назначения. Кроме того, полимерные материалы могут представлять собой материалы из первичного сырья или могут представлять собой рециклированные материалы, например, такие как полимерные материалы, полученные посредством рециклинга промышленных и потребительских отходов. Согласно предпочтительному варианту осуществления изобретения полиолефин с высокой молекулярной массой представляет собой полипропилен.

Фиг.4 представляет собой вид в перспективе мультиаксиальной цельной георешетки 100, показанной на фиг.2, и фиг.5 представляет собой увеличенный вид в перспективе мультиаксиальной цельной георешетки 100, показанной на фиг.4. Как очевидно из фиг.4 и 5, пряжи 120, 140, 145, 150 и 160 имеют то, что известно специалисту в данной области техники как большое характеристическое отношение, то есть отношение толщины или высоты поперечного сечения пряжи к ширине поперечного сечения пряжи, которое составляет более 1,0 в соответствии с вышеуказанными патентами НАР на имя Walsh, патентами США №№ 9,556,580, 10,024,002 и 10,501,896. Хотя это не является абсолютно необходимым для настоящего изобретения, большое характеристическое отношение для прядей или ребер является предпочтительным. Таким образом, мультиаксиальная цельная георешетка по настоящему изобретению обеспечивает повышенную совместимость между георешеткой и заполнителем, что приводит к улучшенному сцеплению, ограничению подвижности в боковом направлении и удерживанию заполнителя.

Фиг.5А представляет собой схематический чертеж, показывающий увеличенный вид сбоку и иллюстрирующий частичное сечение Ребра А и примыкающих мест соединения в наружном шестиугольнике (см. фиг.13), которые формируют или образуют часть одной из трех прямолинейных прядей, образующих сильные оси и проходящих непрерывно на всей протяженности георешеток по настоящему изобретению. Данные пряжи, образующие сильные оси, обеспечивают необходимую прочность и устойчивость георешеток в плоскости при контактном взаимодействии георешеток с заполнителем и удерживании и стабилизации заполнителя при применении в строительных сооружениях. Фиг.5В представляет собой аналогичный схематический чертеж, показывающий увеличенный вид сбоку и иллюстрирующий частичное сечение Ребер В и D и соседних узлов, в которых соединяются три пряжи, во внутреннем шестиугольнике. Типовые значения толщины каждого из данных компонентов согласно настоящему изобретению приведены на фиг.5А и 5В.

Фиг.6 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует определенные конструктивные ограничения триаксиальной цельной георешетки по предшествующему уровню техники, показанной на фиг.1. Повторяющийся геометрический

элемент известной триаксиальной цельной георешетки 200 имеет одну базовую форму отверстия - треугольник, один ограничивающий размер пряди и большое отношение числа мест соединения к числу соединительных прядей - один к трем. По существу известная триаксиальная цельная георешетка 200 не обеспечивает варьирования ни формы отверстий, ни размера отверстий и обеспечивает одно значение угла удерживания, составляющее 60° .

Фиг.7 представляет собой другой вид в плане, который иллюстрирует конструктивные признаки мультиаксиальной цельной георешетки 100, показанной на фиг.2. Аналогично вышеуказанному, в то время как известная **триаксиальная** цельная георешетка 200, показанная на фиг.1, имеет только одну базовую форму и один ограничивающий размер пряди, в мультиаксиальной цельной георешетке 100 эффективно используются три разные базовые формы отверстий - шестиугольник 110, трапеция 180 и треугольник 190 при разных размерах прядей и два разных значения внутренних углов удерживания - 60° и 120° . Кроме того, мультиаксиальная цельная георешетка 100 имеет только одно место соединения на шесть соединительных прядей и имеет три пряди, связанные с каждым узлом, в котором соединяются три пряди. По существу мультиаксиальная цельная георешетка 100 может лучше адаптироваться к разным углам и ориентации заполнителя при его распределении по георешетке.

Фиг.8 представляет собой график, который иллюстрирует широту распределения площадей отдельных отверстий в **триаксиальной** цельной георешетке 200 по предшествующему уровню техники, представляющей собой георешетку такого типа, как показанная на фиг.1. Более конкретно, фиг.8 показывает распределение площадей отдельных отверстий, соответствующих триаксиальной цельной георешетке, поставляемой на рынок компанией Tensar в качестве георешетки TriAx® TX160®. Как очевидно из фиг.8, площадь отдельного отверстия, соответствующая известной триаксиальной цельной георешетке, относительно ограничена, при этом обеспечивается широта распределения площадей отдельных отверстий только от приблизительно 775 мм^2 до приблизительно 850 мм^2 или диапазон изменения, составляющий только приблизительно 75 мм^2 .

Фиг.9 представляет собой график, который иллюстрирует широту распределения площадей отдельных отверстий в другой **триаксиальной** цельной георешетке 200 по предшествующему уровню техники, представляющей собой георешетку такого типа, как показанная на фиг.1. Более конкретно, фиг.9 показывает распределение площадей отдельных отверстий, соответствующих триаксиальной цельной георешетке, поставляемой на рынок компанией Tensar в качестве георешетки TriAx® TX130S®. Как очевидно из фиг.9, площадь отдельного отверстия, соответствующая данной известной триаксиальной цельной георешетке, также относительно ограничена, при этом обеспечивается широта распределения площадей отдельных отверстий только от приблизительно 475 мм^2 до приблизительно 550 мм^2 или диапазон изменения, составляющий только приблизительно 75 мм^2 .

Напротив, фиг.10 представляет собой график, который иллюстрирует увеличенную широту распределения площадей отдельных отверстий, которая может быть достижимой

посредством мультиаксиальной цельной георешетки 100 по настоящему изобретению, показанной на фиг.2. Как очевидно из фиг.10, широта распределения площадей отдельных отверстий, соответствующих мультиаксиальной цельной георешетке 100, значительно больше, чем обеспечиваемая посредством триаксиальной цельной георешетки, при этом более широкое распределение площадей отдельных отверстий от приблизительно 475 мм² до приблизительно 800 мм² обеспечивает более эффективное взаимодействие с гранулированными материалами с различными размерами частиц, и при этом, в частности, явно выражено наличие площадей от приблизительно 500 мм² до приблизительно 700 мм² или диапазон изменения, составляющий по меньшей мере 200 мм².

Фиг.11 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует определяемую в плоскости, вращательную жесткость триаксиальной цельной георешетки 200 по предшествующему уровню техники, показанной на фиг.1. Как очевидно из фиг.11, цельная георешетка 200 по предшествующему уровню техники имеет частично ориентированное место 235 соединения, которое соединяет ориентированные пряди 205, при этом все пряди 205 имеют приблизительно одинаковую длину.

Напротив, фиг.12 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует увеличенную определяемую в плоскости, вращательную жесткость, которая может быть достижимой посредством мультиаксиальной цельной георешетки 100 по настоящему изобретению, показанной на фиг.2. Аналогично вышеуказанному, мультиаксиальная цельная георешетка 100 включает в себя предпочтительный повторяющийся плавающий шестиугольник внутри шестиугольной структуры, имеющей наружный шестиугольник 110 и внутренний шестиугольник 130 меньшего размера. Наружный шестиугольник 110 включает в себя множество ориентированных прядей 120, соединенных друг с другом посредством частично ориентированных мест 115 соединения. Внутренний шестиугольник 130 включает в себя множество ориентированных прядей 145 и 150, соединенных друг с другом посредством узлов 135, в которых соединяются три пряди. Наружный шестиугольник 110 соединен с внутренним шестиугольником 130 посредством множества ориентированных поддерживающих или соединительных прядей 140 и 160. Благодаря меньшей длине ориентированных прядей 140, 145, 150 и 160 относительно длины прядей 205 мультиаксиальная цельная георешетка 100 имеет повышенную вращательную жесткость в плоскости.

Фиг.13 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует различные пряди мультиаксиальной цельной георешетки, показанной на фиг.2. Мультиаксиальная цельная георешетка 100 включает в себя повторяющийся плавающий шестиугольник внутри шестиугольной структуры, имеющей наружный шестиугольник 110 и внутренний шестиугольник 130 меньшего размера. Наружный шестиугольник 110 включает в себя множество ориентированных прядей 120 (также обозначенных "А" на фиг.13), соединенных друг с другом посредством частично ориентированных мест 115 соединения. Внутренний шестиугольник 130 включает в себя множество ориентированных прядей 145 ("В") и 150 ("D"), соединенных друг с другом посредством узлов 135, в которых

соединяются три пряжи. Наружный шестиугольник 110 соединен с внутренним шестиугольником 130 посредством множества ориентированных поддерживающих прядей 140 (“С”) и 160 (“Е”). (Обозначения А, В, С, D и Е для различных прядей используются в данных Таблиц А, В и Е, представленных в дальнейшем.)

Согласно одному варианту осуществления изобретения четыре пряжи 150 (D) и две пряжи 160 (Е) являются самыми широкими (с наибольшей шириной в поперечном направлении) и четыре пряжи 140 (С) имеют наибольшую высоту **поперечного сечения**, причем все это обеспечивает прочность и жесткость. Две пряжи 145 (В) имеют наименьшую толщину, что обеспечивает гибкость в направлении нормали к плоскости. Пряжи 120 (А) представляют собой пряжи, характерные для TX160®, и данные пряжи не имеют ни наибольшей высоты, ни наибольшей ширины **поперечного сечения**, а также не являются ни самыми прочными, ни самыми гибкими, по существу они представляют собой пряжи со средними характеристиками и являются неадаптируемыми при отсутствии прядей В, С, D и Е. Таким образом, фиг.13 иллюстрирует влияние множества размеров прядей на прочность и жесткость. Другие варианты осуществления и соотношения размеров легко придут на ум специалистам в данной области техники.

В Таблице А представлены высота **поперечного сечения**, ширина **поперечного сечения** и характеристическое отношение для каждой из различных прядей для одного примера мультиаксиальной цельной георешетки 100 по настоящему изобретению, проиллюстрированной на фиг.13. Несмотря на то, что значения, представленные в Таблице А, отображают высоту, ширину и характеристическое отношение, которые могут соответствовать мультиаксиальной цельной георешетке 100 по настоящему изобретению, они представлены для иллюстрации и не предназначены для ограничения объема изобретения.

Таблица А

Прядь	Высота (мм)	Ширина (мм)	Характеристическое отношение
А	2,86	1,12	2,55
В	2,05	1,10	1,86
С	3,16	1,11	2,84
D	3,13	1,32	2,37
Е	2,63	1,29	2,03

В Таблице В представлено сравнение характеристических отношений, соответствующих различным прядям мультиаксиальной цельной георешетки 100 по настоящему изобретению, с характеристическим отношением для различных промышленно изготавливаемых триаксиальных цельных георешеток, выведенных на рынок компанией Tensar.

Таблица В

Прядь	Изобретение	TX160®	TX180™	TX130S®
А	2,55	1,47	1,62	1,85
В	1,86	-	-	-
С	2,84	-	-	-

D	2,37	-	-	-
E	2,03	-	-	-
Среднее характеристическое отношение для ребра	2,33	1,47	1,62	1,85

Как очевидно из Таблицы В, мультиаксиальная цельная георешетка 100 имеет большее характеристическое отношение для всех прядей по сравнению с каждой из известных триаксиальных цельных георешеток. В сочетании с остальными характеристиками геометрии по настоящему изобретению данное большее характеристическое отношение обеспечивает лучшие эксплуатационные характеристики по сравнению с триаксиальными георешетками по патентам HAR на имя Walsh.

Широкие диапазоны и предпочтительные параметры для мультиаксиальной георешетки согласно настоящему изобретению, показанной на фиг.13 и 15, таковы.

Ребро А имеет высоту **поперечного сечения** в широком диапазоне от 1 мм до 4 мм и в предпочтительном диапазоне от 2 мм до 3 мм, и предпочтительный размер составляет 2,86 мм. Ширина Ребра А находится в широком диапазоне от 0,75 мм до 3 мм и в предпочтительном диапазоне от 1 мм до 2 мм, и предпочтительный размер составляет 1,6 мм. Длина Ребра А находится в широком диапазоне от 30 мм до 45 мм и в предпочтительном диапазоне от 35 мм до 40 мм, и предпочтительный размер составляет 37 мм. Характеристическое отношение для Ребра А находится в широком диапазоне от 1:1 до 3:1 и в предпочтительном диапазоне от 1,5:1 до 1,8:1, и предпочтительное значение составляет 1,7:1.

Высота **поперечного сечения** Ребра В находится в широком диапазоне от 1 мм до 3 мм и в предпочтительном диапазоне от 1,5 мм до 2,5 мм, и предпочтительный размер составляет 1,6 мм. Ширина Ребра В находится в широком диапазоне от 0,75 мм до 3,5 мм и в предпочтительном диапазоне от 1 мм до 3 мм, и предпочтительный размер составляет 1,8 мм. Длина Ребра В находится в широком диапазоне от 15 мм до 25 мм и в предпочтительном диапазоне от 18 мм до 22 мм, и предпочтительный размер составляет 21 мм. Характеристическое отношение для Ребра В находится в широком диапазоне от 0,75:1 до 2:1 и в предпочтительном диапазоне от 1,2:1 до 1,4:1, и предпочтительное значение составляет 1,3:1.

Высота **поперечного сечения** Ребра С находится в широком диапазоне от 1 мм до 4 мм и в предпочтительном диапазоне от 2 мм до 3 мм, и предпочтительный размер составляет 2,7 мм. Ширина Ребра С находится в широком диапазоне от 0,75 мм до 3,5 мм и в предпочтительном диапазоне от 1 мм до 2,5 мм, и предпочтительный размер составляет 1,6 мм. Длина Ребра С находится в широком диапазоне от 15 мм до 30 мм и в предпочтительном диапазоне от 20 мм до 25 мм, и предпочтительный размер составляет 23 мм. Характеристическое отношение для Ребра С находится в широком диапазоне от 1:1 до 3:1 и в предпочтительном диапазоне от 1,5:1 до 2,5:1, и предпочтительное значение составляет 1,7:1.

Высота **поперечного сечения** Ребра D находится в широком диапазоне от 1,5 мм до

4 мм и в предпочтительном диапазоне от 2 мм до 3,5 мм, и предпочтительный размер составляет 2,3 мм. Ширина Ребра D находится в широком диапазоне от 1 мм до 4 мм и в предпочтительном диапазоне от 1,5 мм до 2,5 мм, и предпочтительный размер составляет 1,5 мм. Длина Ребра D находится в широком диапазоне от 10 мм до 30 мм и в предпочтительном диапазоне от 15 мм до 25 мм, и предпочтительный размер составляет 18 мм. Характеристическое отношение для Ребра D находится в широком диапазоне от 1:1 до 3:1 и в предпочтительном диапазоне от 1,4:1 до 1,7:1, и предпочтительное значение составляет 1,6:1.

Высота **поперечного сечения** Ребра E находится в широком диапазоне от 1 мм до 4 мм и в предпочтительном диапазоне от 1,5 мм до 3,0 мм, и предпочтительный размер составляет 1,9 мм. Ширина Ребра E находится в широком диапазоне от 0,75 мм до 3,5 мм и в предпочтительном диапазоне от 1 мм до 3 мм, и предпочтительный размер составляет 1,7 мм. Длина Ребра E находится в широком диапазоне от 15 мм до 30 мм и в предпочтительном диапазоне от 20 мм до 25 мм, и предпочтительный размер составляет 22 мм. Характеристическое отношение для Ребра E находится в широком диапазоне от 0,75:1 до 2:1 и в предпочтительном диапазоне от 1:1 до 1,5:1, и предпочтительное значение составляет 1,3:1.

Кроме того, как показано на фиг.5А, наружный шестиугольник 110 мультиаксиальной цельной георешетки 100 имеет толщину частично ориентированного места 115 соединения (размер “ТО2”), находящуюся в широком диапазоне от 3 мм до 9 мм и в предпочтительном диапазоне от 4,5 мм до 7,5 мм и имеющую предпочтительное значение, составляющее приблизительно 5,6 мм, и толщину пряди или ребра 120 (размер “ТО1”), находящуюся в широком диапазоне от 1 мм до 5 мм и в предпочтительном диапазоне от 1,5 мм до 3,5 мм и имеющую предпочтительное значение, составляющее приблизительно 2,8 мм.

Кроме того, как показано на фиг.5В, внутренний шестиугольник 130 цельной георешетки 100 имеет толщину узла 135, в котором соединяются три пряди, (размер “ТІ1”) и толщину пряди или ребра 150 (также размер “ТІ1”), находящуюся в широком диапазоне от 1 мм до 5 мм и в предпочтительном диапазоне от 1,5 мм до 3,5 мм.

Согласно одному предпочтительному варианту осуществления мультиаксиальной цельной георешетки, показанной на фиг.13, и размер, определяемый между параллельными сторонами (“*across the flats*”), то есть расстояние от одного места 115 соединения в наружном шестиугольнике (см. фиг.15) до противоположного места 115 соединения в наружном шестиугольнике, составляет приблизительно 80 мм. Кроме того, в том же варианте осуществления размер, определяемый между параллельными сторонами, то есть расстояние от одного узла 135, в котором соединяются три пряди, во внутреннем шестиугольнике (см. фиг.15) до противоположного узла 135, в котором соединяются три пряди, во внутреннем шестиугольнике (см. фиг.15), составляет приблизительно 33 мм.

Размер/диаметр перфорационного отверстия находится в широком диапазоне от 2 мм до 7 мм и в предпочтительном диапазоне от 3 мм до 5 мм, и предпочтительный размер

составляет 3,68 мм. Большой шаг в первом направлении растягивания находится в широком диапазоне от 5 мм до 9 мм и в предпочтительном диапазоне от 6 мм до 8 мм, и предпочтительное значение составляет 6,7088 мм. Меньший шаг в первом направлении растягивания находится в широком диапазоне от 1 мм до 4 мм и в предпочтительном диапазоне от 2 мм до 3 мм, и предпочтительное значение составляет 2,58 мм. Второй большой/меньший шаг в первом направлении растягивания находится в широком диапазоне от 4 мм до 8 мм и в предпочтительном диапазоне от 5 мм до 7 мм, и предпочтительное значение составляет 5,934 мм. Большой шаг во втором направлении растягивания находится в широком диапазоне от 4 мм до 8 мм и в предпочтительном диапазоне от 5 мм до 7 мм, и предпочтительное значение составляет 6,192 мм.

Фиг.14 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует единственное значение внутреннего угла удерживания в **триаксиальной** цельной георешетке 200 по предшествующему уровню техники, показанной на фиг.1. Как очевидно, цельная георешетка 200 имеет одно значение внутреннего угла удерживания, то есть угол, составляющий приблизительно 60° . То есть вокруг каждого места 235 соединения цельная георешетка 200 имеет в общей сложности шесть углов удерживания, каждый из которых составляет 60° . Кроме того, цельная георешетка 200 имеет в общей сложности восемнадцать углов удерживания, каждый из которых составляет 60° , в пределах границ одного шестиугольника. (Обозначение А, показанное на фиг.14, предназначено для пряжи/ребра георешеток TriAx® и используется в данных Таблицы Е, представленной в дальнейшем.)

Фиг.15 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует два значения внутренних углов удерживания в мультиаксиальной цельной георешетке 100 по настоящему изобретению, показанной на фиг.2. Благодаря геометрии с внутренним шестиугольником 130, удерживаемым внутри наружного шестиугольника 110, и пяти разным типам А, В, С, D и Е прядей мультиаксиальная цельная георешетка 100 предпочтительно имеет комбинацию внутренних углов, составляющих 60° и 120° . То есть вокруг места 115 соединения имеются шесть углов удерживания, каждый из которых составляет 60° , и вокруг узлов 135, в которых соединяются три пряжи, имеются три угла удерживания, каждый из которых составляет 120° . Кроме того, мультиаксиальная цельная георешетка 100 имеет в общей сложности тридцать углов удерживания в пределах границ одного наружного шестиугольника 110. Таким образом, в пределах ее отверстий мультиаксиальная цельная георешетка 100 обеспечивает два значения углов удерживания, что приводит к улучшенному удерживанию заполнителя.

В Таблице С, приведенной ниже, представлено сравнение ориентированности узлов, ориентированности растянутых элементов, общей площади отверстий и средней площади пропускного сечения отверстия, которые могут быть обеспечены посредством мультиаксиальной цельной георешетки 100 по настоящему изобретению, с данными характеристиками различных триаксиальных цельных георешеток по предшествующему уровню техники.

Таблица С

	Изобретение	TX160®	TX130S®
Число частично ориентированных мест соединения на 1 м ² (измеренное и экстраполированное)	384	480	720
Число ориентированных растянутых элементов на 1 м ² (измеренное и экстраполированное)	2224	1424	2336
Число углов удерживания на 1 м ²	5713	3015	5096
Общая площадь отверстий	85%	85%	87%

Как очевидно из Таблицы С, при сравнении с TX160® мультиаксиальная цельная георешетка 100 по настоящему изобретению имеет на 20% меньше частично ориентированных мест 115 соединения и на 56% больше ориентированных растянутых элементов 120, 140, 145, 150, 160 на квадратный метр, посредством чего обеспечиваются как значительно большее число физических элементов, на которые опираются частицы заполнителя и которые удерживают частицы заполнителя и взаимодействуют с ними, на единицу площади, так и значительно меньшее число таких физических элементов, то есть частично ориентированных мест соединения, на единицу площади, которые вносят меньший вклад в способность георешетки контактно взаимодействовать с заполнителем и удерживать и стабилизировать его. Кроме того, при сравнении с TX130S® мультиаксиальная цельная георешетка 100 по настоящему изобретению имеет на 47% меньше частично ориентированных мест 115 соединения на квадратный метр и почти такое же число ориентированных растянутых элементов 120, 140, 145, 150, 160 на квадратный метр, но большее число углов удерживания. Таким образом, данные признаки обеспечивают большое число физических элементов, на которые опираются частицы заполнителя и которые **удерживают** частицы заполнителя и взаимодействуют с ними, на единицу площади, но при значительно меньшем числе тех физических элементов на единицу площади, которые вносят меньший вклад в способность георешетки контактно взаимодействовать с заполнителем и удерживать его.

Фиг.16 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует шесть удерживающих элементов на определенном расстоянии в **триаксиальной** цельной георешетке 200 по предшествующему уровню техники, показанной на фиг.1. На фиг.16 цельная георешетка 200 по предшествующему уровню техники имеет шесть несущих элементов, то есть шесть прядей 205, которые окружают место 235 соединения.

Фиг.17 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует двенадцать удерживающих элементов на том же самом определенном расстоянии в мультиаксиальной цельной георешетке 100 по настоящему изобретению, показанной на фиг.2. Как очевидно из фиг.17, мультиаксиальная цельная георешетка 100 имеет двенадцать несущих (удерживающих) элементов, то есть шесть прядей 120, которые образуют наружный шестиугольник 110, и шесть прядей, которые образуют внутренний

шестиугольник 130, то есть две пряди 145 и четыре пряди 150. То есть при аналогичном размере шестиугольника с аналогичным расстоянием между параллельными сторонами мультиаксиальная цельная георешетка 100 обеспечивает в два раза больше удерживающих элементов для противодействия перемещению под действием радиальной нагрузки во время уплотнения и дорожного движения. Таким образом, мультиаксиальная цельная георешетка 100 обеспечивает в два раза больше элементов, которые обеспечивают сопротивление перемещению заполнителя, подобное концентрическому.

Фиг.18 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует восемнадцать угловых зон, которые все имеют одинаковый угол, в цельной георешетке 200 по предшествующему уровню техники, показанной на фиг.1. Как указано выше, цельная георешетка 200 имеет единственное значение внутреннего угла удерживания, то есть угол, составляющий приблизительно 60° . То есть вокруг каждого места 235 соединения цельная георешетка 200 имеет в общей сложности шесть углов удерживания или угловых зон, при этом каждый угол удерживания составляет 60° . Кроме того, цельная георешетка 200 имеет в общей сложности восемнадцать углов удерживания или угловых зон в пределах границ одного шестиугольника, при этом каждый угол удерживания составляет 60° .

Фиг.19 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует тридцать угловых зон с разными углами в мультиаксиальной цельной георешетке 100 по настоящему изобретению, показанной на фиг.2. Как указано выше, благодаря геометрии с внутренним шестиугольником 130, удерживаемым внутри наружного шестиугольника 110, и пяти разным типам А, В, С, D и Е прядей мультиаксиальная цельная георешетка 100 предпочтительно имеет комбинацию внутренних углов, составляющих 60° и 120° . То есть вокруг каждого места 115 соединения имеются шесть углов удерживания или угловых зон, при этом каждый из углов удерживания составляет 60° , и вокруг каждого узла 135, в котором соединяются три пряди, имеются три угла удерживания или три угловые зоны, при этом каждый из углов удерживания составляет 120° . Кроме того, мультиаксиальная цельная георешетка 100 имеет в общей сложности тридцать углов удерживания или угловых зон в пределах границ одного наружного шестиугольника 110. Таким образом, в пределах ее отверстий мультиаксиальная цельная георешетка 100 обеспечивает тридцать независимых (или отдельно взятых) углов удерживания или угловых зон с двумя разными значениями внутренних углов удерживания, при этом данная комбинация признаков приводит к улучшенному удерживанию заполнителя.

Фиг.20 представляет собой частичный вид в перспективе, который иллюстрирует предпочтительный «плавающий» характер внутреннего шестиугольника 130 мультиаксиальной цельной георешетки по настоящему изобретению, показанной на фиг.2. Изобретение включает упругий (или «подвешенный») и адаптируемый внутренний шестиугольник 130, что обеспечивает лучшую адаптацию к заполнителю во время уплотнения за счет изменения жесткости в направлении нормали к плоскости. Плавающий внутренний шестиугольник обладает способностью к относительному перемещению в направлении вертикального размера по оси Z и по существу обеспечивает значимую

степень податливости или отклонения во время уплотнения.

В предпочтительном варианте осуществления изобретения эта податливость или отклонение внутреннего шестиугольника 130 в вертикальном направлении может составлять вплоть до приблизительно 33% от наибольшей толщины окружающего наружного шестиугольника 110. Другими словами, если толщина частично ориентированных мест соединения (которые представляют собой самый толстый компонент наружного шестиугольника) составляет 6 мм, податливость/упругая деформация или отклонение плавающего внутреннего шестиугольника 140 в направлении нормали к плоскости может составлять вплоть до приблизительно 2 мм. Данная упругая податливость (или податливость в «подвешенном» состоянии) распространяется на всю зону, ограниченную каждым наружным шестиугольником 110, при этом наружный шестиугольник имеет меньшую степень податливости в вертикальном направлении. К удивлению оказалось, что данная увеличенная упругая податливость (или податливость в «подвешенном» состоянии) или отклонение внутреннего шестиугольника повышает способность георешетки 100 по настоящему изобретению к сцеплению с заполнителем.

Как показано на фиг.29А, внутренний шестиугольник 130 цельной георешетки 100 способен изгибаться (то есть «всплывать» или деформироваться) в направлении вверх, то есть наружу, за пределы плоскости наружного шестиугольника 110 в такой степени, что расстояние “D” составляет приблизительно 33% от общей толщины окружающего наружного шестиугольника 110 (при этом общая толщина наружного шестиугольника 110 представляет собой по существу толщину мест 115 соединения). Соответственно, как показано на фиг.29В, внутренний шестиугольник 130 цельной георешетки 100 способен изгибаться (то есть опускаться или деформироваться) в направлении вниз, то есть наружу, за пределы плоскости наружного шестиугольника 110 в такой степени, что расстояние “D” составляет приблизительно 33% от общей толщины окружающего наружного шестиугольника 110.

Кроме того, склонность данного упругого (или «подвешенного») и адаптируемого внутреннего шестиугольника 130 к размещению над грунтовым основанием и даже к отклонению дальше в вертикальном направлении вверх, если грунтовое основание является неровным, обеспечивает возможность улучшенного ограничения подвижности заполнителя в боковом направлении и воспрепятствования переваливанию заполнителя через пряди 140, 145, 150, 160 при его подвергании неоднократному нагружению, при этом наружный шестиугольник 110 создает второе кольцо удерживания, через которое должен был бы «перейти» заполнитель. Известная мультиаксиальная георешетка по предшествующему уровню техники, подобная георешетке 200, не имеет данной степени упругой податливости (или податливости в «подвешенном» состоянии) и по существу обеспечивает только одну степень удерживания.

Фиг.21 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует локализованные зоны более низкой податливости, связанные с отдельными прядями или ребрами 205 цельной георешетки 200 по предшествующему уровню техники, показанной

на фиг.1. То есть вследствие того, что отдельные пряди или ребра 205 соединяют частично ориентированные места 235 соединения, цельная георешетка 200 по предшествующему уровню техники имеет многочисленные локализованные зоны более низкой податливости и, следовательно, минимальной упругости.

Фиг.22 представляет собой частичный вид в плане, который иллюстрирует локализованные зоны более низкой податливости, связанные с отдельными прядями или ребрами 120 наружного шестиугольника 110, и повторяющиеся зоны высокой упругой податливости внутреннего шестиугольника 130 мультиаксиальной цельной георешетки 100 по настоящему изобретению, показанной на фиг.2. Благодаря способности плавающего внутреннего шестиугольника 130 к отклонению в вертикальном направлении внутри наружного шестиугольника 110 мультиаксиальная георешетка 100 имеет повторяющуюся зону высокой упругой податливости внутри каждого из соответствующих наружных шестиугольников 110.

Следует указать еще раз, что, как проиллюстрировано на фиг.21, известная триаксиальная георешетка по предшествующему уровню техники не имеет данной степени податливости на такой большой площади, на которой она имеется в мультиаксиальной цельной георешетке по настоящему изобретению. По существу любая податливость, присущая триаксиальной георешетке по предшествующему уровню техники, ограничена отдельными ребрами, которые удерживаются посредством мест соединения, расположенных на их обоих концах. Напротив, георешетка по настоящему изобретению имеет зону значительной упругой податливости (или податливости в «подвешенном» состоянии) в вертикальном направлении, примерно составляющую от приблизительно 50% до приблизительно 75% на единицу площади, как показано на фиг.22. Это резко отличается от известной мультиаксиальной георешетки по предшествующему уровню техники, показанной на фиг.21, которая не имеет таких зон с существенной податливостью в вертикальном направлении.

В соответствии с одним аспектом настоящего изобретения георешетка 100 представляет собой георешетку, обеспечивающую механическую стабилизацию в горизонтальном направлении. Повторяющаяся структура из наружных шестиугольников 110, включающих в себя множество наружных ориентированных прядей или ребер 120, соединенных друг с другом посредством частично ориентированных мест 115 соединения, имеет пряди, образующие сильные оси и проходящие непрерывно по прямолинейной траектории через всю георешетку, как показано посредством линий 120А, 120В и 120С на фиг.4. Как видно из фиг.4, пряди, образующие сильные оси и образованные наружными ориентированными прядями или ребрами 120, которые соединены друг с другом посредством частично ориентированных мест 115 соединения, как показано посредством линий 120А, 120В и 120С на фиг.4, проходят непрерывно через всю георешетку, не пересекая внутреннюю часть наружного шестиугольника. Данный признак обеспечивает необходимую прочность и устойчивость георешеток по настоящему изобретению. В соответствии с другим аспектом ребра 140, 160, которые проходят внутрь от частично

ориентированных мест 115 соединения и соединяются с узлами 135, в которых соединяются три пряжи, в плавающем внутреннем шестиугольнике **145** или в элементе с другой геометрической конфигурацией, описанной в дальнейшем, который удерживается такими ребрами, образуют «технически предусмотренные разрывы непрерывности» или «плавающие, технически предусмотренные разрывы непрерывности».

Изобретение также относится к способу изготовления вышеописанной мультиаксиальной цельной георешетки 100. Способ включает получение полимерного листа 300, выполнение множества отверстий или углублений 310 в полимерном листе 310 с определенной схемой их расположения и ориентирование полимерного листа 300, в котором имеется множество отверстий или углублений 310 с определенной схемой их расположения, для получения множества соединенных друг с другом, ориентированных прядей 120, 140, 145, 150 и 160, **определяющих границы** упорядоченной совокупности отверстий 170, 180 и 190, повторяющегося плавающего шестиугольника 130 внутри структуры, образующей наружный шестиугольник 110 и образованной из соединенных друг с другом, ориентированных прядей и отверстий, включая три прямолинейные пряжи, которые проходят непрерывно через всю мультиаксиальную цельную георешетку 100.

В общем случае, как только будет получен полимерный лист 300 с отверстиями или углублениями, мультиаксиальная цельная георешетка 100 может быть изготовлена из листа 300 в соответствии со способами, описанными в вышеуказанных патентах по предшествующему уровню техники и известными специалистам в данной области техники.

Как указано выше, шестиугольная геометрическая форма наружного шестиугольника 110 и внутреннего шестиугольника 130 меньшего размера представляет собой предпочтительный вариант осуществления для обеспечения «плавающей» геометрической конфигурации по настоящему изобретению. Однако в пределах объема настоящего изобретения возможны другие геометрические формы. Например, геометрические формы могут быть прямоугольными или квадратными с четырьмя поддерживающими или соединительными пряжами, соединяющими каждую внутреннюю угловую зону наружного прямоугольника или квадрата с соответствующей наружной угловой зоной внутреннего прямоугольника или квадрата меньшего размера. Или же геометрические формы могут быть треугольными с только тремя поддерживающими или соединительными пряжами между соседними внутренними угловыми зонами наружного треугольника и наружными угловыми зонами внутреннего треугольника меньшего размера. В пределах объема настоящего изобретения также предусмотрены другие многоугольные формы.

В варианте осуществления настоящего изобретения, предусмотренном с прямоугольными или квадратными формами и описанном в предыдущем абзаце, предпочтительно будут иметься две прямолинейные пряжи, образованные соединенными друг с другом, ориентированными пряжами и частично ориентированными местами соединения и проходящие непрерывно через всю георешетку, для каждого наружного прямоугольника или квадрата, при этом такие непрерывные пряжи проходят под углом,

составляющим приблизительно 90° , друг от друга. В варианте осуществления с треугольными формами для каждого наружного треугольника предпочтительно будут иметься три такие прямолинейные пряжи, которые проходят друг от друга под углом, составляющим приблизительно 120° аналогично прямолинейным пряжам 120 по предпочтительному варианту осуществления с шестиугольными формами, подробно описанному в данном документе.

Кроме того, могут быть возможными другие геометрические формы без отхода от настоящего изобретения. Например, геометрическая форма внутреннего элемента может представлять собой круглое кольцо, удерживаемое внутри наружного элемента с предпочтительной шестиугольной формой посредством шести удерживающих пряжей аналогично предпочтительному варианту осуществления, раскрытому в данном документе. Таким образом, предусмотрено, что геометрические формы наружного повторяющегося элемента структуры и внутреннего или внутреннего плавающего элемента структуры не ограничены идентичными геометрическими формами.

Как описано выше и проиллюстрировано на сопровождающих чертежах, варианты осуществления георешетки, раскрытые в данном документе, имеют однослойную структуру; следовательно, состав материала исходного листа 300, проиллюстрированного на фиг.3 и описанного в связи с фиг.3, состоит из одного полимера или сополимера.

Хотя выше был описан предпочтительный вариант осуществления цельной георешетки 100 с наружными шестиугольниками 110, окружающими плавающие внутренние шестиугольники 130 меньшего размера и обеспечивающими опору для плавающих внутренних шестиугольников 130 меньшего размера, настоящее изобретение также предусматривает то, что наружные шестиугольники 110 могут окружать внутренние шестиугольники 130 меньшего размера и обеспечивать опору для внутренних шестиугольников 130 меньшего размера, которые не являются плавающими или не изгибаются (деформируются), а, скорее, остаются в плоскости георешетки. Следовательно, в соответствии с настоящим изобретением цельные георешетки 100, показанные на фиг.2, 4 и 5 и изготовленные из исходного листового материала, показанного на фиг.3, могут быть изготовлены с внутренними шестиугольниками меньшего размера, которые не являются плавающими или не изгибаются. Таким образом, повторяющийся шестиугольник внутри шестиугольной структуры по настоящему изобретению является одним и тем же независимо от того, способен ли внутренний шестиугольник 130 к смещению или нет.

В завершение следует указать, что несомненно предпочтительно то, что внутри каждого из наружных шестиугольников 110 мультиаксиальной цельной георешетки 100 имеется плавающий шестиугольник 130, как раскрыто в данной заявке. С другой стороны, можно изменить некоторые отдельные схемы расположения/конфигурации перфорационных отверстий или иные параметры для изготовления мультиаксиальной цельной георешетки, в которой шестиугольники 130 окружены и удерживаются только в части наружных шестиугольников 110, и остальные наружные шестиугольники обеспечивают опору для другой внутренней структуры, такой как предусмотренная в

предшествующем уровне техники, без отхода от объема и цели настоящего изобретения. При условии, что такая модифицированная цельная георешетка включает в себя один или более наружных шестиугольников 110, которые окружают плавающий или неплавающий внутренний шестиугольник 130 меньшего размера и обеспечивают опору для него и которые образуют требуемые упорядоченные совокупности по существу параллельных прямолинейных прядей, проходящих непрерывно через всю георешетку, то есть прядей, образующих сильные оси, в соответствии с раскрытием изобретения, содержащимся в данном документе, в данном случае полагают, что такая модифицированная цельная георешетка находится в пределах объема настоящего изобретения.

Как указано выше в разделе «Предшествующий уровень техники», в георешетках по предшествующему уровню техники используется идея наличия отверстий, которые являются достаточно большими для обеспечения того, чтобы большая часть частиц заполнителя физически «падала» в открытое пространство отверстий. При этом георешетка обеспечивает преимущество за счет удерживания данных частиц от перемещения в боковом направлении при приложении нагрузки сверху. При приложении нагрузки сверху частицы заполнителя «пытаются» переместиться вниз и наружу (в боковом направлении), и георешетка предотвращает возникновение обеих данных ситуаций. По существу основополагающий принцип функционирования георешеток по предшествующему уровню техники состоит в том, что частицы заполнителя должны «проходить через» или «проникать через» отверстия. Эта идея прохождения насквозь по предшествующему уровню техники подтверждается патентами HAR на имя Walsh, при этом идея большого характеристического отношения для ребер с **большой высотой/малой шириной поперечного сечения** для содействия «удерживанию» обеспечивает еще лучшее противодействие распространению заполнителя в боковом направлении.

Напротив, согласно настоящему изобретению каждое второе место соединения вдоль прядей, которые не являются непрерывными, преобразовано в открытый шестиугольник или другую открытую геометрическую конфигурацию. Данная специфическая конфигурация создает по меньшей мере два значимых изменения. Во-первых, согласно настоящему изобретению создана структура с отверстиями там, где имелось место соединения, посредством чего вводится «удерживающий элемент» там, где был «неудерживающий элемент». В предпочтительном варианте осуществления отверстие, образуемое посредством внутреннего шестиугольника, предусматривает образование шести ребер, которые образуют шестиугольник, и данные ребра теперь доступны для взаимодействия с заполнителем и обеспечения опоры для него, при этом замененное место соединения представляет собой только «точку соединения» для самой георешетки. Во-вторых, в соответствии с настоящим изобретением уменьшен размер отверстий для шести (6) трапециевидных отверстий, показанных на фиг.2 и 17, по сравнению с треугольными отверстиями триаксиальных георешеток, показанных на фиг.1 и 16, для лучшего удерживания и ограничения подвижности заполнителей, имеющих более широкий ряд размеров и более разное качество.

По существу, к удивлению оказалось, что «цель» усовершенствованной георешетки согласно настоящему изобретению состоит не в обеспечении попадания большинства частиц заполнителя в отверстия, как было реализовано ранее в предшествующем уровне техники. Скорее, как продемонстрировано посредством результатов испытаний, приведенных в дальнейшем, конфигурации георешеток по настоящему изобретению обеспечивают создание большего числа функциональных элементов в георешетке на единицу площади по сравнению с конструкциями по предшествующему уровню техники (см. вышеприведенную Таблицу С), и цель настоящего изобретения состоит не в том, чтобы обеспечить прохождение частиц через отверстия, а, скорее, в том, чтобы обеспечить частичное проникновение большего числа частиц заполнителя в большее число отверстий. Это неожиданно обнаруженное, новое взаимодействие между георешеткой и частицами заполнителя, которые должны удерживаться в ней, в случае настоящего изобретения проиллюстрировано в сопоставлении с предшествующим уровнем техники посредством сравнительных чертежей по фиг.25А и 25В.

Вышеуказанные неожиданные результаты продемонстрированы посредством нижеуказанных испытаний и их результатов.

МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ДЛЯ ПРИМЕРОВ

ИСПЫТАНИЕ 1 - Удерживание

Функционирование мультiaкcиальной георешетки для улучшения взаимодействия с гранулированным материалом оценивали с использованием лабораторного испытания для моделирования «каскадного» размещения гранулированного материала на георешетке после реализации способов установки, изложенных в опубликованном руководстве (например, “Tensar Installation Guideline IG/TriAx”, 19 октября 2020). В данном лабораторном испытании используется открытый ящик, при этом образец георешетки с размерами приблизительно 350 мм × 350 мм зажимают над открытым ящиком. После этого 2 кг гранулированного материала, отсортированного до размера частиц от 20 мм до 40 мм, каскадно размещают на георешетке посредством нанесения **типа нанесения щеткой** (“*brushing*” *action*). Сортировка частиц до размера от 20 мм до 40 мм в условиях эксперимента представляет собой типовой пример сортировки, широко используемой при строительстве строительных сооружений при устранении чрезмерной изменчивости, связанной с меньшими или большими размерами частиц. Для каждого испытания выполняют измерения количества гранулированного материала, «уловленного» георешеткой, и количества гранулированного материала, упавшего сквозь георешетку в нижерасположенный ящик. Выполняют сравнение двух результатов. Георешетка, лучше приспособленная для «улавливания» гранулированного материала, обеспечит удерживание большего количества гранулированного материала на георешетке и создаст возможность падения значительно меньшего количества материала в открытый ящик, расположенный под образцом георешетки. Типовое сравнение выполняют на основе 10 повторенных испытаний для каждого типа георешетки при использовании одной и той же партии гранулированного материала массой 2 кг.

ИСПЫТАНИЕ 2 - Колееобразование

Функционирование мультиаксиальной георешетки для противодействия колееобразованию, вызываемому дорожным движением транспорта, оценивали, используя лабораторное испытание для моделирования общепринятых эксплуатационных испытаний, таких как испытание, описанное в работе Webster, S. L.; “Geogrid Reinforced Base Course for Flexible Pavements for Light Aircraft: Test Section Construction, Behavior Under Traffic, Laboratory Tests, and Design Criterial,” *Report DOT/FAA/RD-92*, December 1992. Лабораторное испытание было предназначено для воспроизведения результатов общепринятых эксплуатационных испытаний для определения характеристик мультиаксиальных георешеток при дорожном движении и предусматривает использование испытываемого участка, состоящего из нижерасположенного дорожного основания из глины, одного слоя георешетки и уплотненного подстилающего слоя гранулированного материала. Испытываемый участок подвергают воздействию нагрузки от одного нагруженного колеса. Колесо проходит по испытываемому участку вдоль одной горизонтальной траектории при постоянном изменении направления на противоположное при перемещении от одного конца испытываемого участка до другого. При таком испытании состояние контрольного испытываемого участка, не имеющего георешетки, быстро ухудшится. Например, после 1000 или менее проходов колеса по неукрепленному испытываемому участку будет образована глубокая колея. При использовании мультиаксиальных георешеток с надлежащей конструкцией в качестве средства укрепления будут иметь место уменьшенные значения глубины колеи при заданном числе проходов колеса по сравнению с неукрепленным испытываемым участком. Эта уменьшенная глубина колеи оказывает влияние на срок службы гражданского строительного сооружения и может обеспечить увеличение данного срока службы в 50 раз по сравнению с неукрепленным сооружением. Следовательно, дорожное полотно или другое гражданское строительное сооружение, укрепленное в соответствии с настоящим изобретением, будет иметь увеличенную долговечность и характеризоваться меньшей потребностью в техническом обслуживании и текущем ремонте.

Вышеуказанное лабораторное испытание, используемое в связи с настоящим изобретением, представляет собой такое же лабораторное испытание, как описанное в патентах НАР на имя Walsh (см. патент США № 10,501,896, столбец 10, строки 43-67), и обеспечило получение данных, приведенных в данном документе.

ПРИМЕР - ИСПЫТАНИЕ 1 (Удержание)

Функционирование мультиаксиальной георешетки для улучшения взаимодействия с гранулированным материалом оценивали с использованием лабораторного испытания для моделирования «каскадного» размещения гранулированного материала на георешетке после реализации способов установки, изложенных в опубликованном руководстве.

Образец промышленно изготавливаемой и имеющейся на рынке георешетки TriAx® по предшествующему уровню техники (см. фиг.23А) имел партию гранулированного материала массой 2000 г, отсортированного до размера частиц от 20 мм до 40 мм, каскадно

размещенного на поверхности образца. Взвешивали материал, падающий сквозь георешетку в нижерасположенный ящик, а также материал, удержанный на георешетке. Это испытание повторяли 10 раз для одного и того же образца, и одну и ту же партию гранулированного материала массой 2000 г использовали при каждом повторении.

После этого данный эксперимент повторяли для образца по настоящему изобретению, названного Lab 79 (см. фиг.23B). Образец Lab 79 был изготовлен из листового материала с таким же составом, как у георешетки TriAx® по предшествующему уровню техники, уже подвергнутой испытанию. Для оценки образца Lab 79 использовали ту же партию гранулированного материала массой 2000 г, какую использовали для оценки георешетки TriAx® по предшествующему уровню техники.

Результаты показаны в нижеприведенной Таблице D:

ТАБЛИЦА D

Масса гранулированного материала, прошедшего сквозь георешетку, грамм		Масса гранулированного материала, удержанного на георешетке, грамм	
Георешетка TriAx® по предшествующему уровню техники	Георешетка Lab 79 по изобретению	Георешетка TriAx® по предшествующему уровню техники	Георешетка Lab 79 по изобретению
1732	47	268	1953
1659	136	341	1864
1698	68	302	1932
1702	98	298	1902
1814	42	186	1958
1758	103	242	1897
1690	53	310	1947
1682	79	318	1921
1712	76	288	1924
1770	73	230	1927
Прошло в среднем 86%	Прошло в среднем 4%	Удержано в среднем 14%	Удержано в среднем 96%

Результаты, показанные в вышеприведенной Таблице D, указывают на то, что комбинированный эффект от всех геометрических элементов мультиаксиальной георешетки по настоящему изобретению значительно повышает ее способность взаимодействовать с тем же гранулированным материалом по сравнению с мультиаксиальной георешеткой по предшествующему уровню техники. В то время как георешетка по предшествующему уровню техники удерживала или улавливала только 14% материала, каскадно размещенного на ее поверхности, при этом остальные 86% падали сквозь георешетку, георешетка по настоящему изобретению улавливает 96% гранулированного материала, при этом только 4% падают сквозь нее. Это очень значительное улучшение способности георешеток согласно настоящему изобретению

взаимодействовать с гранулированным материалом является предпочтительным для повышения сопротивления колееобразованию при испытаниях при дорожном движении.

Результаты испытаний, приведенные в Таблице D, также показаны на коробчатых диаграммах, показанных на фиг.26А и 26В. Как можно видеть на фиг.26А, очень большая часть партии гранулированного материала массой 2000 г, показанная посредством графического изображения для испытаний, обозначенного 501, прошла сквозь георешетку TriAx®, и только небольшая часть, показанная посредством графического изображения для испытаний, обозначенного 502, была удержана на георешетке. Напротив, как показано на фиг.26В, только малая часть той же партии гранулированного материала массой 2000 г прошла сквозь георешетку по настоящему изобретению, как показано посредством графического изображения для испытаний, обозначенного 503, при этом почти весь заполнитель удерживался, как показано посредством графического изображения для испытаний, обозначенного 504.

К удивлению оказалось, что в соответствии с настоящим изобретением способность георешетки «удерживать» заполнитель в стандартном испытании на удерживание представляет собой лучший прогнозирующий параметр, чем идея «прохождения насквозь/проникновения», используемая в предшествующем уровне техники. Более конкретно, в настоящее время полагают, что удерживание георешеткой по меньшей мере 50% любого конкретного заполнителя в вышеописанном испытании на удерживание позволяет спрогнозировать то, что данная георешетка будет эффективной в комбинированной конструкции, содержащей данную георешетку, подвергнутую испытанию, и заполнитель, использованный в испытании. В более предпочтительном варианте испытание на удерживание должно демонстрировать удерживание, составляющее более 75% и более предпочтительно по меньшей мере 90% или более.

ПРИМЕР - ИСПЫТАНИЕ 2 (Колееобразование)

Функционирование мультиаксиальной георешетки для противодействия колееобразованию, вызываемому дорожным движением транспорта, оценивали, используя лабораторное испытание для моделирования общепринятых эксплуатационных испытаний.

Испытания при дорожном движении выполняли для образцов, показанных в нижеприведенной Таблице E. В этой таблице показаны данные для восьми (8) испытаний предпочтительного плавающего шестиугольника внутри шестиугольной геометрической структуры, которая представляет собой предмет настоящего изобретения, и восемнадцати (18) испытаний для геометрии по патентам HAR на имя Walsh по предшествующему уровню техники. Образцы были изготовлены из одинакового полимерного материала (полипропилена), с одинаковой схемой расположения перфорационных отверстий (за исключением того, что была использована дополнительная пробивка для образцов по настоящему изобретению для образования внутреннего шестиугольника) и с диапазоном аналогичных значений толщины исходного листа, что обеспечивало получение образцов георешеток с номинально одинаковым размером шестиугольника, представляющим собой расстояние между параллельными сторонами (A/F), как проиллюстрировано на фиг.27, при

этом данные образцы представляют собой георешетку, которая дублирует известную георешетку по патентам HAR на имя Walsh, показанную на фиг.6 (предшествующий уровень техники), и георешетку, которая дублирует георешетку по настоящему изобретению, показанную на фиг.7. Фиг.6 (предшествующий уровень техники) и 7 снова воспроизведены на фиг.28, чтобы показать размеры отверстий внутри соответствующих наружных шестиугольников. В образцах по фиг.6 (предшествующий уровень техники) Размеры А, В и С=33 мм±3 мм, и в образцах по изобретению Размер А=35 мм±3 мм, Размер В=24 мм±3 мм и Размер С=30 мм±3 мм. Образцы по предшествующему уровню техники имели характеристические отношения для ребер, которые значительно превышали характеристические отношения для ребер образцов, изготовленных в соответствии с настоящим изобретением. В Таблице Е Ребро А, показанное на фиг.13 и 14, используется для сравнения.

ТАБЛИЦА Е

Описание конечной конфигурации	Конечный размер отверстия (расстояние между параллельными сторонами (AF), мм)	Толщина исходного листа (мм)	Фактическая ширина поперечного сечения ребра (мм)	Фактическая высота поперечного сечения ребра (мм)	Характеристическое отношение для ребра	Средняя деформация поверхности для последних 500 проездов (мм)
Изобретение	80	4,6	1,23	1,77	1,45	29,9
Изобретение	80	4,6	1,23	1,77	1,45	38,6
Изобретение	80	4,6	1,23	1,77	1,45	39,5
Изобретение	81	5,45	1,14	1,75	1,57	30,5
Изобретение	76	6,3	1,07	2,82	2,63	22,1
Изобретение	76	6,3	1,07	2,82	2,63	28,3
Изобретение	77	6,3	1,14	2,8	2,47	22,1
Изобретение	80	7,5	1,49	2,94	2,12	26,9
Предшествующий уровень техники Мультиаксиальная	77	3	2,54	0,72	0,28	48,3
Предшествующий уровень техники Мультиаксиальная	80	3	1,08	0,87	0,81	51,9
Предшествующий уровень техники Мультиаксиальная	80	4,55	1,06	1,56	1,47	41,0
Предшествующий уровень техники Мультиаксиальная	80	4,55	1,06	1,56	1,47	43,2
Предшествующий уровень техники Мультиаксиальная	80	4,55	0,73	1,74	2,38	46,4
Предшествующий уровень техники Мультиаксиальная	80	4,55	0,66	1,97	2,98	41,7
Предшествующий уровень техники Мультиаксиальная	81	4,55	1,06	1,56	1,47	42,9
Предшествующий уровень техники	81	4,55	1,06	1,56	1,47	46,1

Мультиаксиальная						
Предшествующий уровень техники Мультиаксиальная	81	4,55	1,62	1,39	0,86	43,7
Предшествующий уровень техники Мультиаксиальная	79	6,3	0,69	2,82	4,09	49,9
Предшествующий уровень техники Мультиаксиальная	80	6,3	0,72	2,68	3,72	37,2
Предшествующий уровень техники Мультиаксиальная	80	6,45	1,3	2,1	1,62	37,7
Предшествующий уровень техники Мультиаксиальная	79	7,5	0,78	3,44	4,41	39,2
Предшествующий уровень техники Мультиаксиальная	80	8,5	1,51	3,52	2,33	41,7
Предшествующий уровень техники Мультиаксиальная	80	8,5	1,07	2,94	2,75	39,5
Предшествующий уровень техники Мультиаксиальная	80	8,5	1,19	3,51	2,95	39,0
Предшествующий уровень техники Мультиаксиальная	80	8,5	0,66	4,13	6,26	39,2
Предшествующий уровень техники Мультиаксиальная	82	8,5	1,13	3,91	3,46	40,2

Данные в Таблице Е могут быть использованы для построения графика зависимости деформации поверхности после 10000 проездов от характеристического отношения для ребер в качестве характеристики способности к противодействию колееобразованию при эксплуатации. Вышеуказанный график представлен на фиг.24 чертежей, на которой образцы по настоящему изобретению указаны как “InterAx”.

Как очевидно из фиг.24, мультиаксиальные георешетки по предшествующему уровню техники демонстрировали поведение, аналогичное тому, которое показано на фиг.5 патентов HAR на имя Walsh по предшествующему уровню техники. Существует тенденция приближения к предельному значению показателя, характеризующего улучшение эксплуатационной характеристики георешетки по предшествующему уровню техники, при увеличении характеристического отношения для ребер. В то время как характеристическое отношение для ребер, составляющее 1, обеспечивает ограничение деформации поверхности до деформации поверхности, составляющей около 45 мм, увеличение характеристического отношения до 2 обеспечивает уменьшение деформации до 42 мм. Характеристическое отношение должно быть увеличено до 5 для ограничения деформации до 40 мм.

В случае образцов георешеток, изготовленных в соответствии с предпочтительной геометрией, которая является предметом настоящего изобретения, характеристическое отношение, составляющее 1,4, обеспечивает ограничение деформации до значений от 40 мм до 30 мм, при этом увеличение характеристического отношения до 2,6 обеспечивает ограничение деформации до значений от 28 мм до 22 мм. Эти результаты испытаний демонстрируют существенное улучшение в случае настоящего изобретения по сравнению с георешеткой по патентам HAR на имя Walsh по предшествующему уровню техники в отношении пригодности настоящего изобретения для стабилизации и укрепления заполнителя в применениях при гражданском строительстве.

Как очевидно из вышеизложенного, георешетки по настоящему изобретению обеспечивают значительное улучшение по отношению к георешеткам по предшествующему уровню техники вследствие специфической структуры и функционирования плавающего шестиугольника внутри шестиугольной конфигурации для контактного взаимодействия с заполнителем и его удерживания и стабилизации в геотехнических применениях.

Более конкретно, в уже имеющихся, промышленно изготавливаемых георешетках по предшествующему уровню техники независимо от способа изготовления используются одни базовые повторяющиеся форма и размер отверстия, образованного между ориентированными ребрами/прямыми и местами их соединения и узлами. Используются такие формы, как прямоугольники, квадраты и треугольники. Использование одной базовой повторяющейся формы отверстия также означает то, что угол, образованный между двумя соседними ребрами в месте пересечения или узле, всегда будет одинаковым во всей георешетке.

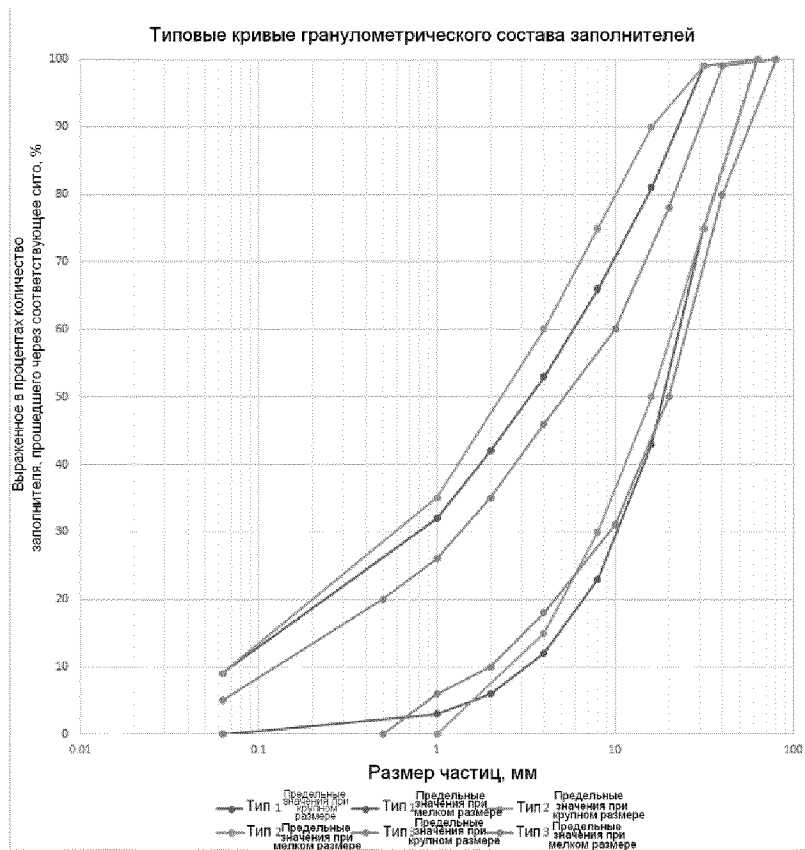
Кроме того, уже имеющиеся георешетки по предшествующему уровню техники независимо от способа изготовления имеют повторяющиеся непрерывные ребра,

проходящие в главных направлениях. В изделии с квадратными или прямоугольными отверстиями, таком как в вышеупомянутых патентах на имя Mercer, данные ребра будут ортогональными и, как правило, будут проходить под углами 0° и 90° относительно машинного направления. В изделии с треугольными отверстиями, таком как в патенте '112 на имя Walsh, данные ребра будут зависеть от формы треугольника. В типовом равностороннем треугольнике данные ребра будут проходить под углами 30° , 90° и 150° относительно машинного направления.

Кроме того, уже имеющиеся, промышленно изготавливаемые георешетки по предшествующему уровню техники также независимо от способа изготовления, как правило, имеют ребра с приблизительно одинаковой площадью поперечного сечения и одинаковым характеристическим отношением независимо от направления, в котором они проходят.

Это сходство элементов георешеток по предшествующему уровню техники означает, что свойства изделий, позволяющие георешетке обеспечить улучшение эксплуатационных характеристик георешетки как компонента композиционной структуры, содержащей георешетку и гранулированный материал, в целом аналогичны на всей протяженности георешетки. Данные свойства, упоминаемые в предшествующем уровне техники, включают (среди прочего) модуль устойчивости отверстий, жесткость в плоскости и в направлении нормали к плоскости, жесткость ребер при изгибе в плоскости и в направлении нормали к плоскости, площадь пропускного сечения отверстий, форму отверстий и характеристическое отношение для ребер.

Следовательно, было обнаружено, что в соответствии с настоящим изобретением эксплуатационные характеристики георешетки в композиционной структуре могли бы быть улучшены, если бы георешетка была бы в большей степени «изменчивой» как в отношении ее повторяющейся геометрии, так и в отношении ее отдельных элементов, для лучшей интеграции с гранулированными материалами, которые образуют другой компонент композиционной структуры. Большая часть гранулированного материала, используемого в качестве компонента композиционной структуры, не является однородной по форме или размеру, но «отсортирована» с диапазонами размеров, например, 20-40 мм, 10-63 мм, 20-70 мм и т.д. Типовые кривые гранулометрического состава для традиционных, широко используемых гранулированных материалов показаны на приведенном ниже графике «Типовые кривые гранулометрического состава заполнителей».



Поскольку традиционные гранулированные материалы становятся более дефицитными и более дорогими, становятся более преобладающими используемые в строительстве, гранулированные материалы с большей изменчивостью характеристик. Данное преобладание в большой степени обусловлено необходимостью минимизировать экологические последствия, связанные с карьерной добычей традиционных высококачественных естественных заполнителей, например, энергетические и экологические последствия карьерной добычи естественных заполнителей, давлением, связанным со стремлением закрыть карьерную добычу, воздействием транспортировки материалов, добытых карьерным способом, к месту строительства, большим стремлением использовать локально доступные гранулированные материалы или рециклированные материалы.

По существу, к удивлению оказалось, что мультиаксиальные георешетки по настоящему изобретению лучше выполняют свои функции вместе с вышеупомянутыми, более разнообразными материалами худшего качества, и они также лучше выполняют свои функции вместе с традиционными, хорошо отсортированными гранулированными материалами, чем промышленно изготавливаемые георешетки по предшествующему уровню техники. Конфигурация георешетки по настоящему изобретению превосходит по эксплуатационным характеристикам уже имеющиеся георешетки по предшествующему уровню техники, и на нее больше не распространяется то же правило «убывающей отдачи», которое существует в отношении известной георешетки по патентам HAR на имя Walsh, имеющей большое характеристическое отношение. Хотя необходимо было оптимизировать

размер отверстия по отношению к намеченному заполнителю в конкретном применении в случае известных, промышленно изготавливаемых георешеток, форма отверстия, размер и внутренний угол были одними и теми же на **макро- и микроуровне протяженности** каждой георешетки, имеющей конфигурацию, отличную от других, при этом существовала тенденция, заключающаяся в том, что георешетки на основе конфигурации с повторяющимися равносторонними треугольниками функционировали лучше, чем георешетки на основе конфигурации с прямоугольными или квадратными отверстиями. Напротив, согласно настоящему изобретению мультиаксиальная георешетка имеет повторяющуюся геометрическую конфигурацию с отверстиями разных форм и размеров, множеством значений углов удерживания и образованную из ребер с разной длиной, высотой **поперечного сечения** и шириной **поперечного сечения**, при этом ребра предпочтительно имеют характеристическое отношение, превышающее 1,0, и при этом некоторые из ребер, то есть пряди, образующие сильные оси, проходят прямолинейно и непрерывно в поперечном и диагональном направлениях через решетку, в то время как другие пряди «прерываются» для обеспечения зон локальной податливости, то есть технически предусмотренных разрывов непрерывности.

Более конкретно, к удивлению оказалось, что посредством новой геометрии и размеров и форм отверстий (*apertures/openings*) настоящее изобретение обеспечивает два улучшения в отношении удерживания и стабилизации более разнообразных заполнителей. Во-первых, за счет наличия отверстий разных размеров и форм георешетки по настоящему изобретению обладают лучшей способностью соответствовать «натуральным» минеральным заполнителям, которые добываются в карьерах или посредством систем разработки с разными размерами и формами из-за того, каким образом они добыты и обработаны. Во-вторых, георешетки по настоящему изобретению лучше адаптируются к «ненатуральным» альтернативам заполнителей и лучше обеспечивают стабилизацию таких «ненатуральных» альтернатив заполнителей, как рециклированные бетон и стекло, которые часто имеют физические свойства, отличающиеся от естественных заполнителей. В то время как георешетки по предшествующему уровню техники были конфигурированы для естественных заполнителей, геометрия по настоящему изобретению обеспечивает возможность успешного контактного взаимодействия как с естественными, так и с ненатуральными заполнителями, и успешных удерживания и стабилизации их.

В дополнение к вышеизложенному также было установлено, что помимо улучшения эксплуатационных характеристик, достигаемого посредством георешеток, изготовленных в соответствии с настоящим изобретением, прогнозируются экономия материальных затрат при строительстве, экономия времени при создании геотехнической структуры, в которой используются георешетки по настоящему изобретению, а также уменьшение выбросов в пересчете на диоксид углерода (CO₂-экв.) (см. <https://www.sustainablebusiness toolkit.com/difference-between-co2-and-co2e/>) по отношению к затратам, имеющимся в случае промышленно изготавливаемых георешеток по предшествующему уровню техники, таких как георешетки, изготовленные в соответствии

с патентами на имя Mercer и патентами HAR на имя Walsh. Согласно представленным оценкам и при сравнении георешеток с аналогичными физическими свойствами, отличных от примеров по патентам HAR на имя Walsh, имеющих ребра с высоким характеристическим отношением, и примеров по настоящему изобретению, имеющих описанную предпочтительную геометрию в соответствии с настоящим изобретением, приведенную в данном документе, установлено, что экономия затрат, достигаемая посредством георешеток, изготовленных в соответствии с настоящим изобретением, может составлять от 10% до 40% или более по отношению к затратам, связанным с использованием георешеток, изготовленных в соответствии с вышеуказанными патентами по предшествующему уровню техники, как показано в нижеприведенной Таблице F.

ТАБЛИЦА F

	Обычная конструкция, без георешетки	Патент на имя Mercer	Патенты HAR на имя Walsh	Настоящее изобретение
Толщина слоя заполнителя	600 мм	450 мм	375 мм	325 мм
Затраты на 1 км полосы дороги	55356 фунтов стерлингов	46392 фунта стерлингов	41160 фунтов стерлингов	38172 фунта стерлингов
Затраты времени на 1 км полосы дороги	4,3 дня	3,3 дня	2,8 дня	2,4 дня
Выбросы в пересчете на диоксид углерода на 1 км полосы дороги	232 тонны CO ₂ -экв.	176 тонн CO ₂ -экв.	147 тонн CO ₂ -экв.	128 тонн CO ₂ -экв.

Как указано выше, в Таблице F сравниваются данные для обычной конструкции «без георешетки», конструкции с выведенной на рынок компанией Tensar, биаксиальной георешеткой согласно родовому патенту США № 4,374,798 на имя Mercer, конструкции с выведенной на рынок компанией Tensar, триаксиальной георешеткой, которая соответствует патентам HAR на имя Walsh, и прогнозные данные в отношении использования настоящего изобретения. Стандартные значения толщины слоя заполнителя для каждой из сравниваемых георешеток приведены для соответствующего сравнения. Расчеты базируются на показателях на «1 км полосы дороги», что является стандартным показателем в строительной индустрии по меньшей мере в Великобритании и Европе. Упоминание «тонны» относится к метрической тонне (равной 2200 фунтам).

Вышеприведенное описание и чертежи следует рассматривать как иллюстрирующие принципы изобретения. Изобретение может быть реализовано в виде конфигураций с самыми разными размерами и не ограничено вариантом осуществления с точной формой предпочтительного шестиугольника внутри шестиугольника. Кроме того, поскольку многочисленные модификации и изменения могут легко прийти на ум специалистам в данной области техники, нежелательно ограничивать изобретение показанными и описанными точными конфигурациями и функционированием. Напротив, все соответствующие модификации и эквиваленты могут рассматриваться как находящиеся в пределах объема изобретения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Мультиаксиальная цельная георешетка, содержащая:

множество соединенных друг с другом, ориентированных прядей и частично ориентированных мест соединения, образующих повторяющуюся структуру из наружных шестиугольников, в которых имеется упорядоченная совокупность отверстий,

при этом каждый из указанных наружных шестиугольников служит опорой для внутреннего шестиугольника меньшего размера и окружает внутренний шестиугольник меньшего размера, имеющий ориентированные пряди, и

указанные ориентированные пряди и указанные, частично ориентированные места соединения в указанном наружном шестиугольнике образуют множество прямолинейных прядей, которые проходят непрерывно через всю мультиаксиальную цельную георешетку.

2. Мультиаксиальная цельная георешетка по п.1, в которой прямолинейные пряди из указанного множества прямолинейных прядей проходят непрерывно через всю мультиаксиальную цельную георешетку, не пересекаясь с внутренней частью наружного шестиугольника.

3. Мультиаксиальная цельная георешетка по п.1 или 2, в которой ориентированные пряди подвергнуты двuosному растягиванию.

4. Мультиаксиальная цельная георешетка по п.1, 2 или 3, в которой внутренний шестиугольник меньшего размера может отклоняться вверх и вниз за пределы плоскости георешетки во время уплотнения заполнителя.

5. Мультиаксиальная цельная георешетка по п.4, в которой внутренний шестиугольник меньшего размера может отклоняться вверх и вниз за пределы плоскости георешетки во время уплотнения заполнителя на величину, составляющую до приблизительно 33% от толщины частично ориентированных мест соединения.

6. Мультиаксиальная цельная георешетка по любому из п.п.1-5, при этом ориентированная мультиаксиальная цельная георешетка имеет увеличенное распределение площадей отдельных отверстий и повышенную жесткость по отношению к распределению площадей отдельных отверстий, прочности и жесткости триаксиальной цельной георешетки.

7. Мультиаксиальная цельная георешетка по любому из п.п.1-6, в которой ориентированные пряди обеспечивают образование отверстий, имеющих повторяющиеся шестиугольные, трапециевидные и треугольные формы.

8. Мультиаксиальная цельная георешетка по любому из п.п.1-7, в которой имеются три непрерывные пряди, образующие сильные оси и проходящие непрерывно через всю мультиаксиальную цельную георешетку, при этом указанные пряди расположены под углом друг относительно друга, составляющим приблизительно 120°.

9. Мультиаксиальная цельная георешетка по любому из п.п.1-8, при этом георешетка представляет собой монослой.

10. Мультиаксиальная цельная георешетка по любому из п.п.1-9, при этом георешетка имеет толщину от приблизительно 3 мм до приблизительно 9 мм.

11. Мультиаксиальная цельная георешетка по п.10, при этом георешетка имеет

толщину от приблизительно 4 мм до приблизительно 7 мм.

12. Мультиаксиальная цельная георешетка по п.7, в которой отверстия обеспечивают зону взаимодействия с гранулированными материалами с изменяющимися размерами частиц, составляющую по меньшей мере 200 мм².

13. Мультиаксиальная цельная георешетка по любому из п.п.1-12, в которой ориентированные пряди имеют характеристическое отношение, составляющее по меньшей мере 1,0 и предпочтительно превышающее приблизительно 1,86.

14. Мультиаксиальная цельная георешетка по п.4, в которой внутренний шестиугольник меньшего размера может отклоняться вверх и вниз на величину, составляющую вплоть до 33% от общей толщины окружающего наружного шестиугольника.

15. Мультиаксиальная цельная георешетка по п.4, в которой внутренний шестиугольник меньшего размера может отклоняться вверх и вниз за пределы плоскости георешетки во время уплотнения заполнителя в зоне податливости, примерно составляющей от приблизительно 50% до приблизительно 75%.

16. Исходный материал для изготовления мультиаксиальной цельной георешетки, содержащий полимерный лист, имеющий сетку отверстий или углублений, выполненных в нем, которые обеспечивают образование отверстий трех разных форм и множества прямолинейных прядей, проходящих непрерывно через всю мультиаксиальную цельную георешетку, при двусосном растягивании листа.

17. Исходный материал по п.16, в котором сетка отверстий или углублений обеспечивает образование повторяющегося шестиугольника, образованного из ориентированных прядей внутри шестиугольной структуры с отверстиями, при двусосном растягивании листа.

18. Исходный материал по п.16 или 17, в котором отверстия трех разных форм имеют повторяющиеся шестиугольную, трапециевидную и треугольную формы.

19. Исходный материал по п.16, 17 или 18, в котором полимерный лист имеет исходную толщину от приблизительно 3 мм до приблизительно 10 мм.

20. Исходный материал по п.19, в котором полимерный лист имеет исходную толщину от приблизительно 5 мм до приблизительно 8 мм.

21. Исходный материал по п.16, при этом мультиаксиальная георешетка представляет собой георешетку по любому из п.п.1-15.

22. Способ изготовления мультиаксиальной цельной георешетки, включающий:

получение полимерного листа;

выполнение множества отверстий или углублений в полимерном листе с определенной схемой их расположения; и

ориентирование полимерного листа, в котором имеется множество отверстий или углублений с определенной схемой их расположения, для получения множества соединенных друг с другом, ориентированных прядей и частично ориентированных мест соединения, образующих повторяющуюся структуру из наружных шестиугольников, в

которых имеется упорядоченная совокупность отверстий, при этом каждый из указанных наружных шестиугольников обеспечивает опору для внутреннего шестиугольника меньшего размера и окружает внутренний шестиугольник меньшего размера, расположенный внутри указанного наружного шестиугольника и имеющий ориентированные пряди, и указанные ориентированные пряди и указанные, частично ориентированные места соединения в указанных наружных шестиугольниках образуют множество прямолинейных прядей, которые проходят непрерывно через всю мультиаксиальную цельную георешетку.

23. Способ изготовления мультиаксиальной цельной георешетки, включающий:

получение полимерного листа;

выполнение множества отверстий или углублений в полимерном листе с определенной схемой их расположения; и

ориентирование полимерного листа, в котором имеется множество отверстий или углублений с определенной схемой их расположения, для получения множества соединенных друг с другом, ориентированных прядей и частично ориентированных мест соединения, образующих повторяющуюся структуру из наружных шестиугольников, в которых имеется упорядоченная совокупность отверстий, при этом каждый из указанных наружных шестиугольников обеспечивает опору для внутреннего шестиугольника меньшего размера и окружает внутренний шестиугольник меньшего размера, имеющий ориентированные пряди, и указанные ориентированные пряди и указанные, частично ориентированные места соединения в указанном наружном шестиугольнике образуют множество прямолинейных прядей, которые проходят непрерывно через всю мультиаксиальную цельную георешетку.

24. Способ по п.22 или 23, в котором полимерный лист, в котором имеется множество отверстий или углублений с определенной схемой их расположения, ориентируют посредством двусосного растягивания.

25. Способ по любому из п.п.22-24, в котором полимерный лист имеет исходную толщину от приблизительно 3 мм до приблизительно 10 мм.

26. Способ по п.25, в котором полимерный лист имеет исходную толщину от приблизительно 5 мм до приблизительно 8 мм.

27. Способ по любому из п.п.22-26, в котором отверстия имеют повторяющиеся шестиугольную, трапециевидную и треугольную формы.

28. Способ по п.22 или 23, в котором мультиаксиальная георешетка представляет собой георешетку по любому из п.п.1-15.

29. Способ образования конструкции с мультиаксиальной цельной георешеткой, включающий:

двусосное растягивание исходного материала, представляющего собой полимерный лист, в котором имеется множество отверстий или углублений с определенной схемой их расположения, для получения мультиаксиальной цельной георешетки, имеющей множество соединенных друг с другом, ориентированных прядей и частично

ориентированных мест соединения, образующих повторяющуюся структуру из наружных шестиугольников, в которых имеется упорядоченная совокупность отверстий, при этом каждый из указанных наружных шестиугольников обеспечивает опору для внутреннего шестиугольника меньшего размера и окружает внутренний шестиугольник меньшего размера, имеющий ориентированные пряди, и указанные ориентированные пряди и указанные, частично ориентированные места соединения в указанном наружном шестиугольнике образуют множество прямолинейных прядей, которые проходят непрерывно через всю мультиаксиальную цельную георешетку; и

заделку мультиаксиальной цельной георешетки в массу материала в виде частиц.

30. Способ по п.29, в котором множество прямолинейных прядей проходят непрерывно через всю мультиаксиальную цельную георешетку, не пересекая внутреннюю часть наружного шестиугольника.

31. Способ по п.29 или 30, в котором отверстия имеют повторяющиеся шестиугольную, трапециевидную и треугольную формы.

32. Способ по п.29 или 30, в котором мультиаксиальная георешетка представляет собой георешетку по любому из п.п.1-15.

33. Мультиаксиальная цельная георешетка, содержащая:

множество соединенных друг с другом, ориентированных прядей и частично ориентированных мест соединения, образующих повторяющуюся структуру из наружных геометрических фигур, внутри которых имеется упорядоченная совокупность отверстий,

при этом каждая из указанных наружных геометрических фигур обеспечивает опору для внутренней геометрической фигуры и окружает внутреннюю геометрическую фигуру, имеющую меньший размер и имеющую ориентированные пряди, при этом указанная внутренняя геометрическая фигура такая же, как наружная геометрическая фигура, или отличается от наружной геометрической фигуры, и

указанные ориентированные пряди и указанные, частично ориентированные места соединения в указанной наружной геометрической фигуре образуют по меньшей мере две группы по существу параллельных прямолинейных прядей, которые проходят непрерывно через всю мультиаксиальную цельную георешетку.

34. Мультиаксиальная цельная георешетка по п.33, в которой наружная геометрическая фигура и внутренняя геометрическая фигура являются одинаковыми, и геометрическая фигура выбрана из группы, состоящей из треугольников, прямоугольников, квадратов и шестиугольников.

35. Мультиаксиальная цельная георешетка по п.33 или 34, в которой внутренняя геометрическая фигура является гибкой или негибкой внутри наружной геометрической фигуры.

36. Укрепленное и стабилизированное комбинированное грунтовое сооружение, содержащее:

массу материала в виде частиц; и

мультиаксиальную цельную георешетку, заделанную в указанный материал в виде

частиц, контактно взаимодействующую с указанным материалом в виде частиц и имеющую множество соединенных друг с другом, ориентированных прядей и частично ориентированных мест соединения, образующих повторяющуюся структуру из наружных шестиугольников, в которых имеется упорядоченная совокупность отверстий,

при этом каждый из указанных наружных шестиугольников обеспечивает опору для внутреннего шестиугольника меньшего размера и окружает внутренний шестиугольник меньшего размера, имеющий ориентированные пряди, и

указанные ориентированные пряди и указанные, частично ориентированные места соединения в указанном наружном шестиугольнике образуют множество прямолинейных прядей, которые проходят непрерывно через всю мультиаксиальную цельную георешетку.

37. Мультиаксиальная цельная георешетка, содержащая:

множество соединенных друг с другом, ориентированных прядей и частично ориентированных мест соединения, образующих повторяющуюся структуру из наружных шестиугольников, в которых имеется упорядоченная совокупность отверстий,

при этом каждый из указанных наружных шестиугольников посредством ориентированных ребер обеспечивает опору для ориентированной внутренней геометрической фигуры, имеющей меньший размер,

при этом указанные ориентированные пряди, указанные, частично ориентированные места соединения, указанные ориентированные ребра и указанные ориентированные внутренние геометрические фигуры, имеющие меньший размер, образуют по меньшей мере три разные геометрические конфигурации, которые повторяются во всей мультиаксиальной георешетке, и

указанные ориентированные пряди и указанные, частично ориентированные места соединения в указанном наружном шестиугольнике образуют множество прямолинейных прядей, которые проходят непрерывно через всю мультиаксиальную цельную георешетку.

38. Мультиаксиальная цельная георешетка по п.37, в которой указанные три разные геометрические конфигурации представляют собой шестиугольник, трапецию, треугольник.

39. Метод определения эксплуатационных характеристик определенной георешетки вместе с определенным заполнителем, включающий:

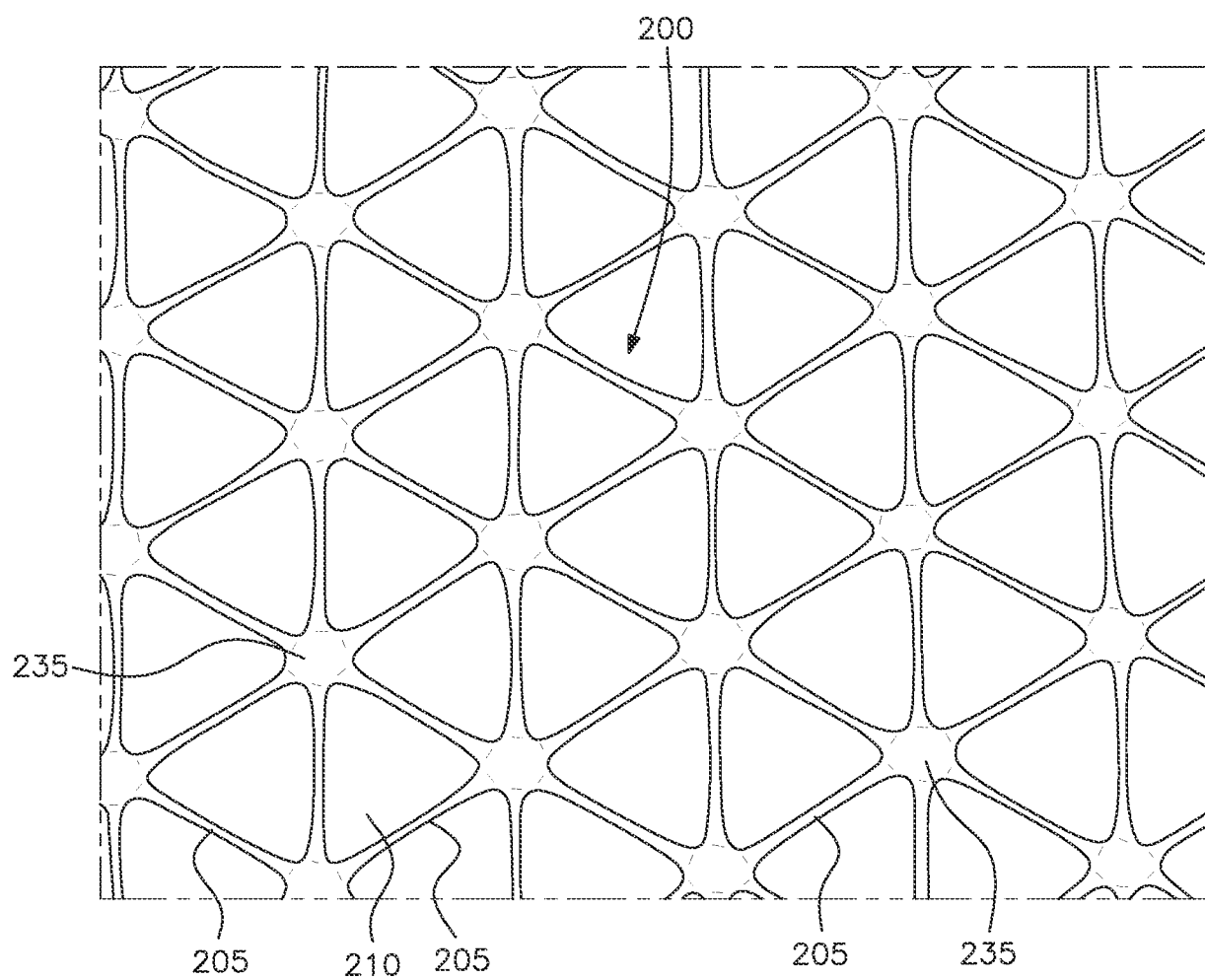
проведение стандартизированного испытания на удерживание с указанной георешеткой и некоторым количеством указанного заполнителя; и

определение того, улавливает ли георешетка по меньшей мере приблизительно 50% указанного заполнителя во время указанного испытания.

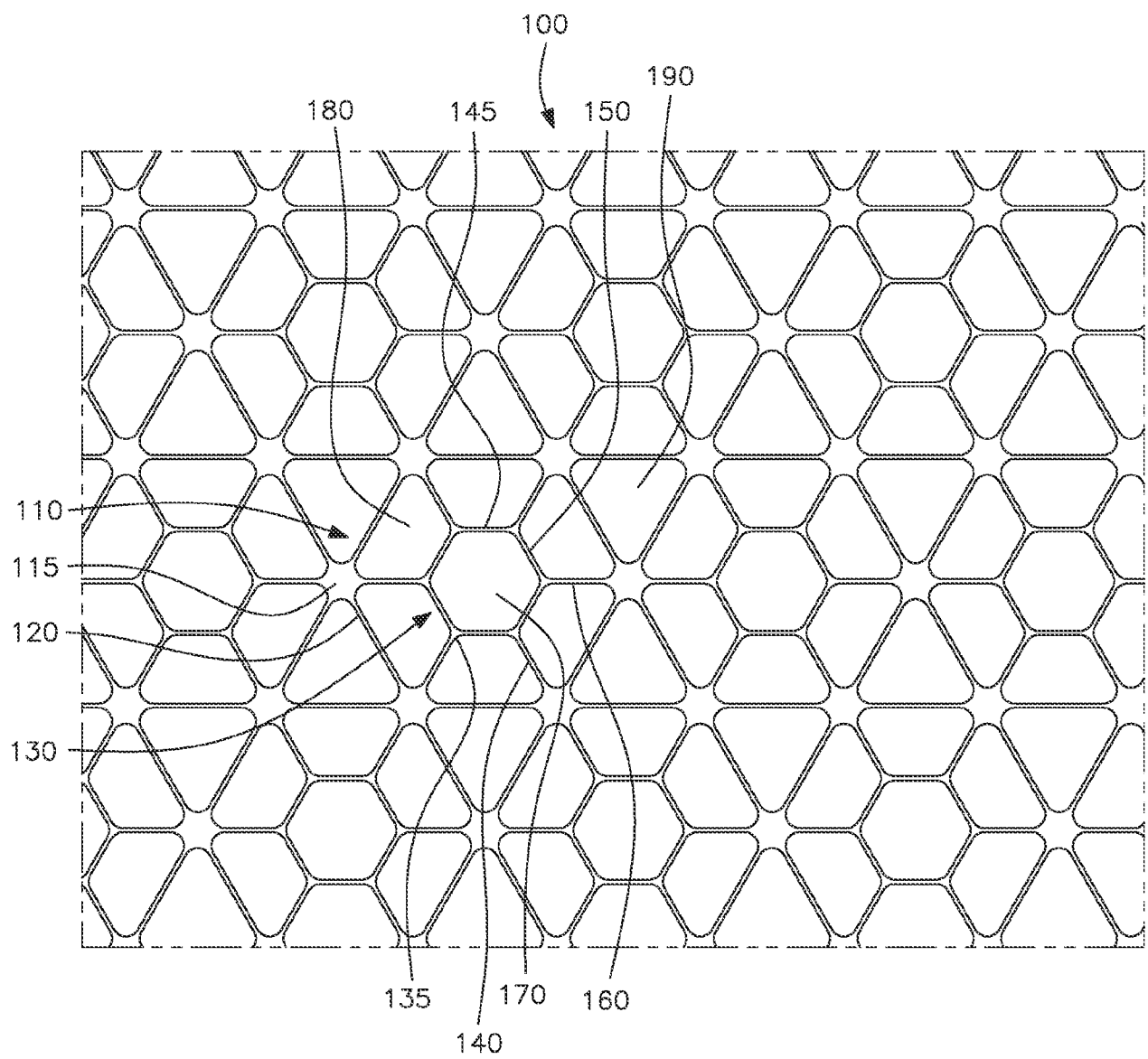
40. Метод по п.39, в котором указанный определенный показатель улавливания составляет по меньшей мере 75% и предпочтительно более 90%.

41. Метод по п.39 или 40, в котором георешетка представляет собой мультиаксиальную цельную георешетку по любому из п.п.1-15.

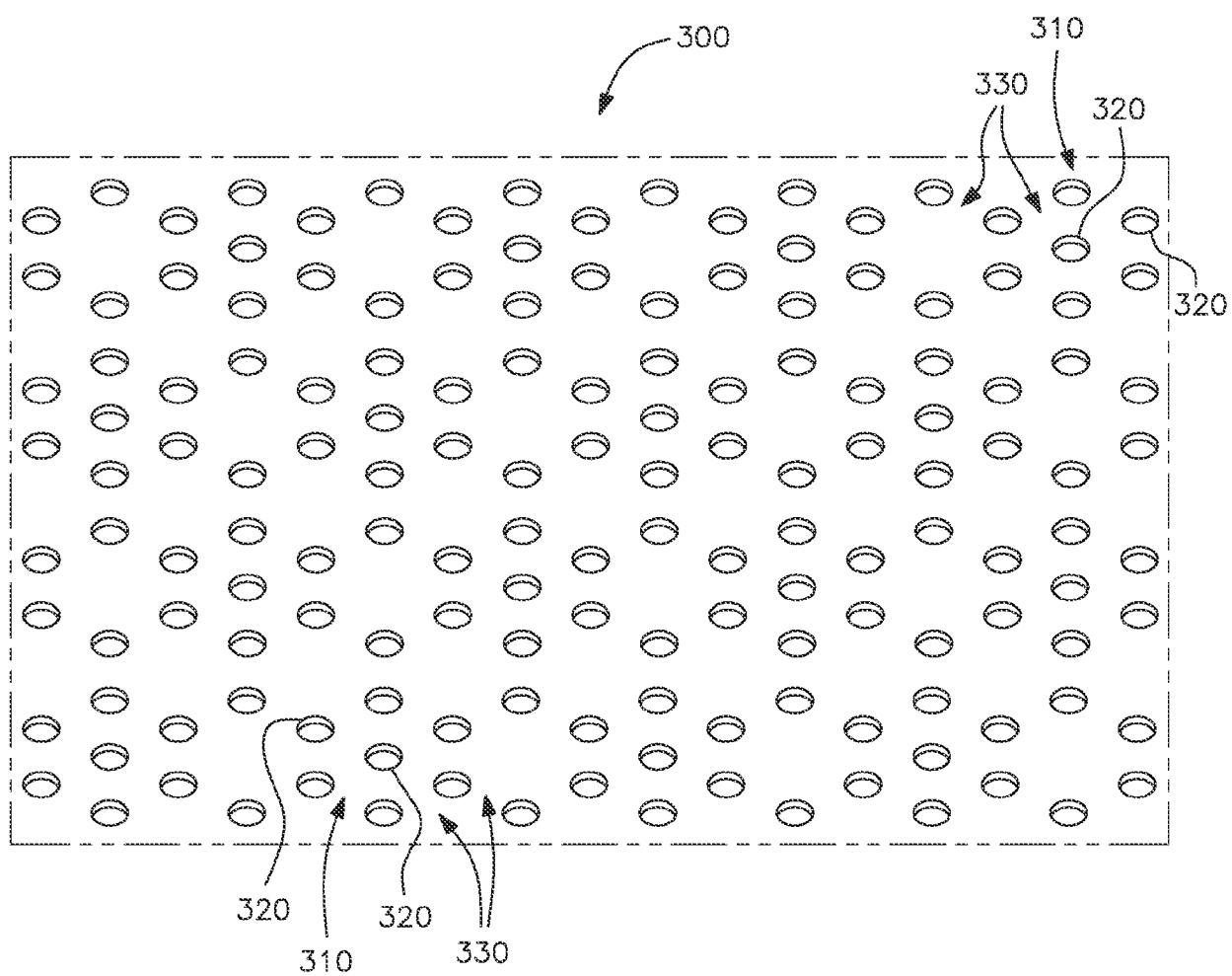
По доверенности

**ФИГ. 1**

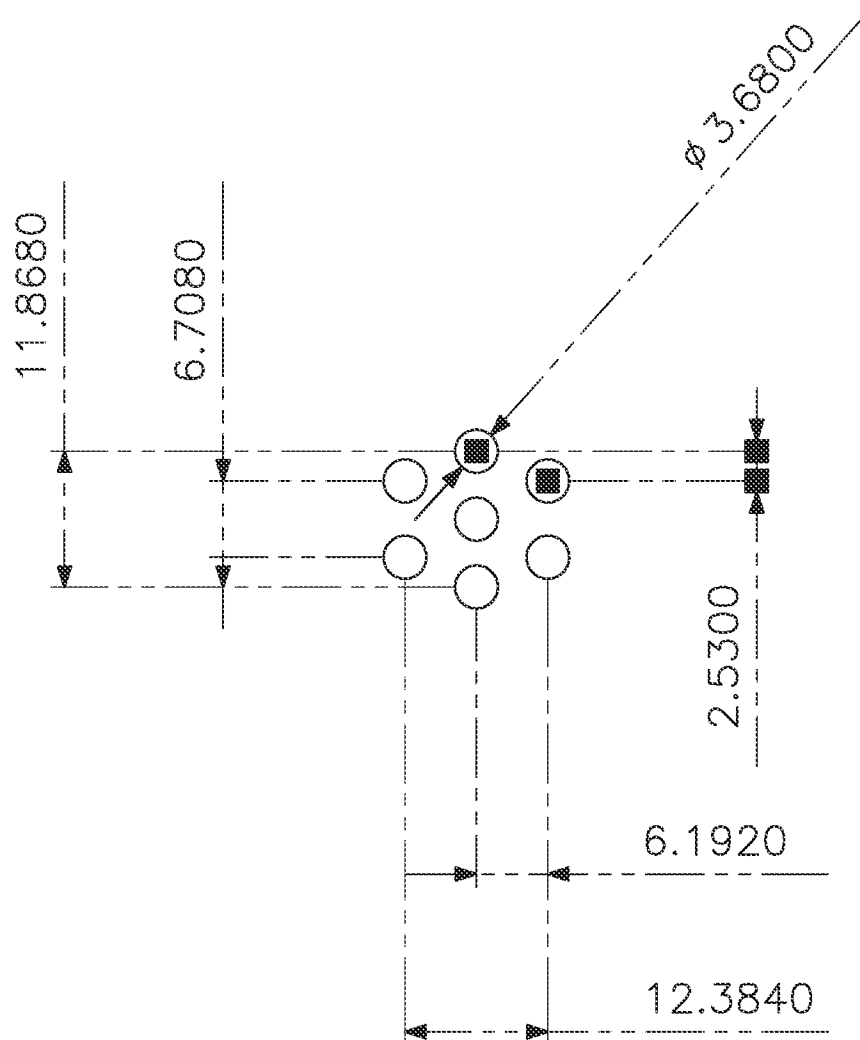
ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ



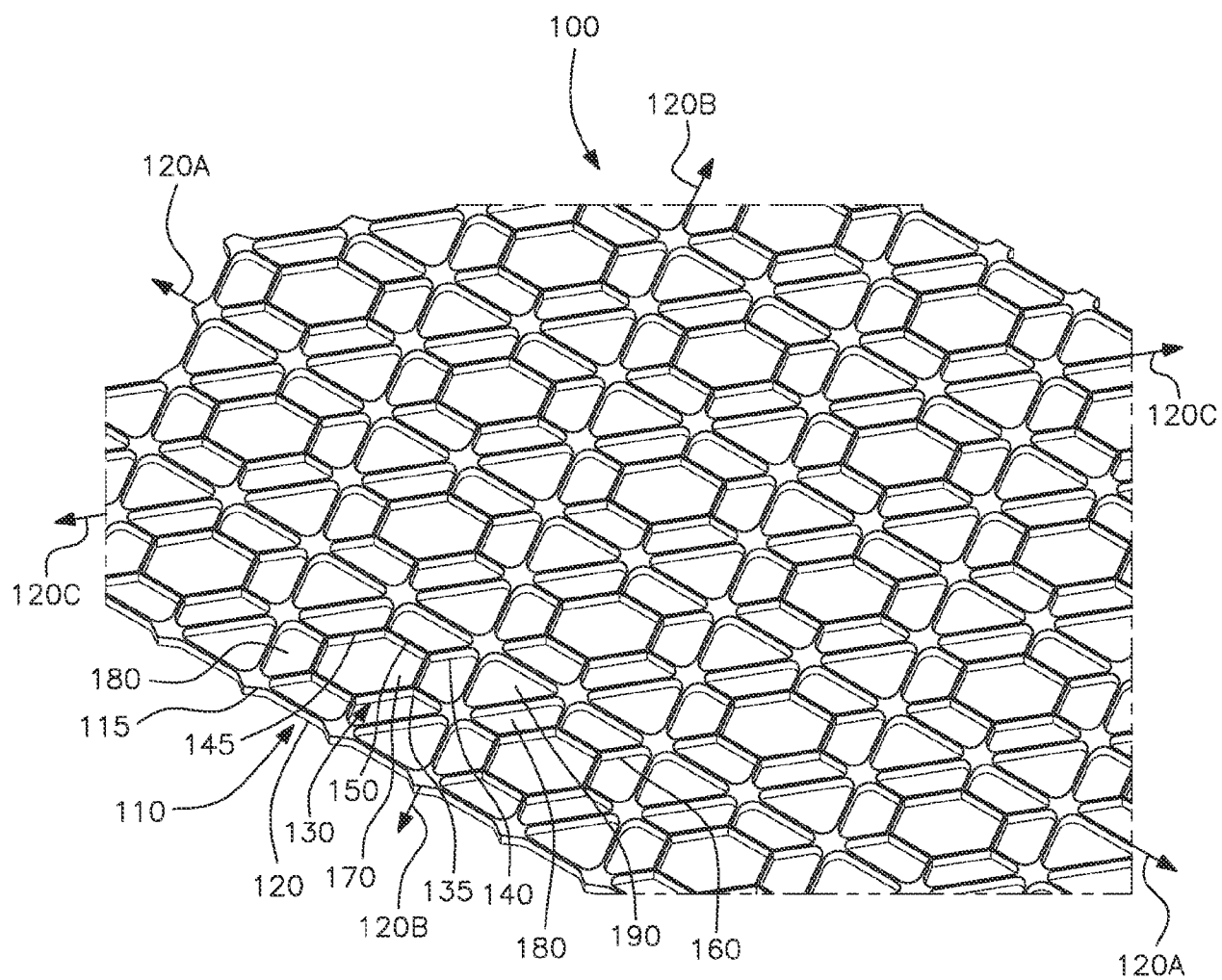
ФИГ. 2



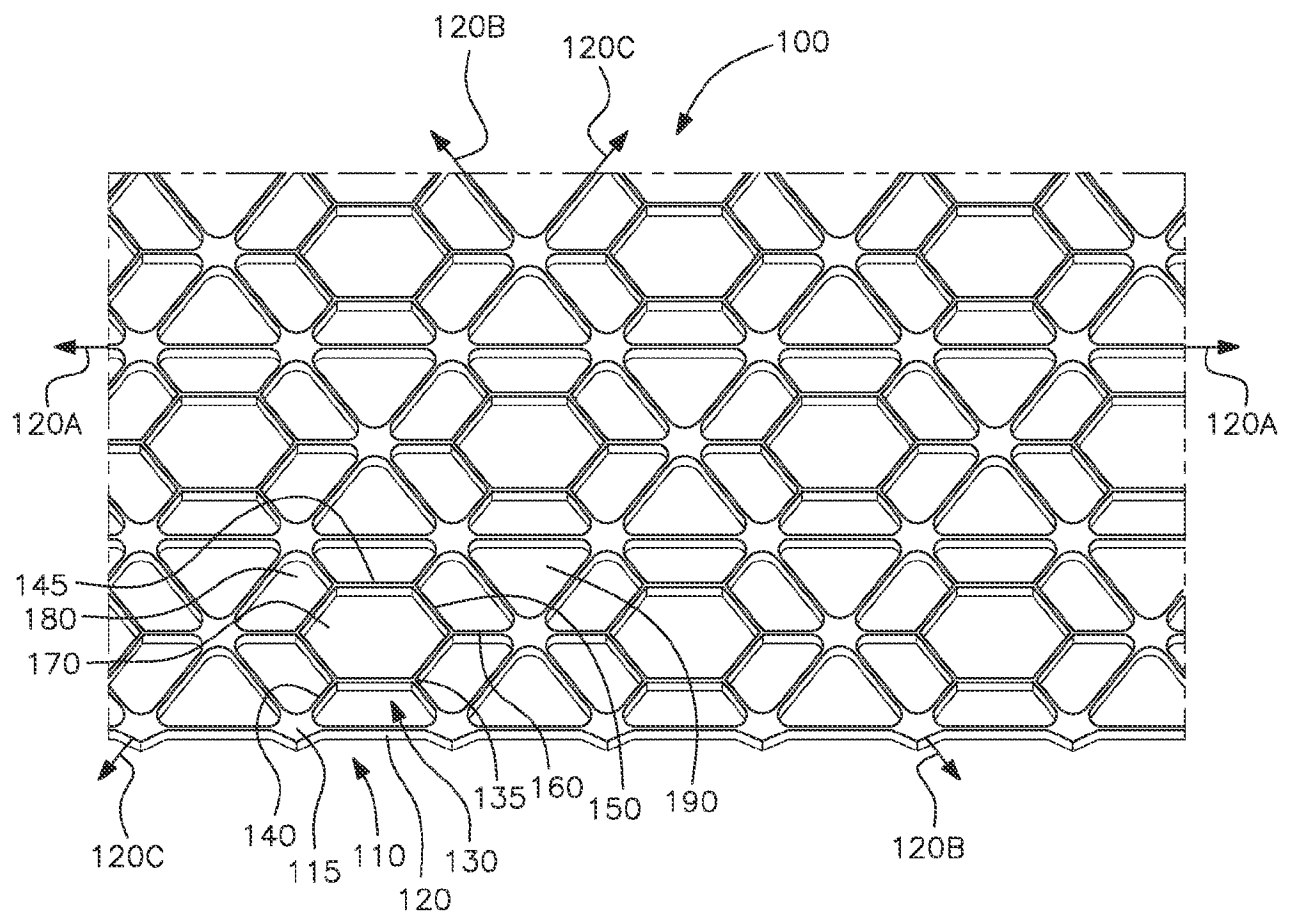
ФИГ. 3



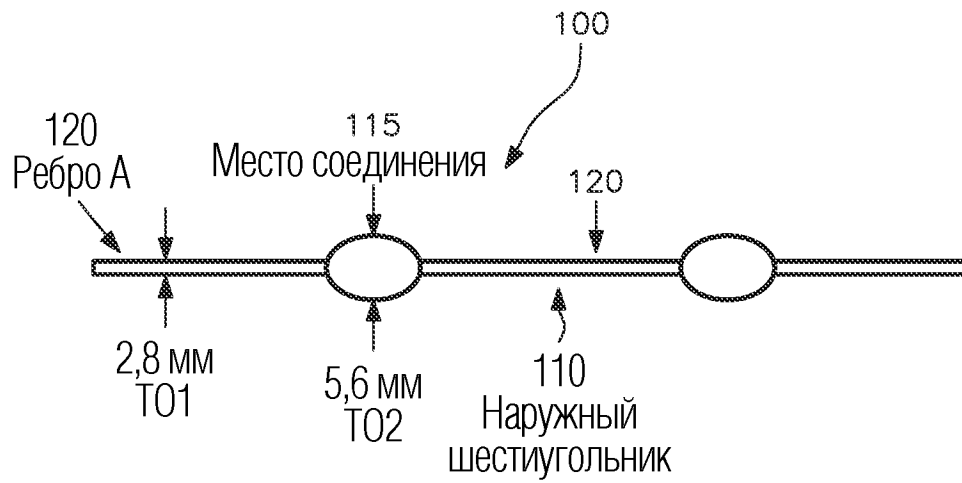
ФИГ. 3А



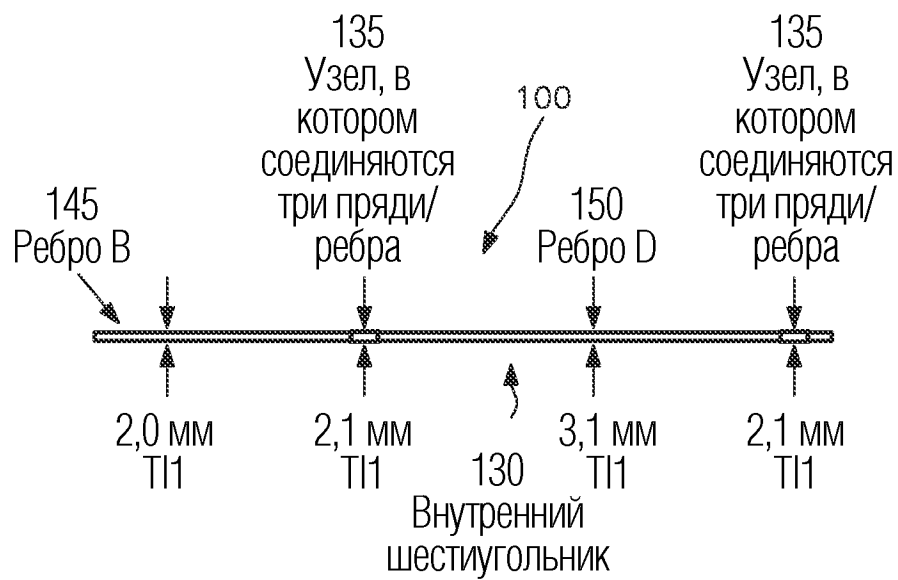
ФИГ. 4



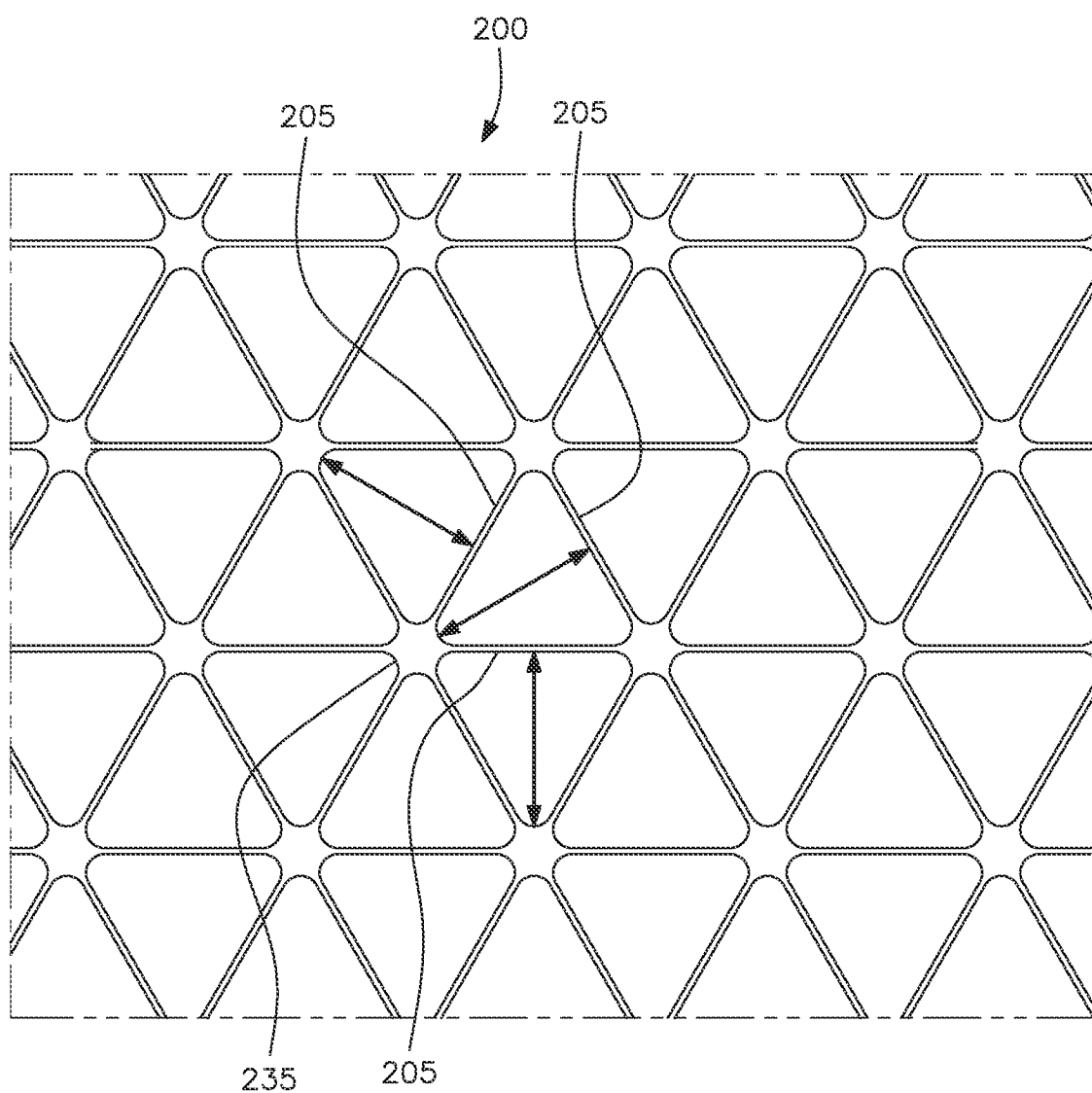
ФИГ. 5



ФИГ. 5А

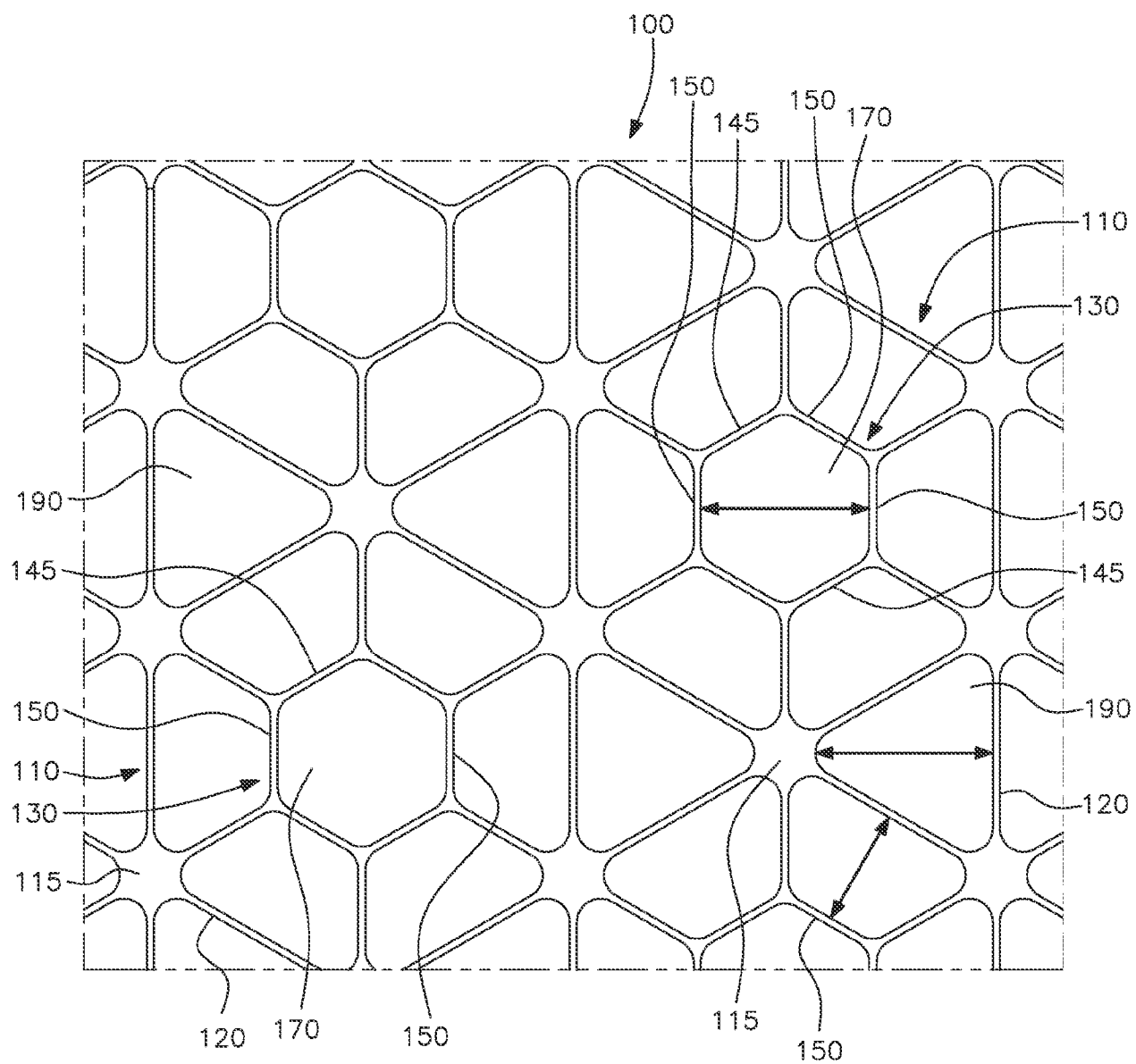


ФИГ. 5В



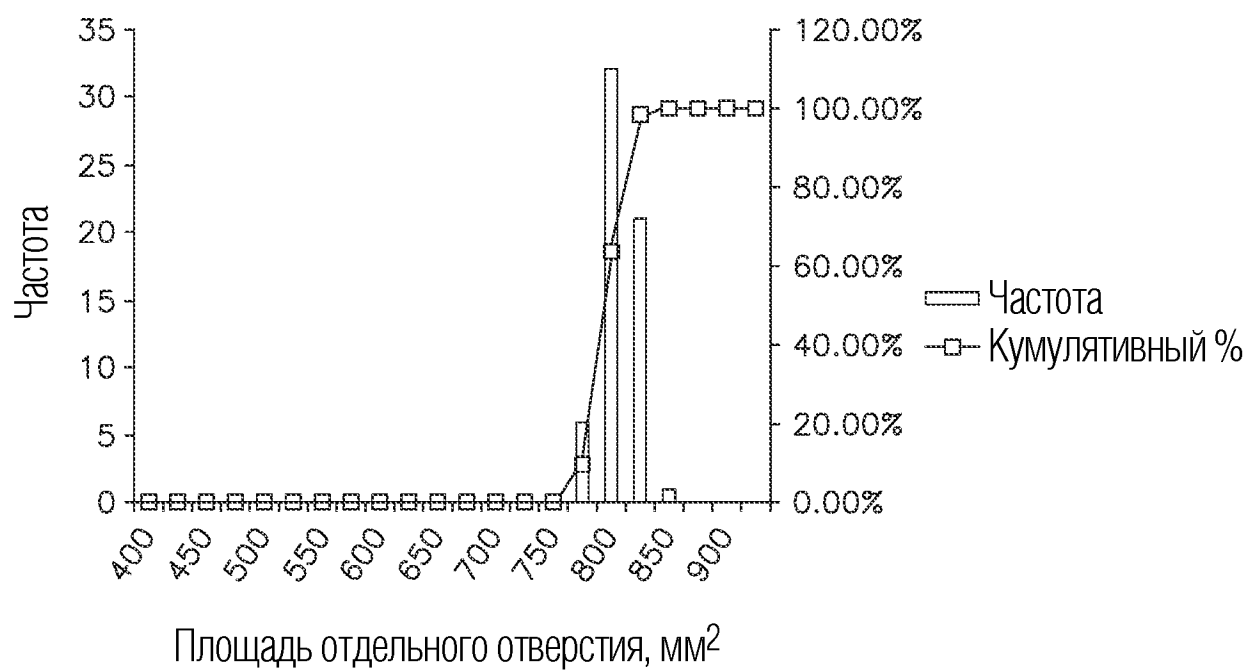
ФИГ. 6

ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ



ФИГ. 7

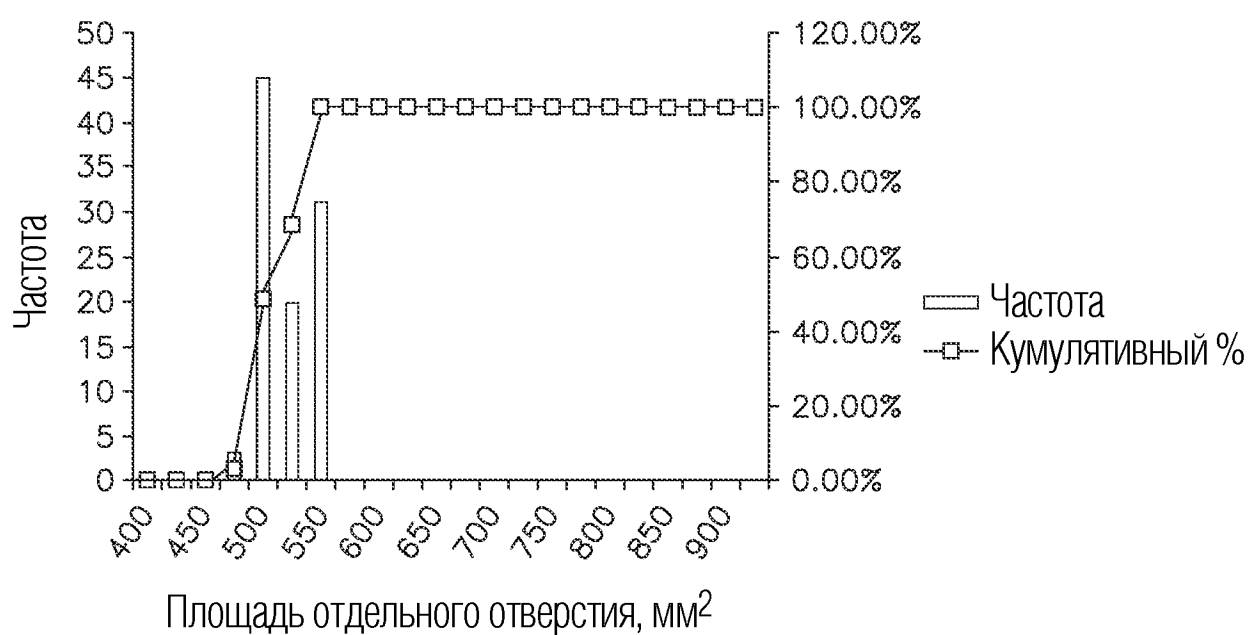
Частотное распределение площадей отдельных отверстий - TX160[®]



ФИГ. 8

ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

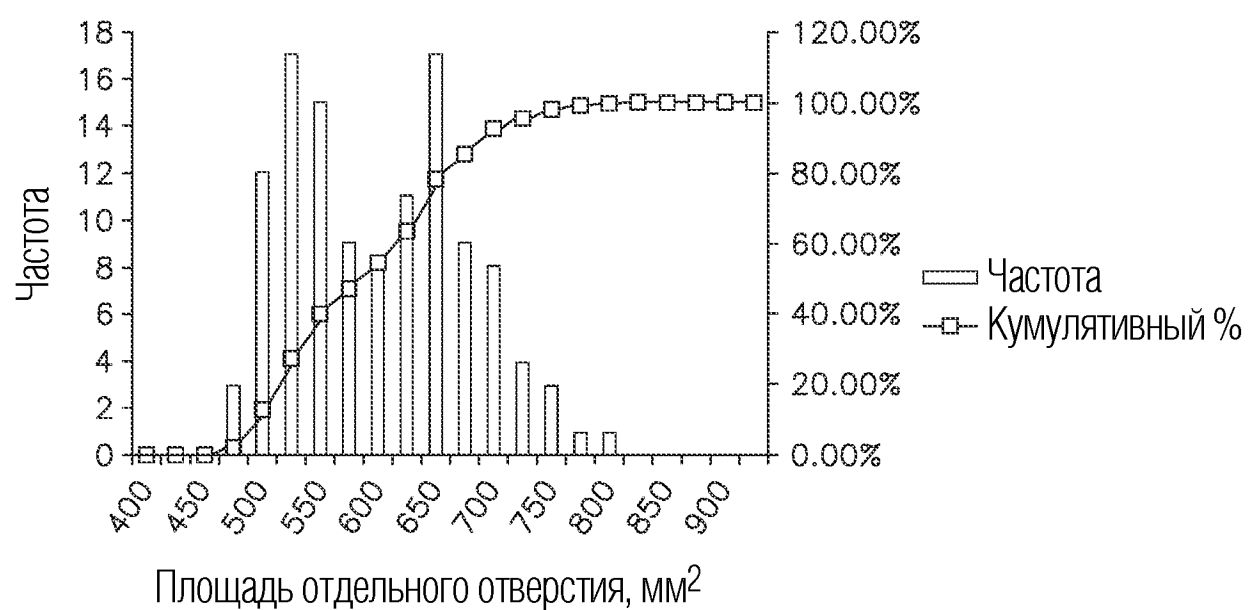
Частотное распределение площадей отдельных отверстий - TX130S®



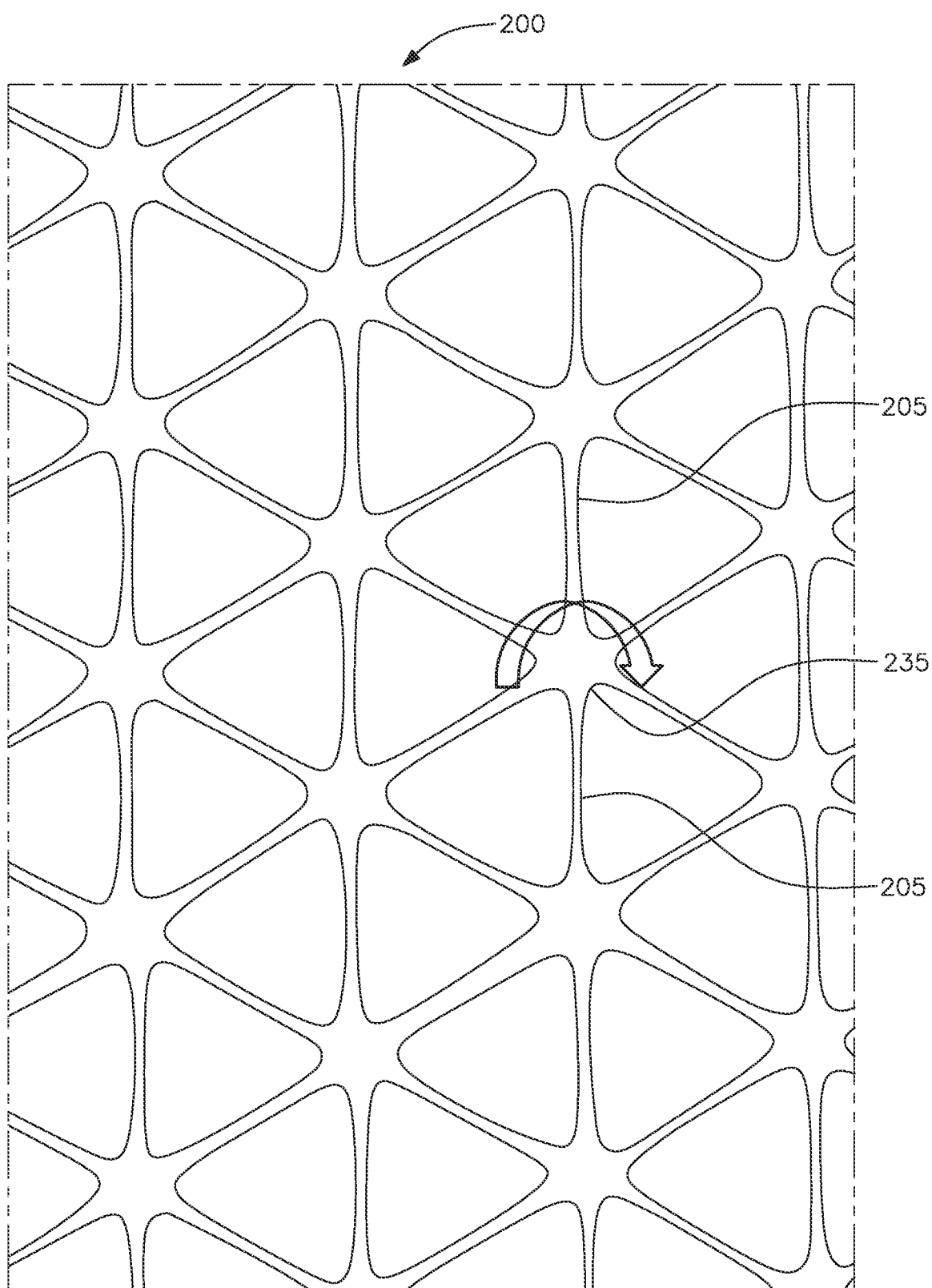
ФИГ. 9

ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Частотное распределение площадей отдельных отверстий - Изобретение

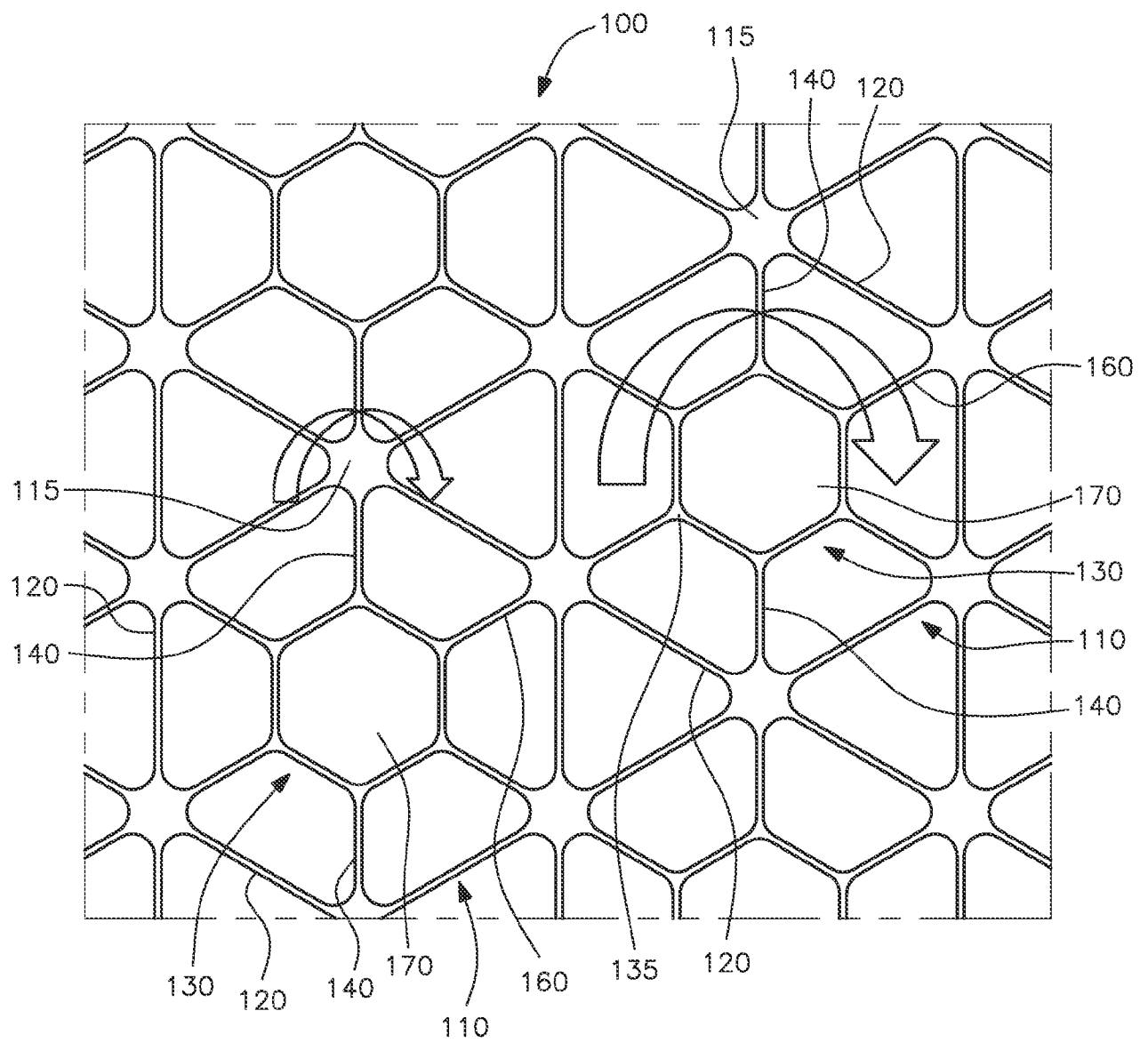


ФИГ. 10

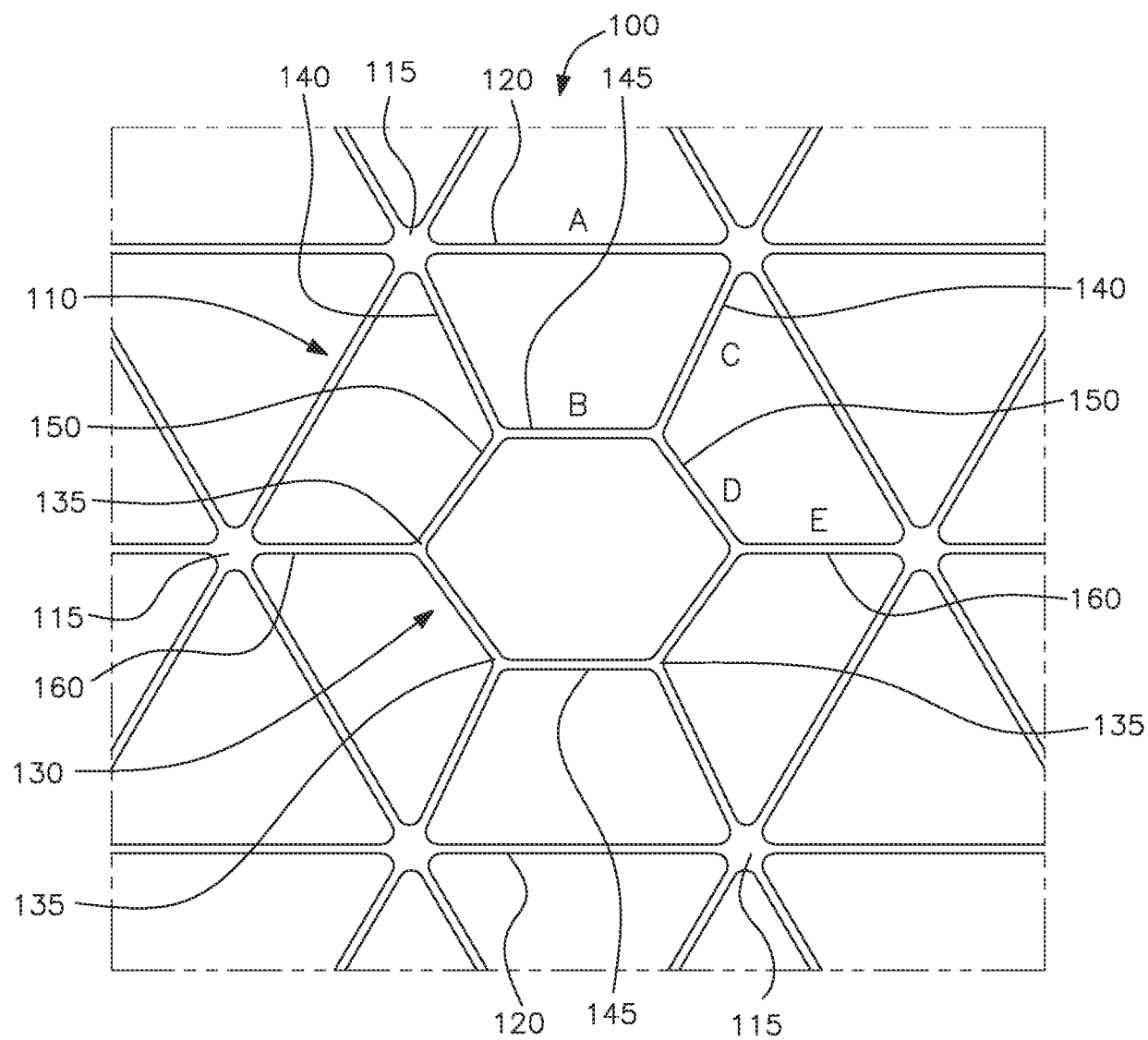


ФИГ. 11

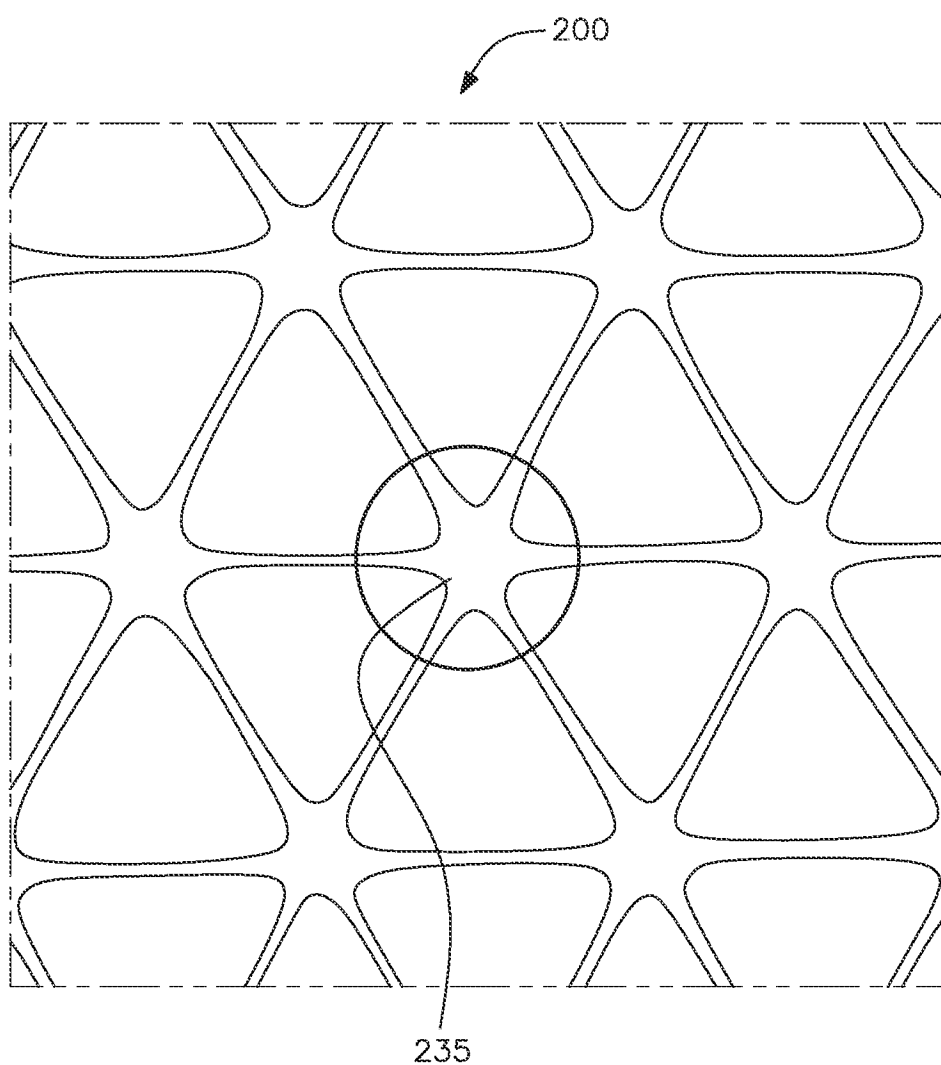
ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ



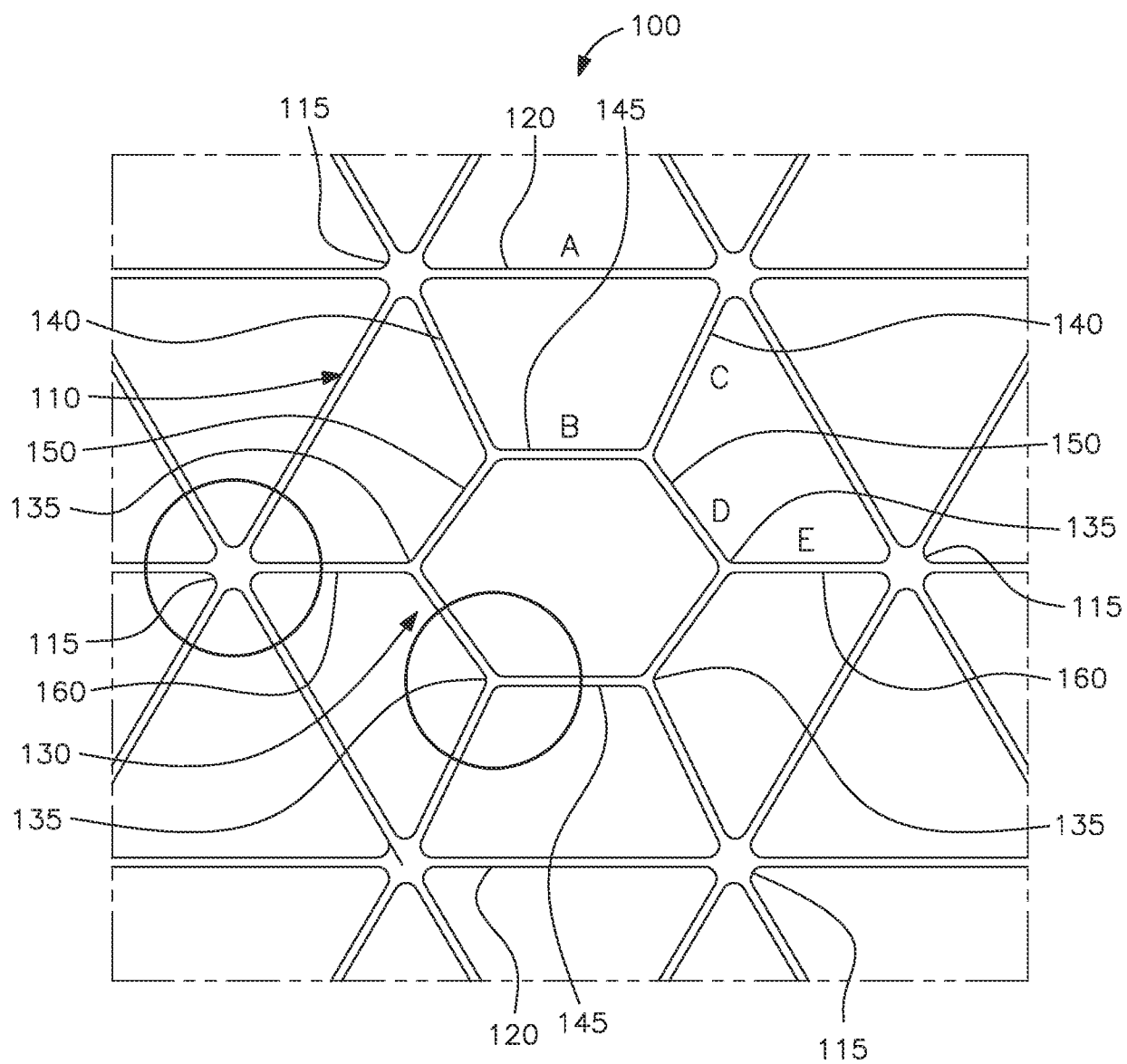
ФИГ. 12



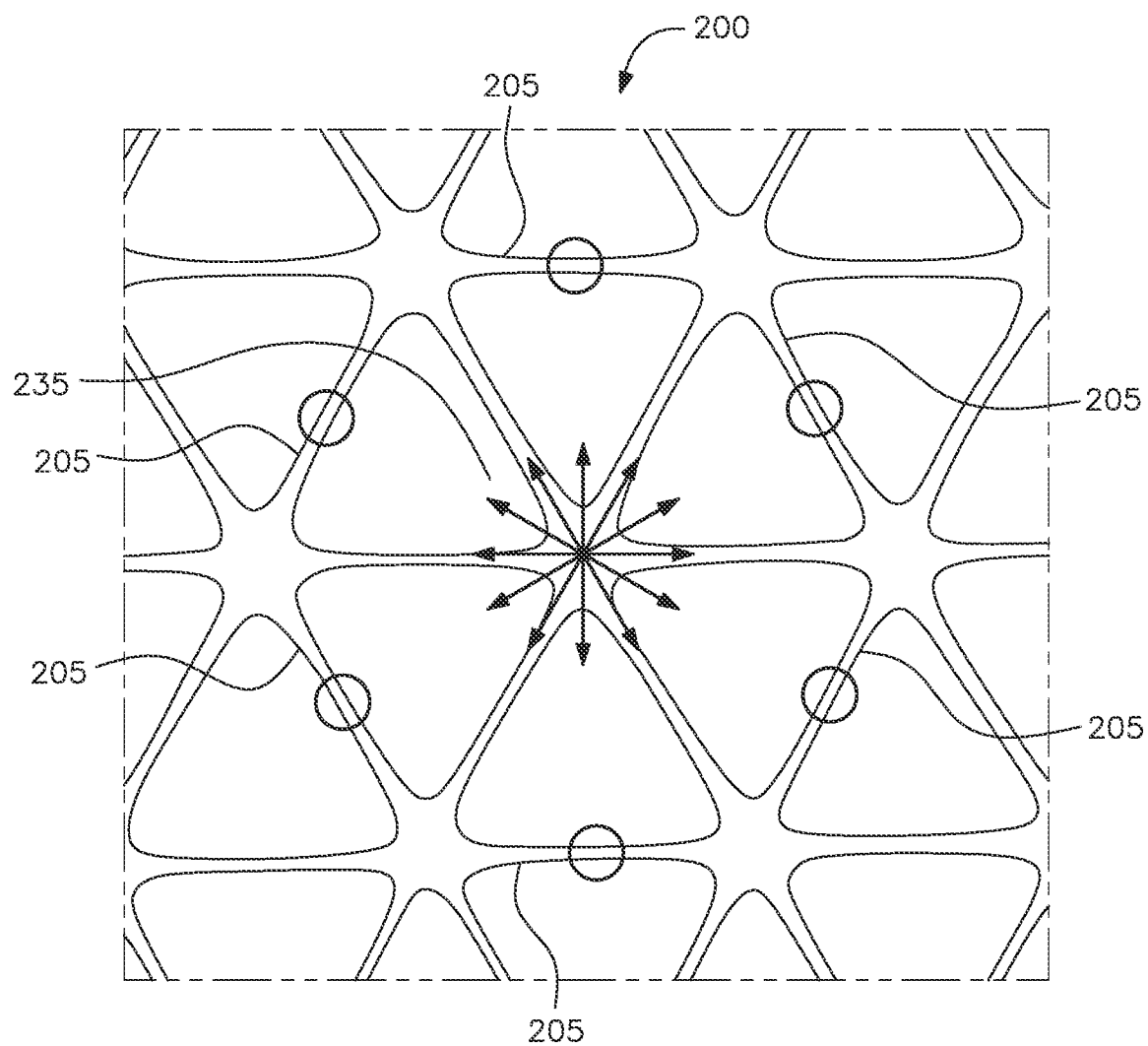
ФИГ. 13



ФИГ. 14
ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

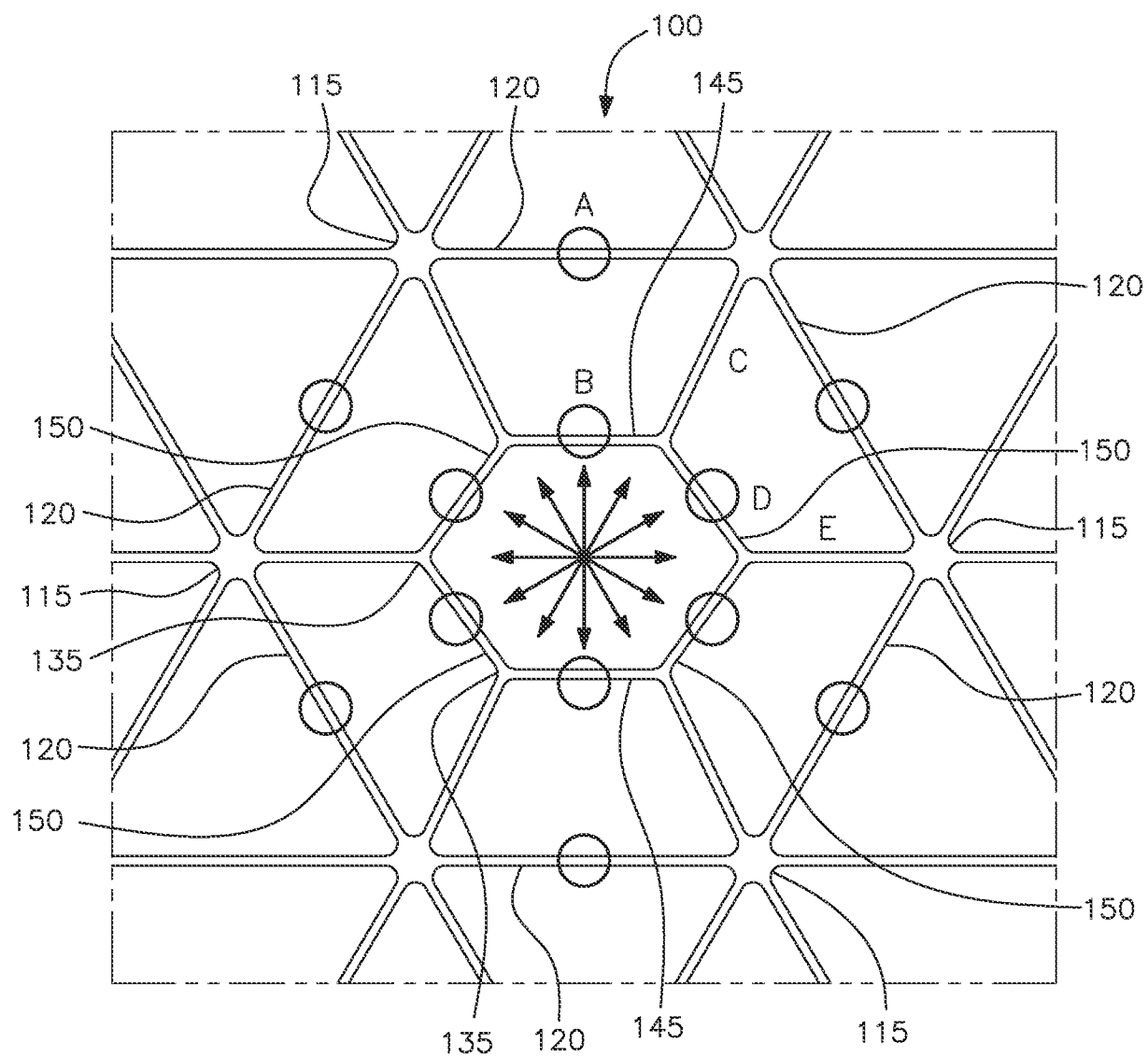


ФИГ. 15

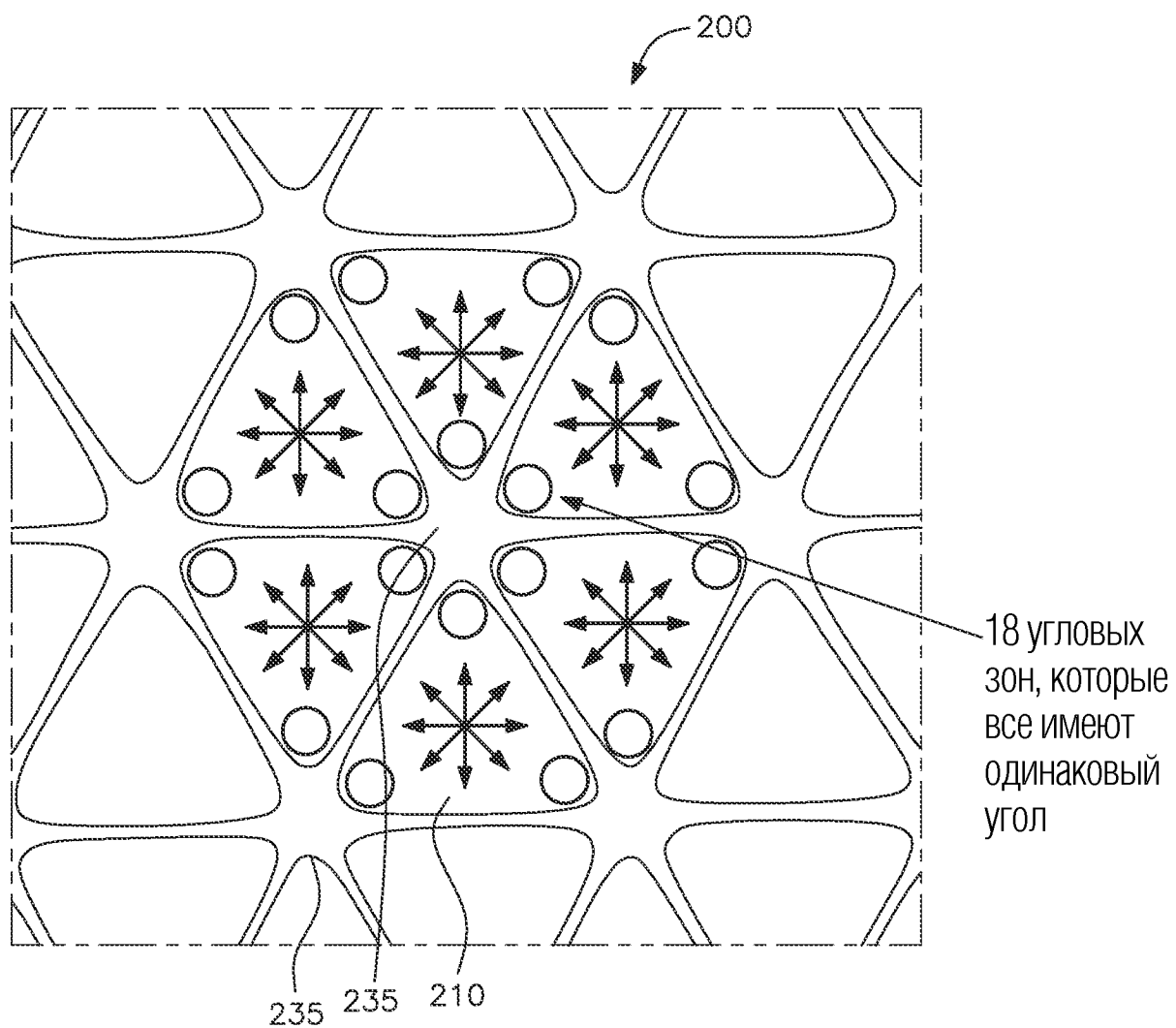


ФИГ. 16

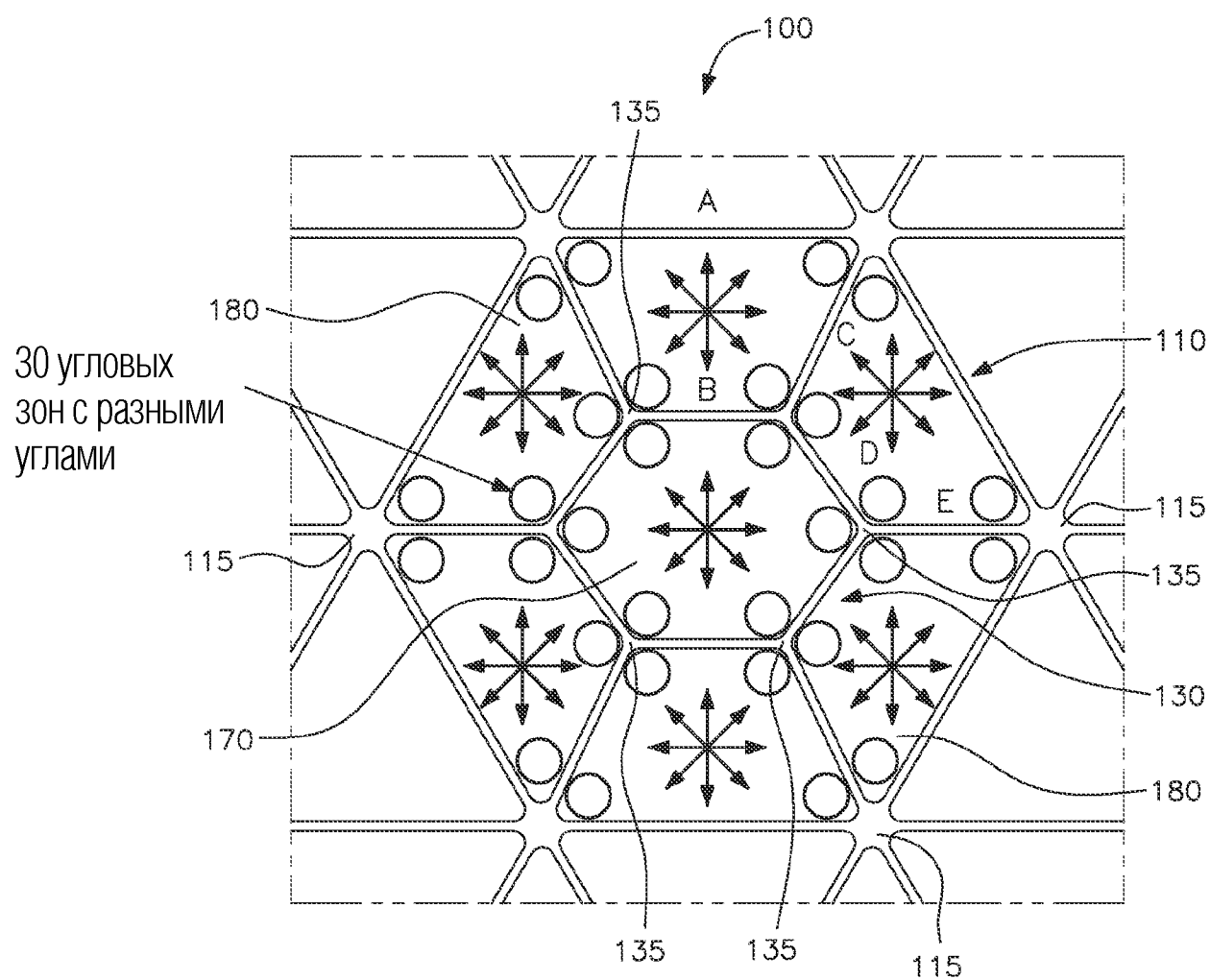
ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ



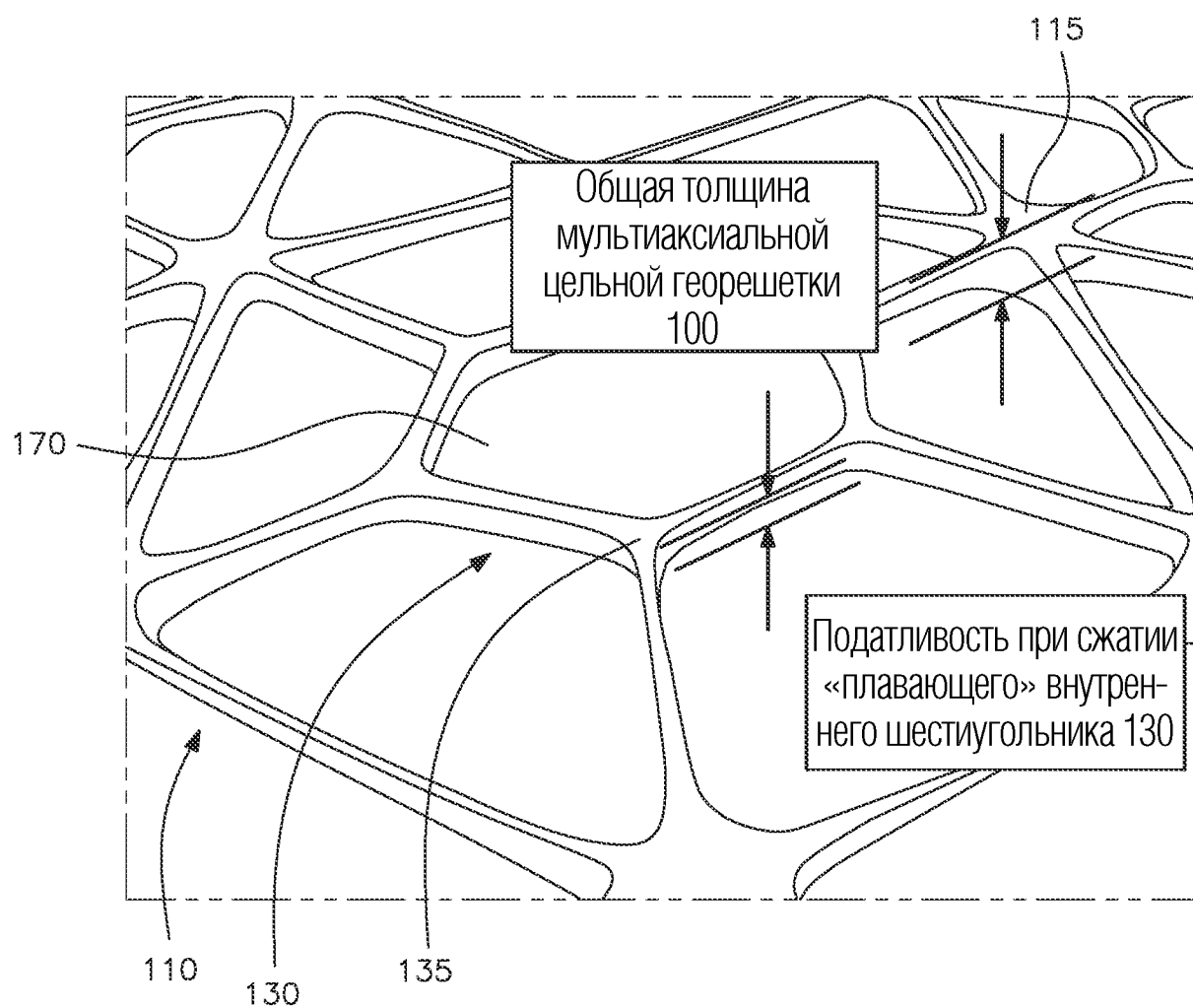
ФИГ. 17

**ФИГ. 18**

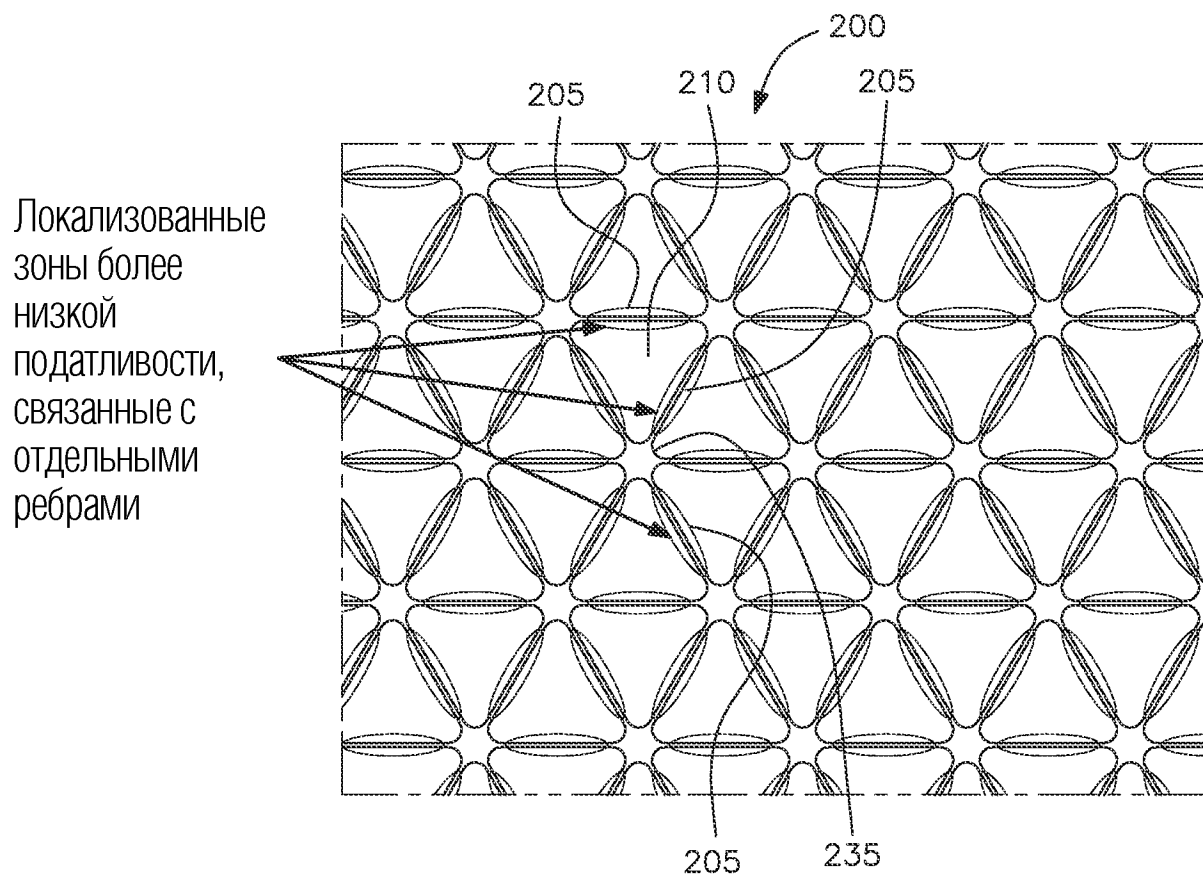
ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ



ФИГ. 19

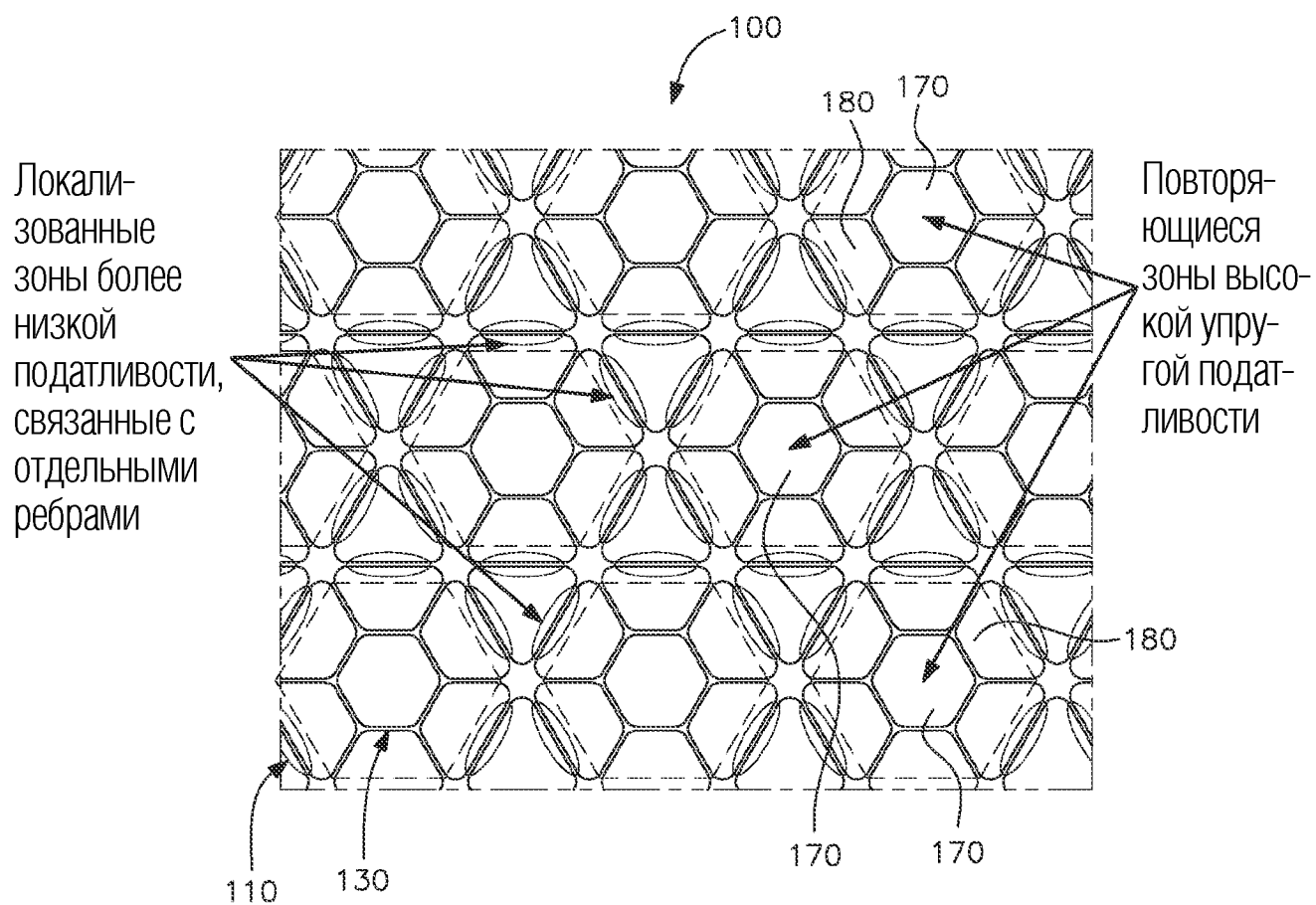


ФИГ. 20



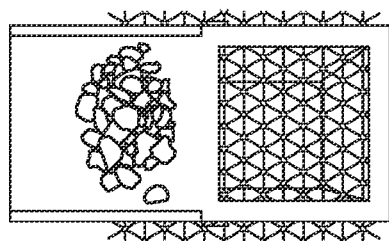
ФИГ. 21

ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

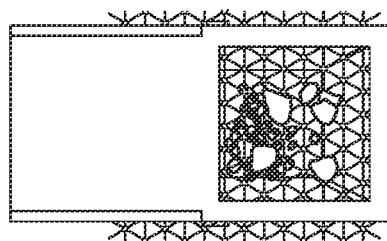


ФИГ. 22

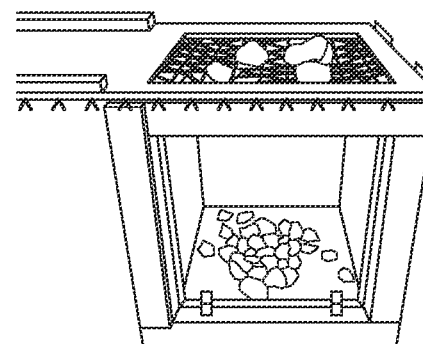
Предшествующий уровень техники (Tri-Ax)



Вид в плане размещенного
заполнителя перед испытанием



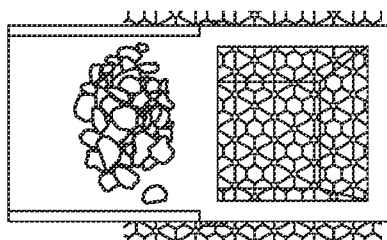
Вид в плане заполнителя,
удерживаемого на решетке,
после испытания



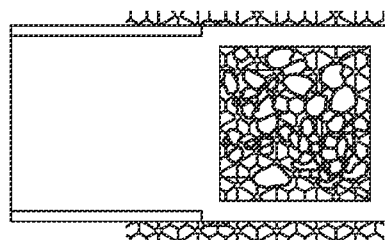
Вертикальный вид сбоку, показывающий заполни-
тель, удерживаемый на решетке после испытания,
а также показывающий большое количество запол-
нителя, упавшего сквозь решетку

ФИГ. 23А

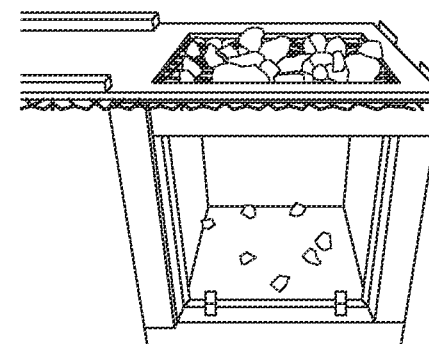
Настоящее изобретение (Lab 79)



Вид в плане размещенного
заполнителя перед испытанием

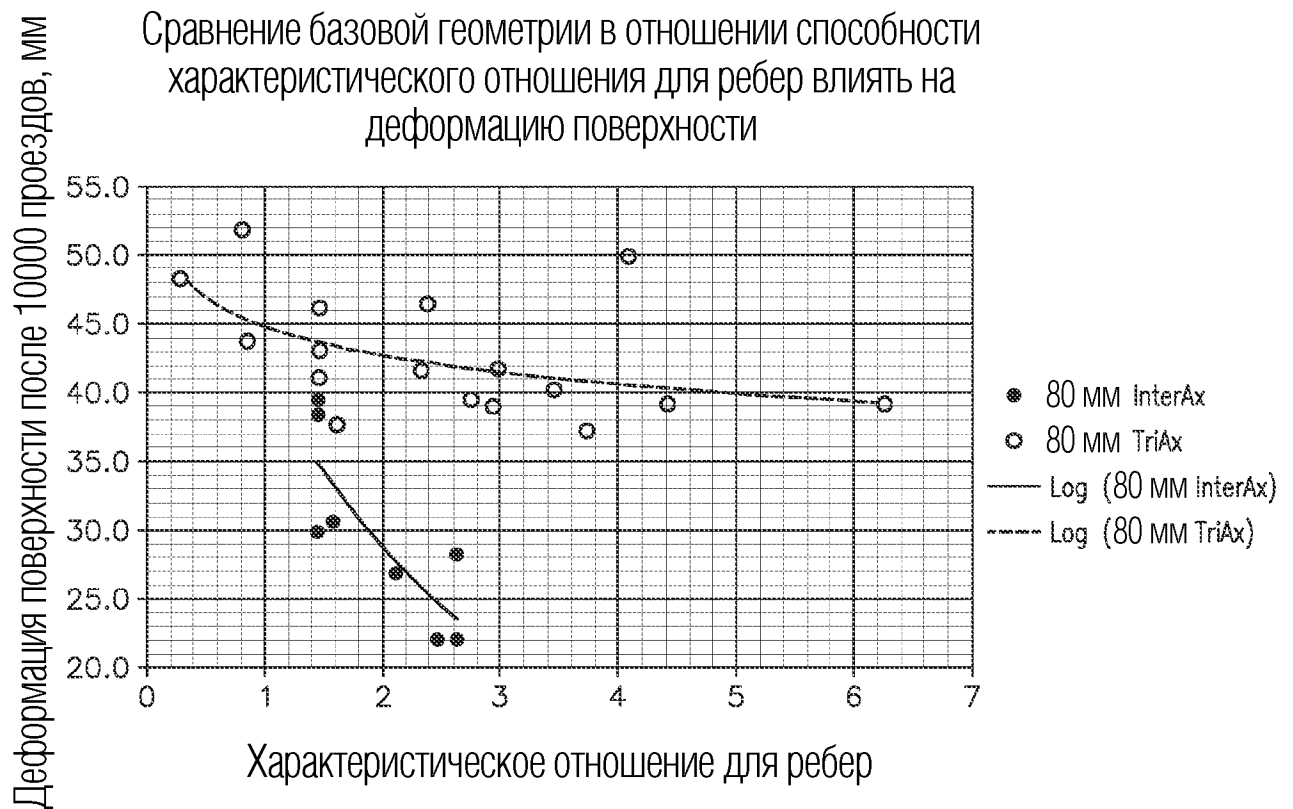


Вид в плане заполнителя,
удерживаемого на решетке,
после испытания

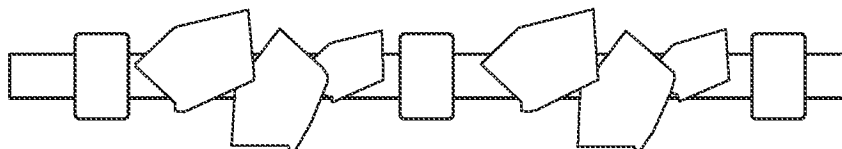


Вертикальный вид сбоку, показывающий заполни-
тель, удерживаемый на решетке после испытания,
а также показывающий малое количество заполни-
теля, упавшего сквозь решетку

ФИГ. 23В

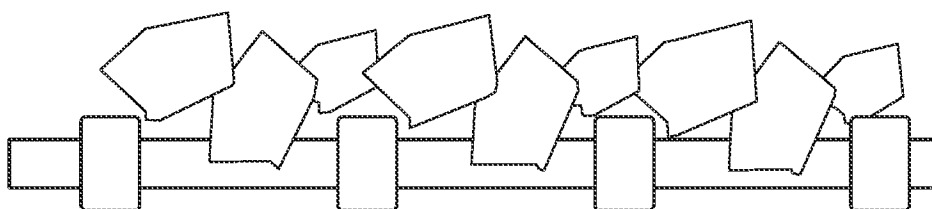


ФИГ. 24



Идея согласно предшествующему уровню техники

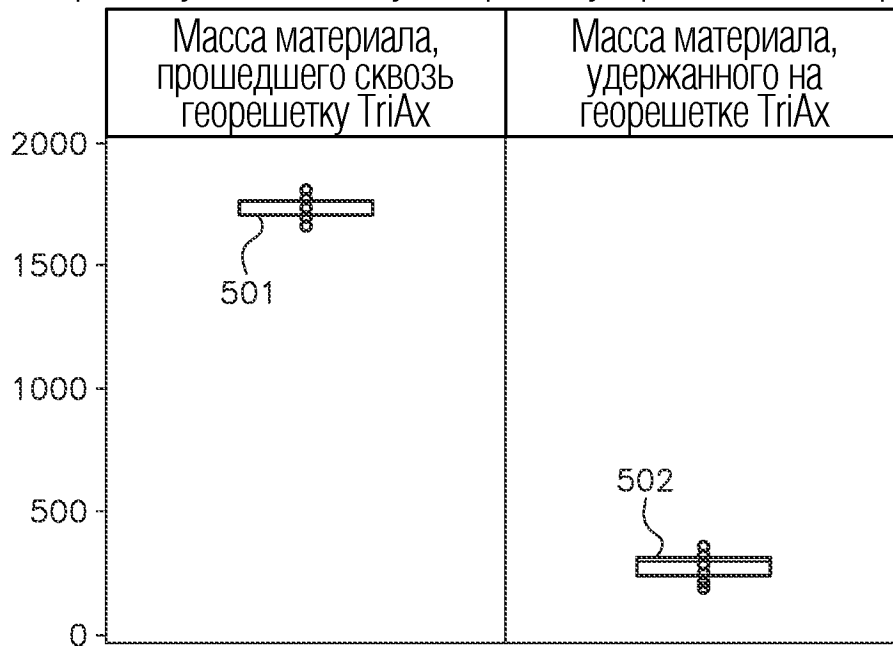
ФИГ. 25А



Идея изобретения

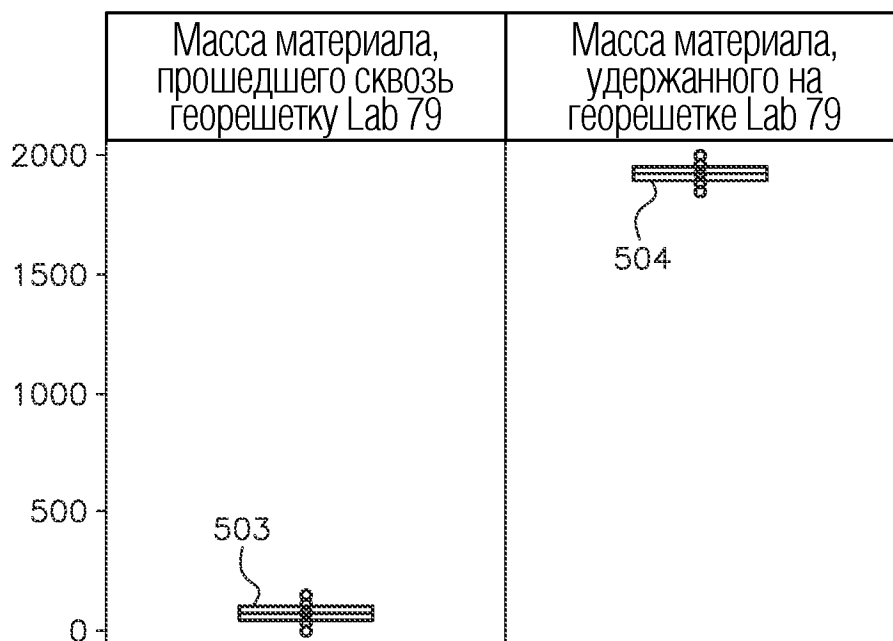
ФИГ. 25В

Коробчатая диаграмма, иллюстрирующая массу материала, прошедшего сквозь георешетку TriAx, и массу материала, удержанного на георешетке TriAx

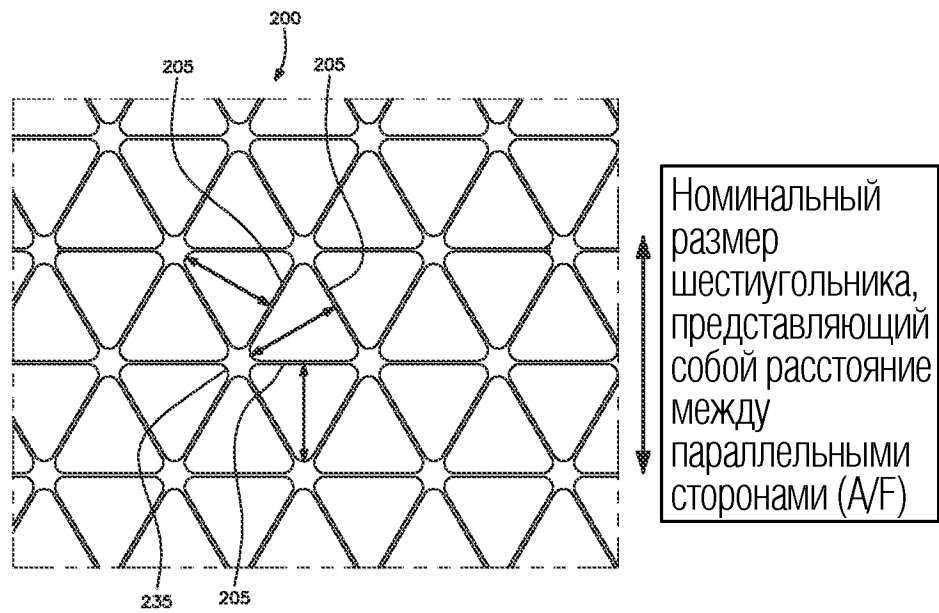


ФИГ. 26А

Коробчатая диаграмма, иллюстрирующая массу материала, прошедшего сквозь георешетку Lab 79, и массу материала, удержанного на георешетке Lab 79



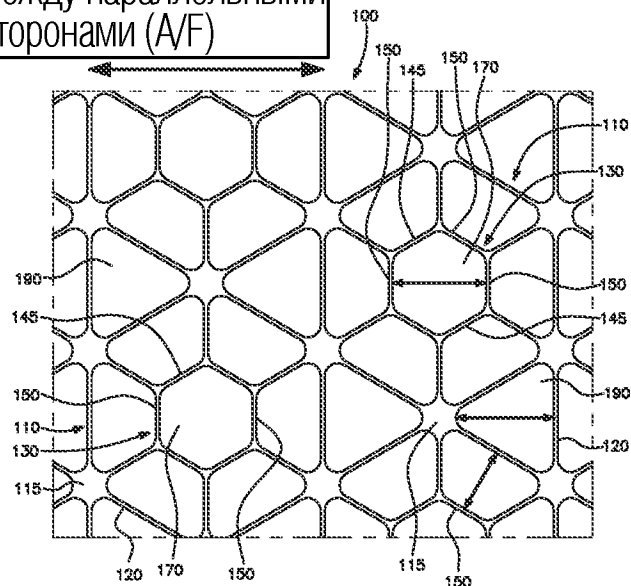
ФИГ. 26В



ФИГ. 6

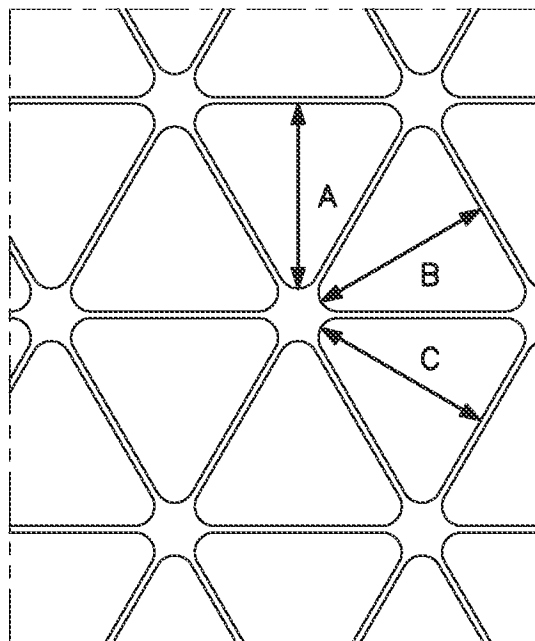
ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Номинальный размер шестиугольника, представляющий собой расстояние между параллельными сторонами (A/F)



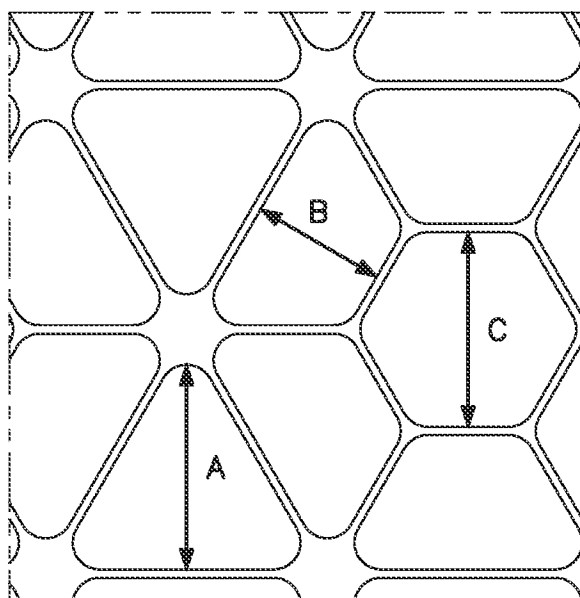
ФИГ. 7

ФИГ. 27



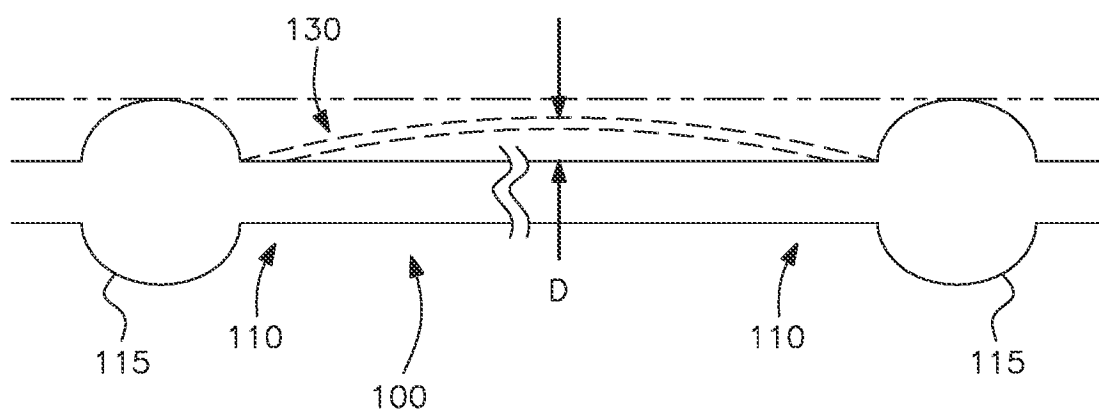
ФИГ. 6

ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

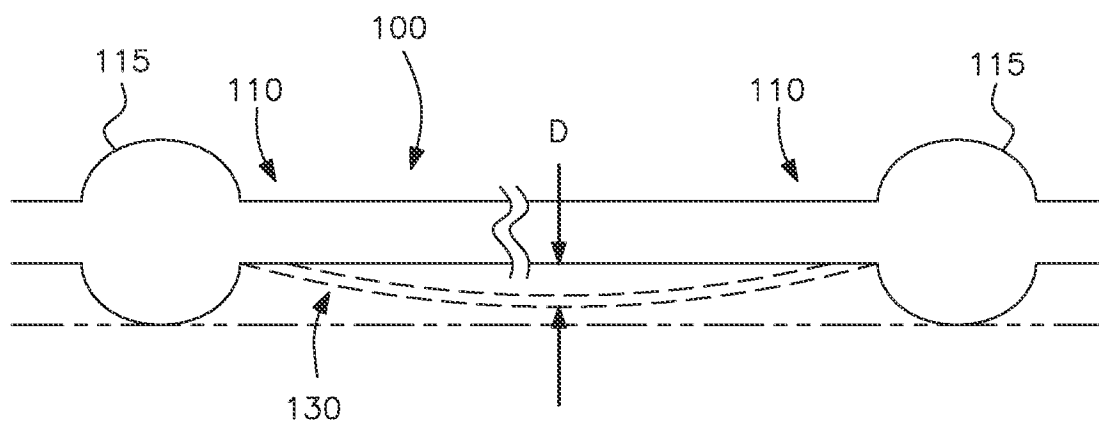


ФИГ. 7

ФИГ. 28



ФИГ. 29А



ФИГ. 29В