



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

B32B 3/00 (2006.01)*B32B* 3/26 (2006.01)*F16F* 7/12 (2006.01)*A41D* 13/00 (2006.01)*A42B* 3/00 (2006.01)*A47C* 27/00 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013131791/05, 12.12.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
12.12.2011

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
10.12.2010 US 61/421,713

(43) Дата публикации заявки: 20.01.2015 Бюл. № 2

(45) Опубликовано: 20.02.2016 Бюл. № 5

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: US 5030501 A, 09.07.1991. US 2003/
0110565 A1, 19.06.2003. WO 95/22922 A1,
31.08.1995. RU 2329751 C2, 27.07.2008.(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 10.07.2013(86) Заявка РСТ:
US 2011/064449 (12.12.2011)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2012/079082 (14.06.2012)

Адрес для переписки:

129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, строение 3,
ООО "Юридическая фирма Городисский и
Партнеры"

(72) Автор(ы):

КАНОУС Тревор (US),
ФОУЛИ Питер (US),
МЕТЦЕР Коллин (US),
СУГАНО Эрик (US),
БУШЕН Джеральд (US),
МАССМЭН Марк (US),
НИЛ Джон (US)

(73) Патентообладатель(и):

СКАЙДЕКС ТЕКНОЛОДЖИС, ИНК. (US)

(54) ВСТРЕЧНО-ШТЫРЕВОЙ ЯЧЕИСТЫЙ АМОРТИЗАТОР

(57) Реферат:

Изобретение относится к амортизирующим и энергопоглощающим системам и способам. Встречно-штыревая ячеистая амортизирующая система содержит первый лист упругого материала, включающий в себя первый связующий слой и первый массив пустых ячеек, выступающих из первого связующего слоя, каждая из которых имеет стенку, и второй лист упругого материала, включающий в себя второй связующий слой и второй массив пустых ячеек, выступающих из второго связующего слоя, каждая из которых имеет стенку, причем стенки второго массива пустых ячеек отличаются от

стенок первого массива пустых ячеек, при этом пустые ячейки выполнены с возможностью монотонного сжатия под нагрузкой, и пик каждой пустой ячейки в первом массиве контактирует со вторым связующим слоем, а пик каждой пустой ячейки во втором массиве контактирует с первым связующим слоем, при этом пустая ячейка в первом массиве прикреплена ко второму связующему слою, а пустая ячейка во втором массиве прикреплена к первому связующему слою. Изобретение обеспечивает эффективную амортизацию и защиту от ударов. 4 н. и 20 з.п. ф-лы, 22 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

B32B 3/00 (2006.01)*B32B* 3/26 (2006.01)*F16F* 7/12 (2006.01)*A41D* 13/00 (2006.01)*A42B* 3/00 (2006.01)*A47C* 27/00 (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(21)(22) Application: **2013131791/05, 12.12.2011**(24) Effective date for property rights:
12.12.2011

Priority:

(30) Convention priority:
10.12.2010 US 61/421,713(43) Application published: **20.01.2015** Bull. № 2(45) Date of publication: **20.02.2016** Bull. № 5(85) Commencement of national phase: **10.07.2013**(86) PCT application:
US 2011/064449 (12.12.2011)(87) PCT publication:
WO 2012/079082 (14.06.2012)

Mail address:

**129090, Moskva, ul. B. Spasskaja, 25, stroenie 3,
OOO "Juridicheskaja firma Gorodisskij i Partnery"**

(72) Inventor(s):

**KANOUS Trevor (US),
FOULI Piter (US),
METTsER Kollin (US),
SUGANO Ehrik (US),
BUSHEN Dzheral'd (US),
MASSMEhN Mark (US),
NIL Dzhon (US)**

(73) Proprietor(s):

SKAJDEKS TEKNOLODZhIS, INK. (US)(54) **OPPOSITE-PLUG-IN CELLULAR SHOCK-ABSORBER**

(57) Abstract:

FIELD: machine building.

SUBSTANCE: invention relates to shock-absorbing and energy absorbing systems and methods. The opposite-plug-in cellular shock-absorbing system contains a first sheet of elastic material, including a first binding layer and first array of empty cells, projecting from the first binding layer, each of them has a wall, and second sheet of elastic material, including a second binding layer and second array of empty cells, projecting from the second binding layer, each of them has a wall, wherein the walls of the second array of empty cells differ from the walls of the first array of

empty cells, wherein the empty cells are made with the possibility of monotonous compression under load, and peak of each empty cell in the first array is in contact with the second binding layer, and peak of each empty cell in the second array is in contact with the first binding layer, wherein the empty cell in the first array is secured to the second binding layer, and the empty cell in the second array is secured to the first binding layer.

EFFECT: invention ensures effective shock-absorbing and impact protection.

24 cl, 22 dwg

ПЕРЕКРЕСТНАЯ ССЫЛКА НА РОДСТВЕННЫЕ ЗАЯВКИ

Настоящая заявка испрашивает приоритет по предварительной заявке на патент США № 61/421,713, озаглавленной "Встречно-штыревой ячеистый амортизатор" и поданной 10 декабря 2010 года, которая, в частности, включена в настоящее описание
 5 путем ссылки со всем тем, что она раскрывает или чему обучает. Настоящая заявка дополнительно относится к непредварительной заявке на патент США № __/__, __, озаглавленной "Встречно-штыревой ячеистый амортизатор" и поданной 12 декабря 2011 года, которая также, в частности, включена в настоящее описание путем ссылки со всем тем, что она раскрывает или чему обучает.

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Изобретение относится, в общем смысле, к амортизирующим и энергопоглощающим системам и способам.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Амортизирующие системы используются в большом множестве применений, включая
 15 защиту комфорта и от удара тела пользователя. Амортизирующая система располагается рядом с участком тела (с одним или более слоями материала между телом и амортизирующей системой, в некоторых воплощениях) и обеспечивает барьер между телом и одним или более объектами, воздействующими на тело. Например, вспененный настил пола содержит множество пустот, заполненных воздухом, которые амортизируют
 20 тело от твердой поверхности пола. Аналогичным образом, стулья, перчатки, наколенники, защитные каски и т.д. могут включать в себя амортизирующую систему, которая обеспечивает барьер между участком тела и одним или более объектами, воздействующими на этот участок тела.

Множество конструкций используется для амортизирующих систем. Например,
 25 массив воздушных камер закрытых ячеек часто составляет различную подкладку для защиты от ударов (например, подушки и защитные каски). Дополнительные примеры включают в себя вспененные и эластомерные сотовые конструкции открытых или закрытых ячеек. Эти конструкции могут разрушаться со временем и часто испытывают недостаток управляемой жесткости пружины или жесткостей во всем диапазоне
 30 деформаций конструкций.

КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Воплощения, описанные и заявленные здесь, решают вышеприведенные проблемы посредством обеспечения встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы, содержащей первый лист упругого материала, включающий в себя первый связующий
 35 слой и первый массив пустых ячеек, выступающих от первого связующего слоя; и второй лист упругого материала, включающий в себя второй связующий слой и второй массив пустых ячеек, выступающих от второго связующего слоя, в которой пустые ячейки выполнены таким, чтобы монотонно сплющиваться под нагрузкой, в которой пик каждой пустой ячейки в первом массиве контактирует со вторым связующим слоем,
 40 а пик каждой пустой ячейки во втором массиве контактирует с первым связующим слоем, и в которой, по меньшей мере, одна пустая ячейка в первом массиве прикреплена ко второму связующему слою, а, по меньшей мере, одна пустая ячейка во втором массиве прикреплена к первому связующему слою.

Дополнительные воплощения, описанные и заявленные здесь, решают
 45 вышеприведенные проблемы посредством обеспечения способа поглощения кинетической энергии, содержащего монотонное сплющивание первого листа упругого материала, включающего в себя первый связующий слой и первый массив пустых ячеек, выступающих от первого связующего слоя, и монотонное сплющивание второго массива

пустых ячеек, выступающих от второго связующего слоя, второго листа упругого материала, без сплющивания второго связующего слоя, в котором пик каждой пустой ячейки в первом массиве контактирует со вторым связующим слоем, а пик каждой пустой ячейки во втором массиве контактирует с первым связующим слоем, и в котором, по меньшей мере, одна пустая ячейка в первом массиве прикреплена ко второму связующему слою, а, по меньшей мере, одна пустая ячейка во втором массиве прикреплена к первому связующему слою.

Еще дополнительные воплощения, описанные и заявленные здесь, решают вышеприведенные проблемы посредством обеспечения способа изготовления встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы, содержащего формовку первого листа упругого материала в первый связующий слой с первым массивом пустых ячеек, выступающих от первого связующего слоя; формовку второго листа упругого материала во второй связующий слой со вторым массивом пустых ячеек, выступающих от второго связующего слоя; формовку третьего листа упругого материала в третий связующий слой с третьим массивом пустых ячеек, выступающих от третьего связующего слоя; формовку четвертого листа упругого материала в четвертый связующий слой с четвертым массивом пустых ячеек, выступающих от четвертого связующего слоя; и приваривание пика пустой ячейки в первом массиве ко второму связующему слою, третьему связующему слою и пику пустой ячейки в четвертом массиве.

Другие воплощения также описаны и изложены здесь.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

На Фиг.1 показаны два пользователя, стоящие на поверхности, включающей в себя иллюстративную встречно-штыревую ячеистую амортизирующую систему.

На Фиг.2 показан перспективный вид иллюстративной встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы.

На Фиг.3 показан вид сбоку иллюстративной встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы.

На Фиг.4 показан вид сбоку иллюстративной 2-слойной встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы.

На Фиг.5 показан вид сверху иллюстративной встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы.

На Фиг.6 показан вид сбоку иллюстративной встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы в ненагруженном состоянии.

На Фиг.7 показан вид сбоку иллюстративной встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы, нагруженной в первом диапазоне нагрузок.

На Фиг.8 показан вид сбоку иллюстративной встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы, нагруженной во втором диапазоне нагрузок.

На Фиг.9 показан вид сбоку иллюстративной встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы, нагруженной в третьем диапазоне нагрузок.

На Фиг.10 показан вид сбоку иллюстративной встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы, нагруженной в четвертом диапазоне нагрузок.

На Фиг.11 показан иллюстративный график смещения от усилия с четырьмя диапазонами нагрузок, каждый с уникальными характеристиками жесткости пружины.

На Фиг.12 показан первый иллюстративный график усилия от времени, сравнивающий выполнение удара встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы с выполнением удара ячеистых амортизирующих систем с противоположными пустотами.

На Фиг.13 показан второй иллюстративный график усилия от времени, сравнивающий выполнение удара двух встречно-штыревых ячеистых амортизирующих систем с

выполнением удара ячеистой амортизирующей системы с противоположными пустотами.

На Фиг.14 показан третий иллюстративный график усилия от времени, сравнивающий выполнение удара встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы с выполнением удара ячеистой амортизирующей системы с противоположными пустотами.

На Фиг.15А показана иллюстративная несжатая ячейка во встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системе.

На Фиг.15В показана иллюстративная ячейка во встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системе, сжатой в первом диапазоне нагрузок.

На Фиг.15С показана иллюстративная ячейка во встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системе, сжатой во втором диапазоне нагрузок.

На Фиг.15D показана иллюстративная ячейка во встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системе, сжатой в третьем диапазоне нагрузок.

На Фиг.15Е показана иллюстративная ячейка во встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системе, сжатой в четвертом диапазоне нагрузок.

На Фиг.16 показаны примерные операции для использования встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы.

На Фиг.17 показан примерный производственный процесс высокотемпературного формования для выполнения 2-слойной встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы.

На Фиг.18 показаны примерные операции для изготовления встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы.

ПОДРОБНЫЕ ОПИСАНИЯ

На Фиг.1 показаны два пользователя 102, 104, стоящие на полу 106, включающем в себя иллюстративную встречно-штыревую ячеистую амортизирующую систему 108.

Пол 106 представляет собой перемещающуюся или неподвижную поверхность транспортного средства, здания или другой конструкции, например. К нижней поверхности пола 106 прикреплена амортизирующая система 108. В некоторых воплощениях, верхний связующий слой 112 амортизирующей системы 108 может служить в качестве пола 106. В других воплощениях, амортизирующая система 108 используется под полом 106. Ниже амортизирующей системы 108 имеется защитный или распределяющий нагрузку слой 120, который прикреплен к нижнему связующему слою 114 амортизирующей системы 108. В одном воплощении, защитный слой 120 представляет собой броню для защиты пользователей 102, 104 от попадающих снарядов. В другом воплощении, защитный слой 120 представляет собой только другой слой пола. В некоторых воплощениях, защитный слой 120 не включен.

Амортизирующая система 108 включает в себя пустые ячейки (например, пустые ячейки 110, 116) или поддерживающие узлы, расположенные в матрице, связанной посредством верхнего связующего слоя 112 и нижнего связующего слоя 114. Ячейки чередуются, обращаясь вверх и вниз. В одном воплощении, каждая обращенная вверх ячейка (например, ячейка 116) окружена обращенными вниз ячейками, а каждая обращенная вниз ячейка (например, ячейка 110) окружена обращенными вверх ячейками. Пустые ячейки представляют собой полые камеры, которые оказывают сопротивление отклонению вследствие сжимающих усилий, аналогично пружинам сжатия. В одном воплощении, каждая обращенная вверх ячейка представляет собой выступ верхнего связующего слоя 112, а каждая обращенная вниз ячейка представляет собой выступ нижнего связующего слоя 114. Каждый пик (например, пик 118) обращенных вверх ячеек прикреплен к нижнему связующему слою 114. Аналогичным образом, каждый пик обращенных вниз ячеек прикреплен к верхнему связующему слою 112. Связующие

слои 112, 114 соединяют пустые ячейки друг с другом, образуя встречно-штыревую ячеистую амортизирующую систему 108.

В случае взрыва (например, взрыва 122), или другого большого импульса кинетической энергии (например, физического удара), защитный слой 120 может прогибаться, как показано, или также может пробиваться или прорываться. Направленное вверх отклонение защитного слоя 120 поглощается посредством амортизирующей системы 108. Ячейки, расположенные рядом с взрывом 122, сжимаются в различные состояния для обеспечения передачи минимальной энергии через пол 106 пользователям 102, 104. В некоторых воплощениях, с особенно сильными взрывами или ударами, пол 106 может повреждаться до некоторой степени, но до меньшей величины, чем защитный слой 120. Конечный результат заключается в том, что большая часть направленного вверх перемещения защитного слоя и энергии, созданной посредством взрыва 122, в большой степени поглощаются посредством амортизирующей системы 108, и поражение пользователей 102, 104 уменьшается или предотвращается, так как пол 106 является относительно неповрежденным.

В дополнительном применении, амортизирующая система 108 может использоваться для изменения траектории попадающего снаряда. Изменение траектории направленного снаряда, такого как пуля, может уменьшить эффективность снаряда при проникании в поверхность. Например, если пуля проникает в защитный слой 120 и проходит в амортизирующую систему 108, амортизирующая система 108 не может существенно уменьшать кинетическую энергию пули, когда пуля проходит через амортизирующую систему 108. Однако, варьирующиеся конструкции (например, пустые ячейки) в амортизирующей системе 108 могут заставить пулю поворачивать или начинать переворачиваться. В результате, эффективность пули при проникании в пол 106 уменьшается и пользователи 102, 104 лучше защищаются.

На Фиг.2 показан перспективный вид иллюстративной встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы 208. Амортизирующая система 208 включает в себя пустые ячейки (например, пустые ячейки 210), расположенные в матрице, связанной посредством верхнего связующего слоя 212 и нижнего связующего слоя 214. Ячейки чередуются, обращаясь вверх и вниз. В одном воплощении, каждая обращенная вверх ячейка внутри от краев панели амортизирующей системы 208 (например, ячейка 216) окружена со всех четырех сторон обращенными вниз ячейками, а каждая обращенная вниз ячейка внутри от краев панели амортизирующей системы 208, аналогичным образом, окружена со всех четырех сторон обращенными вверх ячейками. Пустые ячейки на крае панели системы (например, ячейка 210) окружены обращенными вверх ячейками меньше, чем с четырех сторон (например, ячейка 210 окружена с трех сторон). Расположение встречно-штыревым образом пустых ячеек может способствовать амортизирующей системе 208 оказывать сопротивление ненормальным нагрузкам, по меньшей мере, по сравнению с другими материалами, включающими в себя энергопоглощающую геометрию. Более конкретно, усилия сдвига вдоль верхнего и нижнего связующих слоев 212, 214 не могут существенно воздействовать на энергопоглощающую способность амортизирующей системы 208 вследствие, по меньшей мере, отчасти расположения встречно-штыревым образом пустых ячеек.

Пустые ячейки представляют собой полые камеры, которые оказывают сопротивление отклонению вследствие сжимающих усилий, аналогично пружинам сжатия. Профиль отклонения от усилия или профиль жесткости пружины (т.е. сжимающее усилие, требуемое на единицу сжимающего смещения) матрицы пустых ячеек является конфигурируемым, исходя из предполагаемого применения

амортизирующей системы 208. Более того, жесткости пружин пустых ячеек в комбинации с общей толщиной амортизирующей системы 212 могут обеспечивать требуемое поглощение энергии для ожидаемого диапазона кинетических энергий, которые могут прикладываться к амортизирующей системе 212.

- 5 По меньшей мере, выбор материала, толщины стенки, размера, промежутка и формы каждой из пустых ячеек задает силу сопротивления, которую может прикладывать каждая из пустых ячеек. Материалы, используемые для пустых ячеек, в общем смысле, являются упруго деформируемыми под действием ожидаемых условий нагрузки и будут выдерживать многочисленные деформации без разрушения. Примерные материалы
- 10 включают пластиковые эластомеры промышленного качества (например, термопластичный уретан, Dow Pellethane® и Lubrizol Estane®), сополимеры стирола, металлоцены, термопластичные сложные полиэфирные эластомеры (например, Dupont™ Hytrel®), этиленвинилацетат, термопластичный вулканизат и резину. Более того, толщина стенки каждой из пустых ячеек может находиться в диапазоне от 0,005 до 0,1 дюйма.
- 15 В некоторых воплощениях, толщина стенки каждой из пустых ячеек варьируется по высоте пустой ячейки (например, каждая из пустых ячеек может быть тоньше на основания и толще на пике). Это явление может быть побочным результатом производственного процесса или может быть намеренно выполнено в производственном процессе. Еще более того, размер каждой из пустых ячеек может находиться в диапазоне
- 20 от 0,2 до 3 дюймов в диаметре и высоте.

- Еще более того, пустые ячейки могут быть кубическими, пирамидальными, полусферическими, полуэллипсоидальными, коническими, иметь форму усеченного конуса, или любой другой формы, способной иметь полый внутренний объем. Еще более того, пустые ячейки могут характеризоваться как колонны или сужающиеся
- 25 колонны. Еще более того, пустые ячейки могут быть расположены на множестве расстояний друг от друга. Например, более плотно расположенная матрица пустых ячеек, вероятно, приведет к большей величине поглощения энергии, чем более свободно расположенная матрица пустых ячеек. Примерный диапазон промежутка составляет от около нуля (или доходит до) до 3 дюймов или более между пустыми ячейками. Более
- 30 того, вышеупомянутые признаки пустых ячеек могут не быть одинаковыми по всей амортизирующей системе 208. Например, признаки каждой из пустых ячеек, прикрепленных к верхнему связующему слою, могут отличаться от признаков каждой из пустых ячеек, прикрепленных к нижнему связующему слою. Признаки пустых ячеек, независимо от того, являются ли они одинаковыми по всей амортизирующей системе,
- 35 или нет, выполнены таким образом, чтобы давать требуемый профиль жесткости пружины (см., например, Фиг.11). Вышеупомянутые размеры являются только примерами; амортизирующая система 208 может использовать размеры вне заданных диапазонов.

- В одном воплощении, каждая обращенная вверх ячейка представляет собой выступ
- 40 верхнего связующего слоя 212, а каждая обращенная вниз ячейка представляет собой выступ нижнего связующего слоя 214. Каждый пик обращенных вверх ячеек прикреплен к нижнему связующему слою 214. Аналогичным образом, каждый пик (например, пик 218) обращенных вниз ячеек прикреплен к верхнему связующему слою 212. Связующие слои 212, 214 соединяют пустые ячейки друг с другом, образуя встречно-штыревую
- 45 ячеистую амортизирующую систему 208. В других воплощениях, обращенные вверх и вниз ячейки не представляют собой выступы верхнего и нижнего связующих слоев 212, 214. Взамен, обращенные вверх и вниз ячейки только прикреплены к верхнему и нижнему связующим слоям 212, 214. Верхний и нижний связующие слои 212, 214 могут быть

выполнены с помощью тех же потенциальных материалов, что и пустые ячейки, и в одном воплощении являются непрерывными с каждой из пустых ячеек. Одно или более соединительных ребер (не показаны) могут быть прикреплены к внешней части пустых ячеек, проходящих вертикально к верхнему и/или нижнему связующим слоям 212, 214.

5 Эти ребра могут придавать дополнительную жесткость пустым ячейкам.

Пустые ячейки заполняются атмосферным воздухом, пеной или текучей средой, отличной от воздуха, например. Пена или определенные текучие среды могут использоваться для придания изоляции или дополнительного сопротивления деформации амортизирующей системе 208. В вакуумной среде, пустые ячейки могут быть

10 незаполненными. Не основываясь на давлении воздуха для сопротивления отклонению, пустые ячейки могут достигать управляемой жесткости пружины, которая необязательно является линейной (например, как с традиционной цилиндрической винтовой пружины), или экспоненциально возрастающей (например, как с закрытой камерой воздуха с неупругими стенками). Воздух и/или вода могут принудительно проходить через пустоты

15 между обращенными вверх и вниз ячейками для облегчения очистки, по существу, всех поверхностей составных частей амортизирующей системы 208. Более того, эти поверхности амортизирующей системы 208 могут обрабатываться посредством антибактериального вещества, или сам материал амортизирующей системы 208 может быть антибактериальным.

20 Амортизирующая система 208 может изготавливаться, используя множество производственных процессов (например, формование с раздувом, формующая экструзия, литье под давлением методом впрыска, реакционное инжекционное формование (RIM), вакуумное формование, ламинирование, и т.д.). В одном воплощении, амортизирующая система 208 изготавливается в двух половинах. Первая половина содержит верхний

25 связующий слой 212 с пустыми ячейками, выступающими от него. Вторая половина содержит нижний связующий слой 214 также с пустыми ячейками, выступающими от него. Две половины затем располагаются рядом друг с другом с пустыми ячейками от верхнего связующего слоя 212, выступающими по направлению к нижнему связующему слою 214, и наоборот. Пустые ячейки от верхнего связующего слоя 212 чередуются с

30 пустыми ячейками от нижнего связующего слоя 214. Пики или вершины (например, пик 218) каждой из пустых ячеек в верхнем связующем слое 212 затем ламинируется или приклеивается к нижнему связующему слою 114, и наоборот. В одном воплощении, верхний связующий слой 212 и нижний связующий слой 214 не требуют точного выравнивания, так как встречно-штыревые пустые ячейки естественным образом

35 находят положение между друг другом, когда расположены вместе для операции сварки или склеивания. В результате, производственные затраты могут быть уменьшены. Более того, множество точек сваривания между верхним связующим слоем 212 и нижним связующим слоем 214 выполняет очень сильную связь между слоями 212, 214. В другом воплощении, амортизирующая система 208 изготавливается в виде одного целого,

40 нежеле чем в двух частях, как рассмотрено выше. Более того, амортизирующая система в соответствии с раскрываемой в настоящий момент технологией может включать в себя две или более матриц встречно-штыревых пустых ячеек (т.е. две или более амортизирующих систем 208), сложенных поверх друг друга.

На Фиг.3 показан вид сбоку иллюстративной встречно-штыревой ячеистой

45 амортизирующей системы 308. Амортизирующая система 308 включает в себя пустые ячейки (например, пустые ячейки 310), расположенные в матрице, связанной посредством верхнего связующего слоя 312 и нижнего связующего слоя 314. Ячейки чередуются, обращаясь вверх и вниз. В одном воплощении, каждая обращенная вверх ячейка

(например, ячейка 316) окружена обращенными вниз ячейками, а каждая обращенная вниз ячейка (например, ячейка 310) окружена обращенными вверх ячейками. Пустые ячейки представляют собой полые камеры, которые оказывают сопротивление отклонению вследствие сжимающих усилий, аналогично пружинам сжатия. Профиль отклонения от усилия матрицы пустых ячеек является конфигурируемым, исходя из предполагаемого применения амортизирующей системы 308.

Каждая обращенная вверх ячейка представляет собой выступ верхнего связующего слоя 312, а каждая обращенная вниз ячейка представляет собой выступ нижнего связующего слоя 314. Каждый пик (например, пик 318) обращенных вверх ячеек прикреплен к нижнему связующему слою 314. Аналогичным образом, каждый пик обращенных вниз ячеек прикреплен к верхнему связующему слою 312. Связующие слои 312, 314 соединяют пустые ячейки друг с другом, образуя встречно-штыревую ячеистую амортизирующую систему 308. В других воплощениях, обращенные вверх и вниз ячейки не представляют собой выступы верхнего и нижнего связующих слоев 312, 314. Взамен, обращенные вверх и вниз ячейки только прикреплены к верхнему и нижнему связующим слоям 312, 314. Одно или более соединительных ребер 324 могут быть прикреплены к внешней части пустых ячеек, проходящих вертикально к верхнему и/или нижнему связующим слоям 312, 314. Эти ребра могут придавать дополнительную жесткость пустым ячейкам.

На Фиг.4 показан вид сбоку иллюстративной 2-слойной встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы 408. Амортизирующая система 408 включает в себя два слоя 411, 415 пустых ячеек (например, пустая ячейка 416). Каждый слой 411, 415 расположен в матрице, связанной посредством двух связующих слоев. Верхний слой 411 расположен в матрице, связанной посредством верхнего связующего слоя 412 и среднего связующего слоя 413. Нижний слой 415 расположен в матрице, связанной посредством среднего связующего слоя 413 и нижнего связующего слоя 414.

Ячейки в каждом слое 411, 415 чередуются, обращаясь вверх и вниз. В одном воплощении, каждая обращенная вверх ячейка (например, ячейка 416), за исключением ячеек на крае или угле амортизирующей системы 408, окружена с четырех сторон обращенными вниз ячейками, и каждая обращенная вниз ячейка (например, ячейка 410), за исключением ячеек на крае или угле амортизирующей системы 408, окружена с четырех сторон обращенными вверх ячейками. Более того, каждый пик (например, пик 418) верхнего слоя 411 может быть выровнен с каждым пиком нижнего слоя 415. Аналогичным образом, каждая полая камера каждой пустой ячейки в верхнем слое 411 может быть выровнена с каждой полкой камерой каждой пустой ячейки в нижнем слое 415. Пустые ячейки представляют собой полые камеры, которые оказывают сопротивление отклонению вследствие сжимающих усилий, аналогично пружинам сжатия. Профиль отклонения от усилия матрицы пустых ячеек является конфигурируемым, исходя из предполагаемого применения амортизирующей системы 408.

Обращенные вверх ячейки представляют собой выступы среднего связующего слоя 413 или верхнего связующего слоя 412. Аналогичным образом, обращенные вниз ячейки представляют собой выступы среднего связующего слоя 413 или нижнего связующего слоя 414. Пики обращенных вверх ячеек прикреплены к среднему связующему слою 413 или нижнему связующему слою 414. Аналогичным образом, пики обращенных вниз ячеек прикреплены к среднему связующему слою 413 или верхнему связующему слою 412. В некоторых воплощениях, средний связующий слой 413 включает в себя два подслоя, один подслой, связанный с верхним слоем 411, и один подслой, связанный с

нижним слоем 415. Связующие слои 412, 413, 414 соединяют пустые ячейки друг с другом, образуя встречно-штыревую ячеистую амортизирующую систему 408. В других воплощениях, обращенные вверх и вниз ячейки не представляют собой выступы связующих слоев 412, 413, 414. Взамен, обращенные вверх и вниз ячейки только

5 прикреплены к связующим слоям 412, 413, 414.

На Фиг.5 показан вид сверху иллюстративной встречно-штыровой ячеистой амортизирующей системы 508. Амортизирующая система 508 включает в себя пустые ячейки (например, пустые ячейки 416), расположенные в матрице, связанной посредством верхнего связующего слоя 412 и нижнего связующего слоя (не показано). Ячейки

10 чередуются, обращаясь вверх и вниз. В одном воплощении, каждая обращенная вверх ячейка (например, ячейка 516) окружена обращенными вниз ячейками, а каждая обращенная вниз ячейка (не показана) окружена обращенными вверх ячейками. Пустые ячейки представляют собой полые камеры, которые оказывают сопротивление отклонению вследствие сжимающих усилий, аналогично пружинам сжатия. Профиль

15 отклонения от усилия матрицы пустых ячеек является конфигурируемым, исходя из предполагаемого применения амортизирующей системы 508.

Каждая обращенная вверх ячейка представляет собой выступ верхнего связующего слоя 512, а каждая обращенная вниз ячейка представляет собой выступ нижнего связующего слоя. Каждый пик обращенных вверх ячеек прикреплен к нижнему

20 связующему слою. Аналогичным образом, каждый пик обращенных вниз ячеек прикреплен к верхнему связующему слою 512 (см. например, на точку или область 526 прикрепления). Связующие слои соединяют пустые ячейки друг с другом, образуя встречно-штыревую ячеистую амортизирующую систему 508. В других воплощениях, обращенные вверх и вниз ячейки не представляют собой выступы верхнего и нижнего

25 связующих слоев. Взамен, обращенные вверх и вниз ячейки только прикреплены к верхнему и нижнему связующим слоям.

В некоторых воплощениях, расстояния между точками прикрепления на связующем слое (например, связующем слое 512) и центрами открытых ячеек на том же связующем слое являются эквидистантными (т.е. расстояния $A = B = C = D$). Это создает равный

30 промежуток между пустыми ячейками в амортизирующей системе 508. Это может применяться к одному или обоим связующим слоям. Более того, этот равный промежуток обеспечивает единообразный профиль отклонения от усилия матрицы пустых ячеек по всей площади поверхности связующих слоев.

На Фиг.6 показан вид сбоку иллюстративной встречно-штыровой ячеистой амортизирующей системы 608 в ненагруженном состоянии. Амортизирующая система

35 608 включает в себя пустые ячейки (например, пустые ячейки 610), расположенные в матрице, связанной посредством верхнего связующего слоя 612 и нижнего связующего слоя 614. Ячейки чередуются, обращаясь вверх и вниз. Каждый пик обращенных вверх ячеек прикреплен к нижнему связующему слою 614. Аналогичным образом, каждый

40 пик (например, пик 618) обращенных вниз ячеек прикреплен к верхнему связующему слою 612. Связующие слои 612, 614 соединяют пустые ячейки друг с другом, образуя встречно-штыревую ячеистую амортизирующую систему 608.

Амортизирующая система 608 помещается в испытательный аппарат 628, который предназначен для имитации множества нагрузок, которые могут прикладываться к

45 амортизирующей системе 608. Амортизирующая система 608 не находится под нагрузкой испытательного аппарата 628. В результате, верхний связующий слой 612 и нижний связующий слой 614 могут не быть полностью плоскими, и пустые ячейки еще не сцепляются для обеспечения сопротивления сжатию амортизирующей системы 608.

Более того, впадины (не показаны) в верхнем связующем слое 612 и/или нижнем связующем слое 614 могут иметь место там, где пустые ячейки, выступающие от противоположного связующего слоя, прикреплены к верхнему связующему слою 612 и/или нижнему связующему слою 614, когда амортизирующая система 608 не находится под нагрузкой. Вышеупомянутые признаки амортизирующей системы 608, не находящейся под нагрузкой, могут быть специально выполнены в амортизирующей системе 608 или могут быть артефактом производственного процесса. Более того, величина этих признаков может варьироваться.

На Фиг.7 показан вид сбоку иллюстративной встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы 708, нагруженной в первом диапазоне нагрузок. Амортизирующая система 708 включает в себя пустые ячейки (например, пустые ячейки 710), расположенные в матрице, связанной посредством верхнего связующего слоя 712 и нижнего связующего слоя 714. Ячейки чередуются, обращаясь вверх и вниз. Каждый пик обращенных вверх ячеек прикреплен к нижнему связующему слою 714. Аналогичным образом, каждый пик (например, пик 718) обращенных вниз ячеек прикреплен к верхнему связующему слою 712. Связующие слои 712, 714 соединяют пустые ячейки друг с другом, образуя встречно-штыревую ячеистую амортизирующую систему 708.

Амортизирующая система 708 помещается в испытательный аппарат 728, который предназначен для имитации множества нагрузок, которые могут прикладываться к амортизирующей системе 708. Распределенная нагрузка в пределах первого диапазона нагрузок (см. Фиг.11, область 1) прикладывается к амортизирующей системе 708 посредством испытательного аппарата 728, как показано посредством противоположных стрелок. В результате, верхний связующий слой 712 и нижний связующий слой 714 разглаживаются и какие-либо впадины разглаживаются. Более того, пустые ячейки сцепляются и оказывают сопротивление нагрузке в пределах первого диапазона нагрузок с относительно небольшой деформацией.

На Фиг.8 показан вид сбоку иллюстративной встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы 808, нагруженной во втором диапазоне нагрузок. Амортизирующая система 808 включает в себя пустые ячейки (например, пустые ячейки 810), расположенные в матрице, связанной посредством верхнего связующего слоя 812 и нижнего связующего слоя 814. Ячейки чередуются, обращаясь вверх и вниз. Каждая из обращенных вверх ячеек прикреплена к нижнему связующему слою 814. Аналогичным образом, каждая из обращенных вниз ячеек прикреплена к верхнему связующему слою 812. Связующие слои 812, 814 соединяют пустые ячейки друг с другом, образуя встречно-штыревую ячеистую амортизирующую систему 808.

Амортизирующая система 808 помещается в испытательный аппарат 828, который предназначен для имитации множества нагрузок, которые могут прикладываться к амортизирующей системе 808. Нагрузка в пределах второго диапазона нагрузок (см. Фиг.11, область 2) прикладывается к амортизирующей системе 808 посредством испытательного аппарата 828. В результате, пики (например, пик 718 Фиг.7) каждой из пустых ячеек разглаживаются, и боковые стенки каждой из пустых ячеек принимают новую ориентацию в вертикальном направлении. В других воплощениях, боковые стенки не принимают новую ориентацию в вертикальном направлении. Однако, пустые ячейки сцепляются и оказывают сопротивление нагрузке в пределах второго диапазона нагрузок с разглаживанием пиков каждой из пустых ячеек, но, по существу, не прогибая боковые стенки каждой из пустых ячеек. Следствием деформации каждой из пустых ячеек является то, что верхний связующий слой 812 и/или нижний связующий слой 814

также может начинать прогибаться.

На Фиг.9 показан вид сбоку иллюстративной встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы 908, нагруженной в третьем диапазоне нагрузок.

Амортизирующая система 908 включает в себя пустые ячейки (например, пустые ячейки 910), расположенные в матрице, связанной посредством верхнего связующего слоя 912 и нижнего связующего слоя 914. Ячейки чередуются, обращаясь вверх и вниз. Каждая из обращенных вверх ячеек прикреплена к нижнему связующему слою 914. Аналогичным образом, каждая из обращенных вниз ячеек прикреплена к верхнему связующему слою 912. Связующие слои 912, 914 соединяют пустые ячейки друг с другом, образуя встречно-штыревую ячеистую амортизирующую систему 908.

Амортизирующая система 908 помещается в испытательный аппарат 928, который предназначен для имитации множества нагрузок, которые могут прикладываться к амортизирующей системе 908. Нагрузка в пределах третьего диапазона нагрузок (см. Фиг.11, область 3) прикладывается к амортизирующей системе 908 посредством испытательного аппарата 928. В результате, боковые стенки каждой из пустых ячеек, по существу, прогибаются по сравнению с боковыми стенками каждой из пустых ячеек, изображенных на Фиг.8. Более того, пустые ячейки располагаются достаточно далеко, чтобы прогибающиеся боковые стенки не соприкасались друг с другом. В других воплощениях, пустые ячейки могут располагаться ближе друг к другу и прижиматься друг к другу при определенных условиях нагрузки. Если прогибающиеся боковые стенки соприкасаются друг с другом во время сжатия, усилие, требующееся на единицу отклонения, обычно увеличивается. Следствием деформации каждой из пустых ячеек является то, что верхний связующий слой 912 и/или нижний связующий слой 914 также может прогибаться.

На Фиг.10 показан вид сбоку иллюстративной встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы, нагруженной в четвертом диапазоне нагрузок. Амортизирующая система 1008 включает в себя пустые ячейки (больше невидимые отдельно), расположенные в матрице, связанной посредством верхнего связующего слоя 1012 и нижнего связующего слоя 1014. Ячейки чередуются, обращаясь вверх и вниз. Каждая из обращенных вверх ячеек прикреплена к нижнему связующему слою 1014. Аналогичным образом, каждая из обращенных вниз ячеек прикреплена к верхнему связующему слою 1012. Связующие слои 1012, 1014 соединяют пустые ячейки друг с другом, образуя встречно-штыревую ячеистую амортизирующую систему 1008.

Амортизирующая система 1008 помещается в испытательный аппарат 1028, который предназначен для имитации множества нагрузок, которые могут прикладываться к амортизирующей системе 1008. Нагрузка в пределах четвертого диапазона нагрузок (см. Фиг.11, область 4) прикладывается к амортизирующей системе 1008 посредством испытательного аппарата 1028. В результате, каждая из пустых ячеек полностью сжимается. Какая-либо дополнительная деформация амортизирующей системы 1008 требует существенного увеличения нагрузки. В одном воплощении, четвертый диапазон нагрузок называется уплотнением.

На Фиг.11 показан график 1100 смещения от усилия с четырьмя диапазонами нагрузок (1, 2, 3 и 4), каждый с уникальными характеристиками жесткости пружины. Усилие, прикладываемое, по существу, перпендикулярно к верхнему связующему слою и нижнему связующему слою встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы, нанесено на вертикальную ось графика 1100. Смещение (или сжатое расстояние) амортизирующей системы нанесено на горизонтальную ось графика 1100. Жесткость пружины относится к отношению между усилием (или нагрузкой), прикладываемым к

амортизирующей системе, и сжимающим смещением амортизирующей системы. График 1100 смещения от усилия представляет собой только один пример раскрываемой в настоящий момент технологии. Различные признаки амортизирующих систем, рассмотренных здесь, могут модифицироваться для получения графика 1100 смещения от усилия с требуемыми характеристиками для конкретного применения.

В первой области нагрузки (показанной посредством овала 1 на графике 1100), относительно небольшое усилие (т.е. от 0 до 25 фунтов) требуется для вызывания деформации амортизирующей системы от 0 до 0,1 дюйма. Этот диапазон обозначает нагрузку, разглаживающую верхний связующий слой и нижний связующий слой амортизирующей системы и сцепляющую все пустые ячейки в амортизирующей системе. Например, эта область нагрузки показана посредством Фиг.6 (приблизительно, нагрузка 0 фунтов и смещение 0 дюймов) и Фиг.7 (приблизительно, нагрузка 25 фунтов и смещение 0,1 дюйма).

Во второй области нагрузки (показанной посредством овала 2 на графике 1100), большее усилие (т.е. от 25 до 175 фунтов) на единицу смещения требуется для вызывания деформации амортизирующей системы от 0,1 до 0,2 дюйма. Этот диапазон обозначает, что все пустые ячейки в амортизирующей системе сцеплены и сплющивание пиков каждой из пустых ячеек. Более того, боковые стенки каждой из пустых ячеек, которые нормально незначительно сужались бы внутрь, когда не сплющены, начинают отклоняться в ориентацию, в общем смысле, перпендикулярную относительно нагрузке. В других воплощениях, боковые стенки каждой из пустых ячеек необязательно, по существу, отклоняются, даже при нагрузке. Например, эта область нагрузки показана посредством Фиг.8.

В третьей области нагрузки (показанной посредством овала 3 на графике 1100), меньшее усилие на единицу смещения, чем в области 2, но большее усилие на единицу смещения, чем в области 1, (т.е. от 175 до 300 фунтов), требуется для вызывания деформации амортизирующей системы от 0,2 до 0,35 дюймов. Этот диапазон обозначает пустые ячейки, прогибающиеся и сплющивающиеся в амортизирующей системе. Например, эта область нагрузки показана посредством Фиг.9.

В четвертой области нагрузки (показанной посредством овала 4 на графике 1100), экспоненциально возрастающее усилие на единицу смещения (т.е. от 300 до 600 фунтов) требуется для вызывания деформации амортизирующей системы от 0,35 до 0,4 дюйма. Этот диапазон обозначает полное сжатие амортизирующей системы и сжатие самих материалов амортизирующей системы. В одном воплощении, четвертый диапазон нагрузок называется уплотнением. Например, эта область нагрузки показана посредством Фиг.10.

Один признак графика 1100 смещения от усилия заключается в том, что усилие, требующееся для сжатия встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы, увеличивается во всем диапазоне сжатого смещения. Это называется здесь монотонно возрастающей кривой отклонения от усилия. Более того, встречно-штыревая ячеистая амортизирующая система с монотонно возрастающей кривой отклонения от усилия обеспечивает монотонно сплющивающиеся пустые ячейки.

На Фиг.12 показан первый иллюстративный график 1200 усилия от времени, сравнивающий выполнение удара встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы с выполнением удара ячеистых амортизирующих систем с противоположными пустотами. График 1200 показывает примерный удар, прикладываемый, по существу, перпендикулярно к связующим слоям различных амортизирующих систем с массой 2,355 килограмм (кг), перемещающейся со скоростью 5 метров в секунду (м/с). Усилие

в Ньютонах (Н), передаваемое через амортизирующие системы, показано на вертикальной оси у графика 1200, а продолжительность времени в миллисекундах (мс) удара показана на горизонтальной оси x графика 1200. Примерный удар возникает в пределах, приблизительно, 10,5 мс для каждой из амортизирующих систем.

- 5 Сплошная линия 1205 показывает примерную однослойную амортизирующую систему с противоположными пустотами, использующую единственный слой с противоположными полуэллипсоидальными пустотами, в котором каждая из полуэллипсоидальных пустот соединена с другими на их пиках, и полуэллипсоидальные пустоты связаны друг с другом посредством верхнего и нижнего связующих слоев.
- 10 Иллюстративная однослойная амортизирующая система с противоположными пустотами имеет толщину 0,75 дюймов (") в этом воплощении. Сплошная линия 1205 показывает, что иллюстративная однослойная амортизирующая система с противоположными пустотами поглощает самое маленькое усилие показанных иллюстративных амортизирующих систем с пиком передаваемой нагрузки 12724,73 Н,
- 15 которая концентрируется между, приблизительно, 4,5 мс и 6 мс.

- Пунктирная линия 1210 показывает иллюстративную двухслойную амортизирующую систему с противоположными пустотами, использующую два слоя противоположных полуэллипсоидальных пустот. В пределах каждого слоя полуэллипсоидальные пустоты соединены друг с другом на их пиках и связаны друг с другом посредством верхнего
- 20 и нижнего связующих слоев. Два слоя затем накладываются поверх друг друга и соединяются друг с другом для образования двухслойной амортизирующей системы с противоположными пустотами. Иллюстративная двухслойная амортизирующая система с противоположными пустотами имеет толщину 0,75" в этом воплощении (т.е. каждый из двух слоев имеет толщину 0,375"). Пунктирная линия 1210 показывает, что
- 25 иллюстративная двухслойная амортизирующая система с противоположными пустотами поглощает большее усилие, чем однослойная амортизирующая система с противоположными пустотами, с пиком передаваемой нагрузки 4473,801 Н, которая концентрируется между, приблизительно, 3 мс и 6 мс.

- Пунктирная точечная линия 1215 показывает иллюстративную двухслойную
- 30 амортизирующую систему со встречно-штыревыми пустотами, использующую два слоя встречно-штыревых полуэллипсоидальных пустот. Каждый слой включает в себя пустые ячейки, расположенные в матрице, связанной посредством верхнего связующего слоя и нижнего связующего слоя (см. например, Фиг.2, 3). Ячейки чередуются, обращаясь вверх и вниз. Каждая из обращенных вверх ячеек прикреплена к нижнему связующему
- 35 слою. Аналогичным образом, каждая из обращенных вниз ячеек прикреплена к верхнему связующему слою. Связующие слои соединяют пустые ячейки друг с другом, образуя слой амортизирующей системы. Два слоя затем накладываются поверх друг друга и соединяются друг с другом для образования двухслойной амортизирующей системы со встречно-штыревыми пустотами (см., например, Фиг.4). Иллюстративная двухслойная
- 40 амортизирующая система со встречно-штыревыми пустотами имеет толщину 0,75" в этом воплощении (т.е., 0,375" толщины для каждого слоя). Пунктирная точечная линия 1215 показывает, что иллюстративная двухслойная амортизирующая система со встречно-штыревыми пустотами поглощает большее усилие, чем как однослойная амортизирующая система с противоположными пустотами, так и двухслойная
- 45 амортизирующая система с противоположными пустотами, с пиком передаваемой нагрузки 3301,411 Н, которая концентрируется между, приблизительно, 3 мс и 6 мс.

Подводя итог вышесказанному, двухслойная амортизирующая система со встречно-штыревыми пустотами, показанная посредством пунктирной точечной линии 1215,

является особенно эффективной при поглощении кинетической энергии и уменьшении пиковой передаваемой нагрузки, вызванной ударом. Двухслойная амортизирующая система со встречно-штыревыми пустотами, показанная посредством пунктирной точечной линии 1215, представляет собой только один пример раскрываемой в

5 настоящий момент технологии. Различные признаки амортизирующих систем, рассмотренных здесь, могут модифицироваться для получения других графиков усилий от времени с требуемыми характеристиками для различных применений и ожидаемых условий нагрузки.

На Фиг.13 показан второй иллюстративный график 1300 усилия от времени,

10 сравнивающий выполнение удара двух встречно-штыревых ячеистых амортизирующих систем с выполнением удара ячеистой амортизирующей системы с противоположными пустотами. Амортизирующие системы, показанные на графике 1300, предназначены для применения в защитной каске, хотя они могут использоваться для других применений. График 1300 показывает примерный удар, прикладываемый, по существу,

15 перпендикулярно к связующим слоям различных амортизирующих систем с массой 5,355 кг, перемещающейся со скоростью 4,27 м/с. Усилие, передаваемое через амортизирующие системы, показано на вертикальной оси у графика 1300, а продолжительность времени удара показана на горизонтальной оси x графика 1300. Примерный удар возникает в пределах, приблизительно, 4,5 мс для каждой из

20 амортизирующих систем, и каждая из амортизирующих систем имеет одинаковую толщину (например, 0,5-1,0").

Линия 1305 показывает примерную защитную каску без амортизирующей системы. Примерная защитная каска без амортизирующей системы передает наибольшую величину усилия с пиковой передаваемой нагрузкой 32000,29 Н, которая концентрируется

25 между, приблизительно, 0 мс и 1,75 мс.

Линия 1310 показывает иллюстративную однослойную амортизирующую систему защитной каски с противоположными пустотами, использующую единственный слой с противоположными полуэллипсоидальными пустотами, в котором каждая из полуэллипсоидальных пустот соединена с другими на их пиках, и полуэллипсоидальные

30 пустоты связаны друг с другом посредством верхнего и нижнего связующих слоев. Линия 1310 показывает, что иллюстративная однослойная амортизирующая система защитной каски с противоположными пустотами поглощает существенно большее усилие, чем примерная защитная каска без амортизирующей системы, с пиковой передаваемой нагрузкой 22070,06 Н, которая концентрируется между, приблизительно,

35 0 мс и 2,5 мс.

Линия 1315 показывает иллюстративную однослойную амортизирующую систему защитной каски со встречно-штыревыми пустотами, использующую пустые ячейки, расположенные в матрице, связанной посредством верхнего связующего слоя и нижнего связующего слоя (см. например, Фиг.2, 3). Ячейки чередуются, обращаясь вверх и вниз.

40 Каждая из обращенных вверх ячеек прикреплена к нижнему связующему слою. Аналогичным образом, каждая из обращенных вниз ячеек прикреплена к верхнему связующему слою. Связующие слои соединяют пустые ячейки друг с другом, образуя однослойную амортизирующую систему защитной каски со встречно-штыревыми пустотами. Линия 1315 показывает, что иллюстративная однослойная амортизирующая

45 система защитной каски со встречно-штыревыми пустотами поглощает аналогичную величину усилия, что и однослойная амортизирующая система защитной каски с противоположными пустотами, с пиком передаваемой нагрузки 22205,24 Н, которая концентрируется между, приблизительно, 0 мс и 2,5 мс.

Линия 1320 показывает иллюстративную двухслойную амортизирующую систему защитной каски со встречно-штыревыми пустотами, использующую два слоя встречно-штыревых полуэллипсоидальных пустот. Каждый слой включает в себя пустые ячейки, расположенные в матрице, связанной посредством верхнего связующего слоя и нижнего связующего слоя (см. например, Фиг.2, 3). Ячейки чередуются, обращаясь вверх и вниз.

Каждая из обращенных вверх ячеек прикреплена к нижнему связующему слою. Аналогичным образом, каждая из обращенных вниз ячеек прикреплена к верхнему связующему слою. Связующие слои соединяют пустые ячейки друг с другом, образуя слой амортизирующей системы. Два слоя затем накладываются поверх друг друга и соединяются друг с другом для образования двухслойной амортизирующей системы защитной каски со встречно-штыревыми пустотами (см., например, Фиг.4). Линия 1320 показывает, что иллюстративная двухслойная амортизирующая система защитной каски со встречно-штыревыми пустотами поглощает большее усилие, чем как однослойная амортизирующая система защитной каски с противоположными пустотами, показанная посредством линии 1310, так и однослойная амортизирующая система защитной каски со встречно-штыревыми пустотами, показанная посредством линии 1315. Иллюстративная двухслойная амортизирующая система защитной каски со встречно-штыревыми пустотами имеет пиковую передаваемую нагрузку 11240,39 Н, которая концентрируется между, приблизительно, 0 мс и 3 мс.

Подводя итог вышесказанному, двухслойная амортизирующая система защитной каски со встречно-штыревыми пустотами, показанная посредством линии 1320, является особенно эффективной при поглощении кинетической энергии и уменьшении пиковой передаваемой нагрузки, вызванной ударом. В применениях в защитной каске, это может уменьшить возникновение повреждений вследствие удара лиц, носящих оборудованные таким образом защитные каски. Двухслойная амортизирующая система защитной каски со встречно-штыревыми пустотами, показанная посредством линии 1320, представляет собой только один пример раскрываемой в настоящий момент технологии. Различные признаки амортизирующих систем, рассмотренных здесь, могут модифицироваться для получения других графиков усилий от времени с требуемыми характеристиками для различных применений и ожидаемых условий нагрузки.

На Фиг.14 показан третий иллюстративный график 1400 усилия от времени, сравнивающий выполнение удара встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы с выполнением удара ячеистой амортизирующей системы с противоположными пустотами. График 1400 показывает примерный удар, прикладываемый, по существу, перпендикулярно к связующим слоям амортизирующих систем с массой 2,355 кг, перемещающейся со скоростью 7,0 м/с. Усилие, передаваемое через амортизирующие системы, показано на вертикальной оси у графика 1400, а продолжительность времени удара показана на горизонтальной оси x графика 1400. Примерный удар возникает в пределах, приблизительно, от 0,5 мс до 3,0 мс для каждой из амортизирующих систем.

Линия 1405 показывает иллюстративную амортизирующую систему с противоположными пустотами, использующую единственный слой с противоположными полуэллипсоидальными пустотами, в котором каждая из полуэллипсоидальных пустот соединена с другими на их пиках, и полуэллипсоидальные пустоты связаны друг с другом посредством верхнего и нижнего связующих слоев. Амортизирующая система с противоположными пустотами имеет толщину, приблизительно, 0,75". Линия 1405 показывает, что иллюстративная амортизирующая система с противоположными пустотами имеет пиковую передаваемую нагрузку 25553,44 Н, которая концентрируется между, приблизительно, 1,75 мс и 3,0 мс.

Линия 1410 показывает иллюстративную амортизирующую систему со встречно-штыревыми пустотами, использующую единственный слой пустых ячеек, расположенных в матрице, связанной посредством верхнего связующего слоя и нижнего связующего слоя (см. например, Фиг.2, 3). Ячейки чередуются, обращаясь вверх и вниз. Каждая из
 5 обращенных вверх ячеек прикреплена к нижнему связующему слою. Аналогичным образом, каждая из обращенных вниз ячеек прикреплена к верхнему связующему слою. Связующие слои соединяют пустые ячейки друг с другом, образуя амортизирующую систему со встречно-штыревыми пустотами. Амортизирующая система со встречно-штыревыми пустотами имеет толщину, приблизительно, 0,325". Линия 1410 показывает,
 10 что иллюстративная амортизирующая система со встречно-штыревыми пустотами передает, приблизительно, на 6% большее усилие, чем амортизирующая система с противоположными пустотами, с пиковой передаваемой нагрузкой 27175,55 Н, которая концентрируется между, приблизительно, 1,75 мс и 3,0 мс.

Подводя итог вышесказанному, амортизирующая система со встречно-штыревыми
 15 пустотами, показанная посредством линии 1410, является только, приблизительно, на 6% менее эффективной, чем амортизирующая система с противоположными пустотами, при поглощении ударной силы, при этом используя, приблизительно, 50% от общей толщины материала амортизирующей системы с противоположными пустотами. Это делает амортизирующую систему со встречно-штыревыми пустотами особенно
 20 эффективной в областях с ограниченным пространством. Амортизирующая система со встречно-штыревыми пустотами, показанная посредством линии 1410, представляет собой только один пример раскрываемой в настоящий момент технологии. Различные признаки амортизирующих систем, рассмотренных здесь, могут модифицироваться для получения других графиков усилий от времени с требуемыми характеристиками для
 25 различных применений и ожидаемых условий нагрузки.

На Фиг.15А показана иллюстративная несжатая ячейка 1510 во встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системе 1500. Ячейка 1510 является несжатой и имеет четыре отдельные области. Область А занята впадиной в верхнем связующем слое 1512. Впадина может быть выполнена в качестве части амортизирующей системы 1500 или артефакта
 30 производственного процесса, использующегося для создания амортизирующей системы 1500. Область В занята куполообразным или пиковым участком ячейки 1510. Область С занята боковыми стенками ячейки 1510, и область D занята основанием ячейки 1510. А одном воплощении, Фиг.15А соответствует Фиг.6 и Фиг.11 при нагрузке 0 фунтов и смещении 0".

На Фиг.15В показана иллюстративная ячейка 1510 во встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системе 1500, сжатой в первом диапазоне нагрузок. Сжатие ячейки 1510 устраняет впадину и область А, которая была занята впадиной на Фиг.15А. Ячейка 1510 находится под нагрузкой, но, по существу, не отклонилась от ее формы на Фиг.15А. В результате, области В, С и D относительно не изменились относительно Фиг.15А. А
 40 одном воплощении, Фиг.15В соответствует Фиг.7 и Фиг.11, области 1 нагрузки.

На Фиг.15С показана иллюстративная ячейка 1510 во встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системе 1500, сжатой во втором диапазоне нагрузок. Дополнительное сжатие ячейки 1510 изменяет форму ячейки 1510. Куполообразный или пиковый участок ячейки 1510, показанный на Фиг.15А и 15В, является по большей части, если не
 45 полностью, сплюснутым. Таким образом, область В уменьшено до около нулевого вертикального размера. Более того, основание ячейки 1510 сжато и также уменьшено в размере. Область С увеличивается таким образом, чтобы включать в себя большую часть высоты ячейки 1510, по сравнению с Фиг.15А и 15В. А одном воплощении, Фиг.15С

соответствует Фиг.8 и Фиг.11, области 2 нагрузки.

На Фиг.15D показана иллюстративная ячейка 1510 во встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системе 1500, сжатой в третьем диапазоне нагрузок. Дополнительное сжатие ячейки 1510 прогибает боковые стенки ячейки 1510. Ячейка 1510 сплющивается, когда боковые стенки ячейки 1510 дополнительно сплющиваются. В одном воплощении, Фиг.15D соответствует Фиг.9 и Фиг.11, области 3 нагрузки.

На Фиг.15E показана иллюстративная ячейка 1510 во встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системе 1500, сжатой в четвертом диапазоне нагрузок. Дополнительное сжатие ячейки 1510 полностью прогибает боковые стенки и полностью сплющивает ячейку 1510. Какое-либо дополнительное сжатие ячейки 1510 вызывается сжатием материала, используемого для выполнения ячейки, (называемым уплотнением здесь). А одним воплощением, Фиг.15E соответствует Фиг.10 и Фиг.11, области 4 нагрузки.

На Фиг.16 показаны примерные операции 1600 для использования встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы. Первая операция 1605 сплющивания сплющивает первую матрицу пустых ячеек, взаимно соединенных посредством нижнего связующего слоя. Первая операция 1605 сплющивания может иметь место в результате удара или взрыва рядом с нижним связующим слоем, который прикладывает существенную кинетическую энергию к нижнему связующему слою. Сплющивание первой матрицы пустых ячеек поглощает некоторую кинетическую энергию, прикладываемую к нижнему связующему слою. Вторая операция 1610 сплющивания сплющивает вторую матрицу пустых ячеек, расположенных встречно-штыревым образом с первой матрицей пустых ячеек и взаимно соединенных посредством нижнего-среднего связующего слоя. Сплющивание второй матрицы пустых ячеек поглощает больше кинетической энергии, вызванной ударом или взрывом, например.

Третья операция 1615 сплющивания сплющивает третью матрицу пустых ячеек, взаимно соединенных посредством верхнего-среднего связующего слоя. Третья операция 1615 сплющивания может иметь место в результате энергии от удара или взрыва, проходящей через сплющенные первую и вторую матрицы пустых ячеек к третьей матрице пустых ячеек. Сплющивание третьей матрицы пустых ячеек поглощает больше кинетической энергии, вызванной ударом или взрывом, например. Четвертая операция 1620 сплющивания сплющивает четвертую матрицу пустых ячеек, расположенных встречно-штыревым образом с третьей матрицей пустых ячеек и взаимно соединенных с верхним связующим слоем, без сплющивания верхнего связующего слоя. Первая, вторая, третья и четвертая матрицы пустых ячеек и нижний, нижний-средний, верхний-средний и верхний связующие слои в комбинации образуют встречно-штыревую ячеистую амортизирующую систему. Сплющивание четвертой матрицы пустых ячеек поглощает больше кинетической энергии, вызванной ударом или взрывом, например.

Если достаточная энергия поглощается посредством сплющивания первой, второй, третьей и четвертой матриц пустых ячеек, верхний связующий слой не сплющивается. Это защищает персонал и/или оборудование рядом с верхним связующим слоем. В других воплощениях, верхний связующий слой частично сплющивается, но меньше, чем нижний, нижний-средний и верхний-средний связующие слои, частично защищая персонал и/или оборудование рядом с верхним связующим слоем. В некоторых воплощениях, только две (нежели чем четыре) матрицы пустых ячеек используются для образования встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы. В других воплощениях, больше четырех матриц пустых ячеек используются для образования встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы.

Например, встречно-штыревая ячеистая амортизирующая система может поглощать

взрыв, который отклоняет слой брони на одной стороне встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы, не отклоняя напольный слой на противоположной стороне встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы. Ячеистая амортизирующая система может работать для поглощения энергии взрыва таким образом, что напольное

покрытие не передает энергию пользователям, стоящим на полу.

На Фиг.17 показан примерный производственный процесс 1700 высокотемпературного формования для выполнения 2-слойной встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы 1743. Два рулона термопластичного тонколистового проката 1730, 1731 подаются из рулонов 1732, 1733 по роликам 1734 на нагреватели 1735 тонколистового проката для поднятия температуры тонколистового проката, по существу, до его нормальной температуры формования. Тонколистовой прокат 1730, 1731 затем продвигается на формующую станцию 1736 с верхней пресс-формой 1737 и нижней пресс-формой 1738. Вакуум прикладывается к пресс-формам 1737, 1738 для побуждения верхнего листового материала 1731 перемещаться в верхнюю пресс-форму 1737, а нижней листовой материал 1730 в нижнюю пресс-форму 1738. Давление воздуха также может прикладываться между листами для способствования принудительного перемещения термопластичного тонколистового проката 1730, 1731 плотным образом в пресс-формы 1737, 1738. Сформованные листы 1739, 1740 термопластика с полуэллипсоидальными выступами удаляются из пресс-форм 1737, 1738 и соединяются друг с другом посредством ориентации полуэллипсоидальных выступов один между другого и приваривания пиков каждого из полуэллипсоидальных выступов к противоположному листу термопластичного материала. Получающийся материал представляет собой первый слой встречно-штыревого ячеистого амортизатора 1741.

Второй слой встречно-штыревого ячеистого амортизатора 1742 изготавливается в аналогичном процессе, как рассмотрено выше касательно первого слоя встречно-штыревого ячеистого амортизатора 1741. В некоторых воплощениях, сформованные листы только располагаются в вышеупомянутом положении без сваривания. Сформованные листы удерживаются на месте посредством дополнительных сварных швов, рассмотренных ниже. Однако, в этом воплощении, только полуэллипсоидальные выступы первого слоя встречно-штыревого ячеистого амортизатора, которые совпадают со вторым слоем встречно-штыревого ячеистого амортизатора, и наоборот, свариваются.

Второй слой встречно-штыревого ячеистого амортизатора 1742 может быть изготовлен одновременно, используя дополнительное оборудование, как изображено на Фиг.17, или изготовлен последовательно после первого слоя встречно-штыревого ячеистого амортизатора 1741, используя то же самое оборудование, что и для первого слоя встречно-штыревого ячеистого амортизатора 1741. Более того, одна пресс-форма может использоваться для последовательного изготовления сформованных листов 1739, 1740 термопластика, вместо изображенных двух пресс-форм 1737, 1738, изготавливающих сформованные листы 1739, 1740 одновременно. В другом воплощении, отдельные листы термопластика могут использоваться вместо изображенных непрерывных рулонов термопластичного тонколистового проката. Листы перемещаются от станции к станции (например, от нагревания к формовке) в таком процессе.

Первый слой встречно-штыревого ячеистого амортизатора 1741 и второй слой встречно-штыревого ячеистого амортизатора 1742 располагаются рядом друг с другом с выровненными пиками полуэллипсоидальных выступов на каждом из ячеистых амортизирующих слоев 1741, 1742. Ячеистые амортизирующие слои 1741, 1742 соединяются посредством приваривания на пиках полуэллипсоидальных выступов, где

четыре слоя термопластичного материала совпадают. Получающийся материал представляет собой 2-слойную встречно-штыревую ячеистую амортизирующую систему 1743. В некоторых воплощениях, дополнительные слои встречно-штыревого ячеистого амортизатора или другие материалы могут применяться для встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы 1743 для придания системе 1743 других признаков.

Как описано, каждый из ячеистых амортизирующих слоев 1741, 1742 и/или сформованные листы 1739, 1740 термопластика с полуэллипсоидальными выступами могут быть выполнены из разных термопластичных материалов. Соответственно, признаки встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы 1743 могут быть отрегулированы для конкретных применений. Например, слой 1741 может состоять из более толстого, более тяжелого термопластичного материала, при этом слой 1742 может состоять из более тонкого, более легкого термопластичного материала.

Аналогичным образом, лист 1739 может состоять из более толстого, более тяжелого термопластичного материала, при этом лист 1740 может состоять из более тонкого, более легкого термопластичного материала. Наличие соответствующих ячеистых амортизирующих слоев 1741, 1742 и/или сформованных листов 1739, 1740 из разных материалов увеличивает возможность конструктора проектировать различные степени гибкости или сопротивления в конкретных областях системы 1743. Посредством варьирования материалов, используемых с точки зрения конкретных свойств, таких как прочность на разрыв, толщина материала и удлинение, и посредством варьирования размеров полуэллипсоидальных выступов, некоторое количество стабильно воспроизводимых областей требуемого сопротивления и гибкости может быть спроектировано в системе 1743 для удовлетворения конкретных требований.

На Фиг.18 показаны примерные операции 1800 для изготовления встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы. Операция 1805 нагревания нагревает термопластичный тонколистовой прокат до температуры формования.

Термопластичный тонколистовой прокат может представлять собой непрерывный рулон или отдельные листы материала. Операция 1810 формовки формирует тонколистовой прокат в первый лист с выступами пустых ячеек и второй лист с выступами пустых ячеек. Операция 1810 формовки может использовать одну пресс-форму для формирования первого листа и второго листа последовательно или две пресс-формы для формирования первого листа и второго листа одновременно. Выступы пустых ячеек могут иметь множество форм (например, полуэллипсоидальную), размеров и промежутков. Более того, операция 1810 формовки может использовать одно или оба из положительного и отрицательного давлений для способствования приспособливанию листов к пресс-форме(ам).

Операция 1815 расположения располагает первый сформованный лист рядом со вторым сформованным листом с пустыми ячейками, ориентированными одна между другой, выступающими по направлению к и контактирующими с противоположным сформованным листом (называемое здесь встречно-штыревым расположением).

Операция 1820 сварки приваривает пики каждой из пустых ячеек к противоположному сформованному листу для образования первого слоя встречно-штыревого ячеистого амортизатора. В одном воплощении, операция 1820 сварки осуществляется посредством подведения горячего аппарата для термосваривания сверху и соответствующего горячего аппарата для термосваривания или другой конструкции снизу и обеспечения достаточной тепловой энергии и давления от горячего(их) аппарата(ов) для термосваривания для расплавления и соединения сформованных листов друг с другом в точке контакта с горячим(и) аппаратом(ами) для термосваривания. В некоторых

воплощениях, операция 1820 сварки является необязательной, так как одна операция 1835 сварки может в достаточной мере соединять сформованные листы друг с другом.

Операция 1825 формования формирует второй слой встречно-штыревого ячеистого амортизатора. Операция 1825 формования может осуществляться повторением операций 1805-1820, например. Операция 1830 расположения располагает первый амортизирующий слой рядом со вторым амортизирующим слоем с пиками пустых ячеек на каждом из первого и второго амортизирующих слоев, выровненными друг с другом. В результате, четыре листа термопластичного материала располагаются рядом друг с другом на пиках, обращенных наружу пустых ячеек. Операция 1835 сварки приваривает пики пустых ячеек, где четыре листа термопластичного материала совпадают. Операция 1835 сварки может осуществляться, как рассмотрено выше, касательно операции 1820 сварки. В результате, четыре листа термопластичного материала расплавляются и соединяются друг с другом в точках сваривания, и получающаяся конструкция представляет собой 2-слойную встречно-штыревую ячеистую амортизирующую систему. В некоторых воплощениях, дополнительные слои встречно-штыревого ячеистого амортизатора или другие материалы могут быть добавлены к встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системе для достижения требуемых свойств встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы. В некоторых воплощениях, дополнительные слои могут включать в себя пол для пользователей для стояния на нем и/или броню для защиты пользователей от удара посредством различных снарядов.

Вышеприведенное описание, примеры и данные обеспечивают полное описание конструкции и использование иллюстративных вариантов осуществления изобретения. Так как множество вариантов осуществления изобретения может быть выполнено, не выходя за пределы идеи и объема изобретения, изобретение заключается в формуле изобретения, приложенной в дальнейшем. Более того, конструктивные признаки разных вариантов осуществления могут комбинироваться в еще одном другом варианте осуществления, не отступая от изложенной формулы изобретения.

Формула изобретения

1. Встречно-штыревая ячеистая амортизирующая система, содержащая:

первый лист упругого материала, включающий в себя первый связующий слой и первый массив пустых ячеек, выступающих из первого связующего слоя, каждая из которых имеет стенку; и

второй лист упругого материала, включающий в себя второй связующий слой и второй массив пустых ячеек, выступающих из второго связующего слоя, каждая из которых имеет стенку, причем стенки второго массива пустых ячеек отличаются от стенок первого массива пустых ячеек, при этом пустые ячейки выполнены с возможностью монотонного сжатия под нагрузкой и пик каждой пустой ячейки в первом массиве контактирует со вторым связующим слоем, а пик каждой пустой ячейки во втором массиве контактирует с первым связующим слоем, при этом по меньшей мере одна пустая ячейка в первом массиве прикреплена ко второму связующему слою, а по меньшей мере одна пустая ячейка во втором массиве прикреплена к первому связующему слою.

2. Встречно-штыревая ячеистая амортизирующая система по п. 1, дополнительно содержащая:

третий лист упругого материала, включающий в себя третий связующий слой и третий массив пустых ячеек, выступающих из третьего связующего слоя; и четвертый лист упругого материала, включающий в себя четвертый связующий

слой и четвертый массив пустых ячеек, выступающих из четвертого связующего слоя, причем пик каждой пустой ячейки в третьем массиве контактирует с четвертым связующим слоем, а пик каждой пустой ячейки в четвертом массиве контактирует с третьим связующим слоем и по меньшей мере одна пустая ячейка в третьем массиве
 5 прикреплена к четвертому связующему слою, по меньшей мере одна пустая ячейка в четвертом массиве прикреплена к третьему связующему слою и второй связующий слой прикреплен к третьему связующему слою.

3. Встречно-штыревая ячеистая амортизирующая система по п. 2, в которой пустые ячейки в первом массиве выровнены с пустыми ячейками в четвертом массиве, а пустые
 10 ячейки во втором массиве выровнены с пустыми ячейками в третьем массиве.

4. Встречно-штыревая ячеистая амортизирующая система по п. 3, в которой пик по меньшей мере одной пустой ячейки в первом массиве, второй связующий слой, третий связующий слой и пик по меньшей мере одной пустой ячейки в четвертом массиве скреплены вместе.

15 5. Встречно-штыревая ячеистая амортизирующая система по п. 1, в которой пустые ячейки являются полуэллипсоидальными.

6. Встречно-штыревая ячеистая амортизирующая система по п. 1, в которой каждая пустая ячейка в первом массиве прикреплена ко второму связующему слою и каждая пустая ячейка во втором массиве прикреплена к первому связующему слою.

20 7. Встречно-штыревая ячеистая амортизирующая система по п. 1, в которой по меньшей мере одна пустая ячейка в первом массиве приварена ко второму связующему слою и по меньшей мере одна пустая ячейка во втором массиве приварена к первому связующему слою.

8. Встречно-штыревая ячеистая амортизирующая система по п. 1, в которой пустые
 25 ячейки в первом массиве пустых ячеек расположены на равных расстояниях от пустых ячеек во втором массиве пустых ячеек.

9. Встречно-штыревая ячеистая амортизирующая система по п. 1, в которой упругий материал в основании по меньшей мере одной пустой ячейки тоньше, чем материал на пике пустой ячейки.

30 10. Встречно-штыревая ячеистая амортизирующая система по п. 1, в которой каждая из пустых ячеек выполнена таким образом, чтобы сжиматься, не контактируя с соседними пустыми ячейками.

11. Встречно-штыревая ячеистая амортизирующая система по п. 1, в которой по меньшей мере один из первого связующего слоя и второго связующего слоя выполнен
 35 таким образом, чтобы соответствовать криволинейной поверхности.

12. Встречно-штыревая ячеистая амортизирующая система по п. 1, в которой первый массив пустых ячеек выполнен таким образом, чтобы сжиматься со скоростью, отличной от скорости сжатия второго массива пустых ячеек.

13. Встречно-штыревая ячеистая амортизирующая система по п. 1, в которой пустые
 40 ячейки выполнены таким образом, чтобы сжиматься равномерно.

14. Встречно-штыревая ячеистая амортизирующая система по п. 1, в которой первый массив пустых ячеек соприкасается с первым связующим слоем, а второй массив пустых ячеек соприкасается со вторым связующим слоем.

15. Способ поглощения кинетической энергии, согласно которому:
 45 монотонно сжимают первый лист упругого материала, включающий в себя первый связующий слой и первый массив пустых ячеек, выступающих из первого связующего слоя, каждая из которых имеет стенку;

монотонно сжимают второй массив пустых ячеек, выступающих из второго

связующего слоя второго листа упругого материала, каждая из которых имеет стенку, причем стенки второго массива пустых ячеек отличаются от стенок первого массива пустых ячеек, без сплющивания второго связующего слоя, причем пик каждой пустой ячейки в первом массиве контактирует со вторым связующим слоем, а пик каждой пустой ячейки во втором массиве контактирует с первым связующим слоем, при этом по меньшей мере одна пустая ячейка в первом массиве прикреплена ко второму связующему слою, а по меньшей мере одна пустая ячейка во втором массиве прикреплена к первому связующему слою.

16. Способ по п. 15, согласно которому дополнительно:

монотонно сжимают третий лист упругого материала, включающий в себя третий связующий слой и третий массив пустых ячеек, выступающих из третьего связующего слоя; и

монотонно сжимают четвертый лист упругого материала, включающий в себя четвертый связующий слой и четвертый массив пустых ячеек, выступающих из четвертого связующего слоя, причем пик каждой пустой ячейки в третьем массиве контактирует с четвертым связующим слоем, а пик каждой пустой ячейки в четвертом массиве контактирует с третьим связующим слоем, при этом по меньшей мере одна пустая ячейка в третьем массиве прикреплена к четвертому связующему слою по меньшей мере одна пустая ячейка в четвертом массиве прикреплена к третьему связующему слою и второй связующий слой прикреплен к третьему связующему слою.

17. Способ по п. 15, согласно которому первый массив пустых ячеек соприкасается с первым связующим слоем, а второй массив пустых ячеек соприкасается со вторым связующим слоем.

18. Способ изготовления встречно-штыревой ячеистой амортизирующей системы, согласно которому:

формируют первый лист упругого материала в первый связующий слой с первым массивом пустых ячеек, выступающих из первого связующего слоя;

формируют второй лист упругого материала во второй связующий слой со вторым массивом пустых ячеек, выступающих из второго связующего слоя;

формируют третий лист упругого материала в третий связующий слой с третьим массивом пустых ячеек, выступающих из третьего связующего слоя;

формируют четвертый лист упругого материала в четвертый связующий слой с четвертым массивом пустых ячеек, выступающих из четвертого связующего слоя; и приваривают пик пустой ячейки в первом массиве ко второму связующему слою, третьему связующему слою и пику пустой ячейки в четвертом массиве.

19. Способ по п. 18, согласно которому дополнительно: приваривают пик пустой ячейки в первом массиве ко второму связующему слою, а пик пустой ячейки во втором массиве к первому связующему слою; и

приваривают пик пустой ячейки в третьем массиве к четвертому связующему слою, а пик пустой ячейки в четвертом массиве к третьему связующему слою.

20. Способ по п. 18, согласно которому дополнительно:

располагают пики каждой пустой ячейки в первом массиве в контакте со вторым связующим слоем, а пики каждой пустой ячейки во втором массиве в контакте с первым связующим слоем; и

располагают пики каждой пустой ячейки в третьем массиве в контакте с четвертым связующим слоем, а пики каждой пустой ячейки в четвертом массиве в контакте с третьим связующим слоем.

21. Способ по п. 18, согласно которому дополнительно:

выравнивают пустые ячейки в первом массиве с пустыми ячейками в четвертом массиве, а пустые ячейки во втором массиве - с пустыми ячейками в третьем массиве.

22. Встречно-штыревая ячеистая амортизирующая система, содержащая:

первый лист упругого материала, включающий в себя первый связующий слой и первый массив полуэллипсоидальных пустых ячеек, каждая из которых имеет стенку, выступающую из первого связующего слоя; и

второй лист упругого материала, включающий в себя второй связующий слой и второй массив полуэллипсоидальных пустых ячеек, каждая из которых имеет стенку, выступающую из второго связующего слоя, причем стенки второго массива

полуэллипсоидальных пустых ячеек отличаются от стенок первого массива полуэллипсоидальных пустых ячеек, и пустые ячейки имеют более тонкий упругий материал в основании каждой из пустых ячеек, чем на пике каждой из пустых ячеек и пустые ячейки выполнены таким образом, чтобы монотонно сжиматься под нагрузкой, при этом пик каждой пустой ячейки в первом массиве контактирует со вторым связующим слоем, а пик каждой пустой ячейки во втором массиве контактирует с первым связующим слоем и по меньшей мере одна пустая ячейка в первом массиве прикреплена ко второму связующему слою, а по меньшей мере одна пустая ячейка во втором массиве прикреплена к первому связующему слою, причем пустые ячейки в первом массиве пустых ячеек расположены на равных расстояниях от пустых ячеек во втором массиве пустых ячеек.

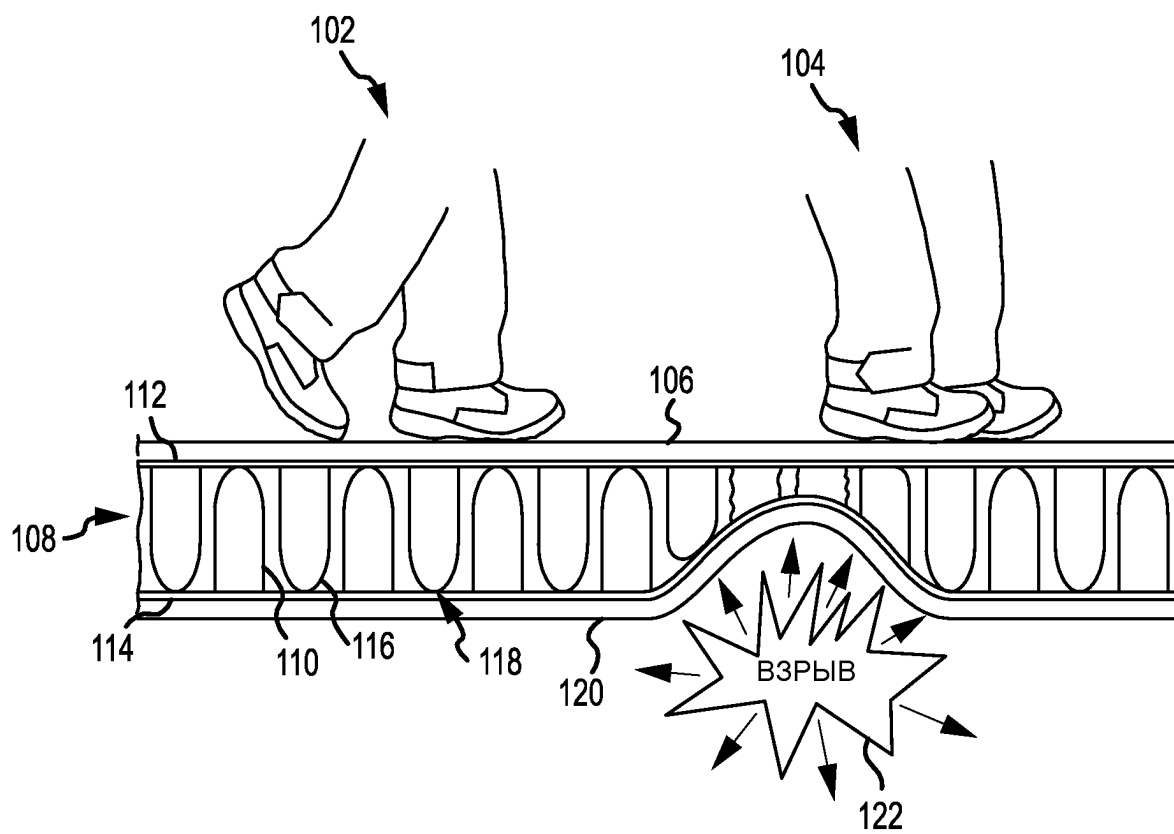
23. Встречно-штыревая ячеистая амортизирующая система по п. 22, дополнительно содержащая:

третий лист упругого материала, включающий в себя третий связующий слой и третий массив полуэллипсоидальных пустых ячеек, выступающих из третьего

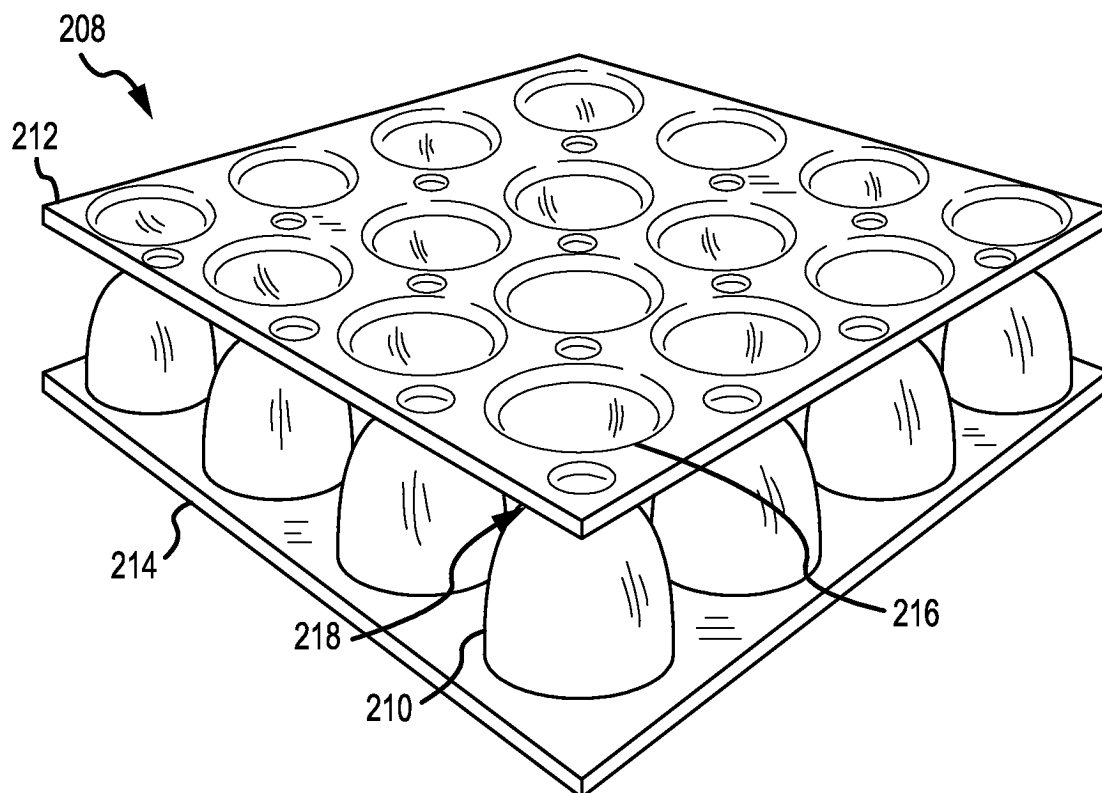
связующего слоя; и

четвертый лист упругого материала, включающий в себя четвертый связующий слой и четвертый массив полуэллипсоидальных пустых ячеек, выступающих из четвертого связующего слоя, причем пик каждой пустой ячейки в третьем массиве контактирует с четвертым связующим слоем, а пик каждой пустой ячейки в четвертом массиве контактирует с третьим связующим слоем, и по меньшей мере одна пустая ячейка в третьем массиве прикреплена к четвертому связующему слою, по меньшей мере одна пустая ячейка в четвертом массиве прикреплена к третьему связующему слою, и второй связующий слой прикреплен к третьему связующему слою, при этом пустые ячейки в первом массиве пустых ячеек расположены на равных расстояниях от пустых ячеек во втором массиве пустых ячеек.

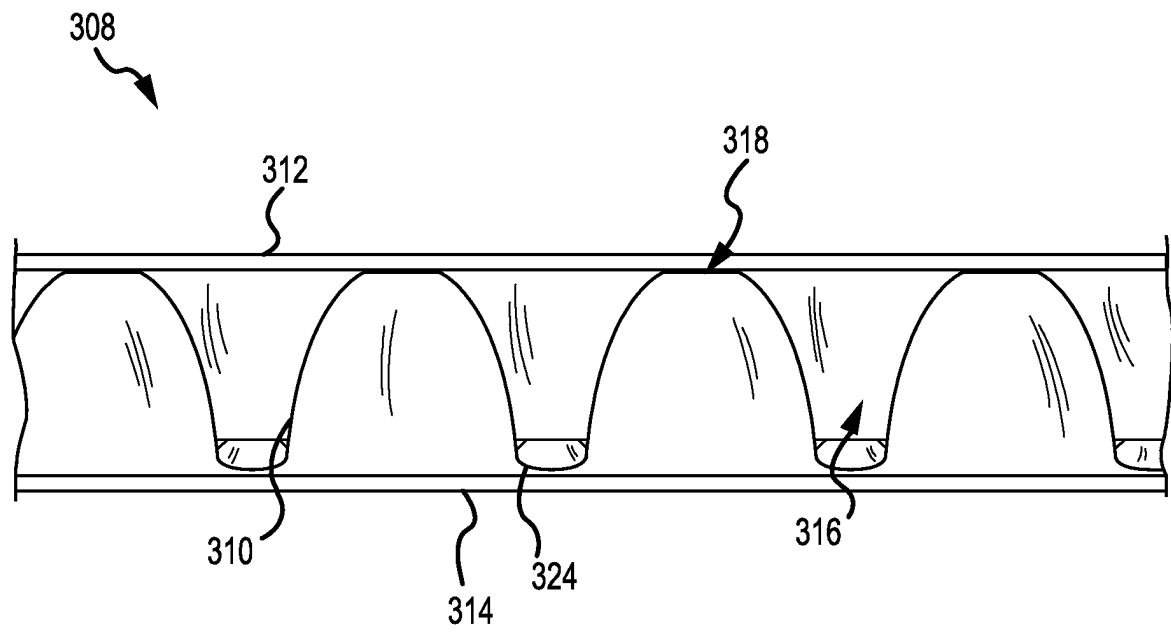
24. Встречно-штыревая ячеистая амортизирующая система по п. 22, в которой первый массив пустых ячеек соприкасается с первым связующим слоем, а второй массив пустых ячеек соприкасается со вторым связующим слоем.



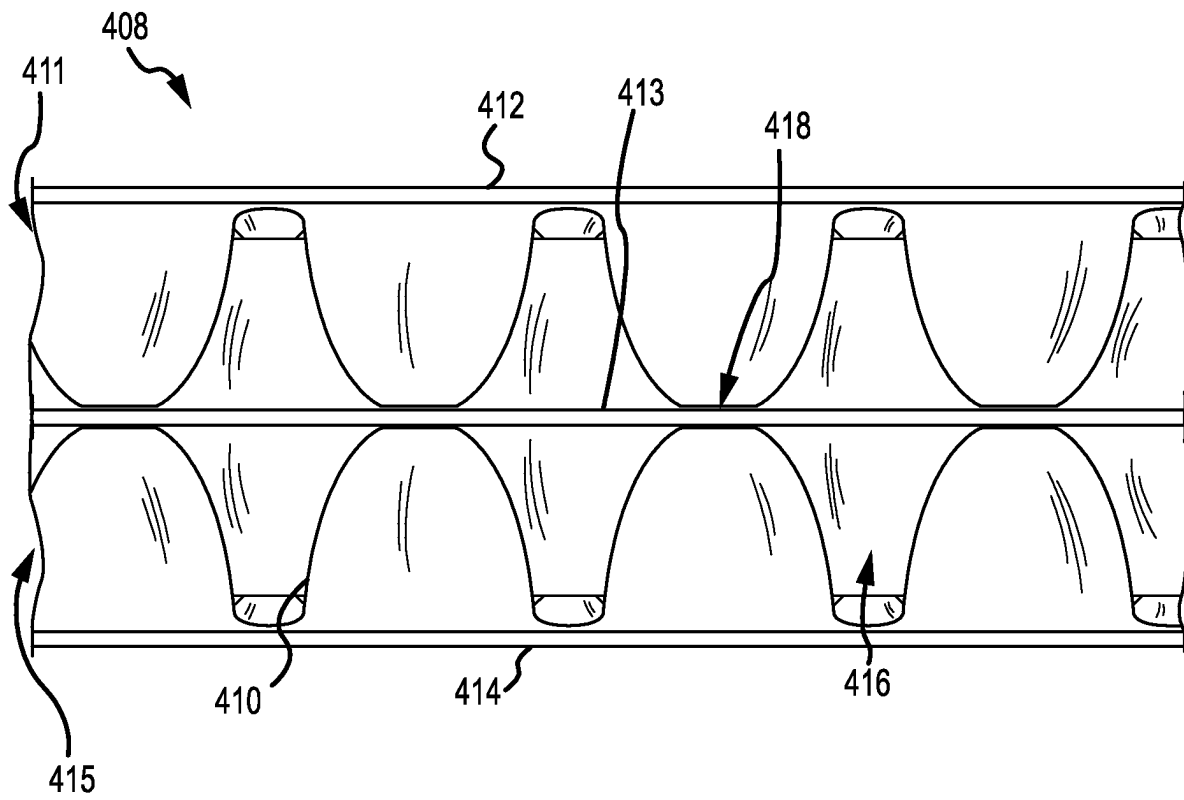
ФИГ. 1



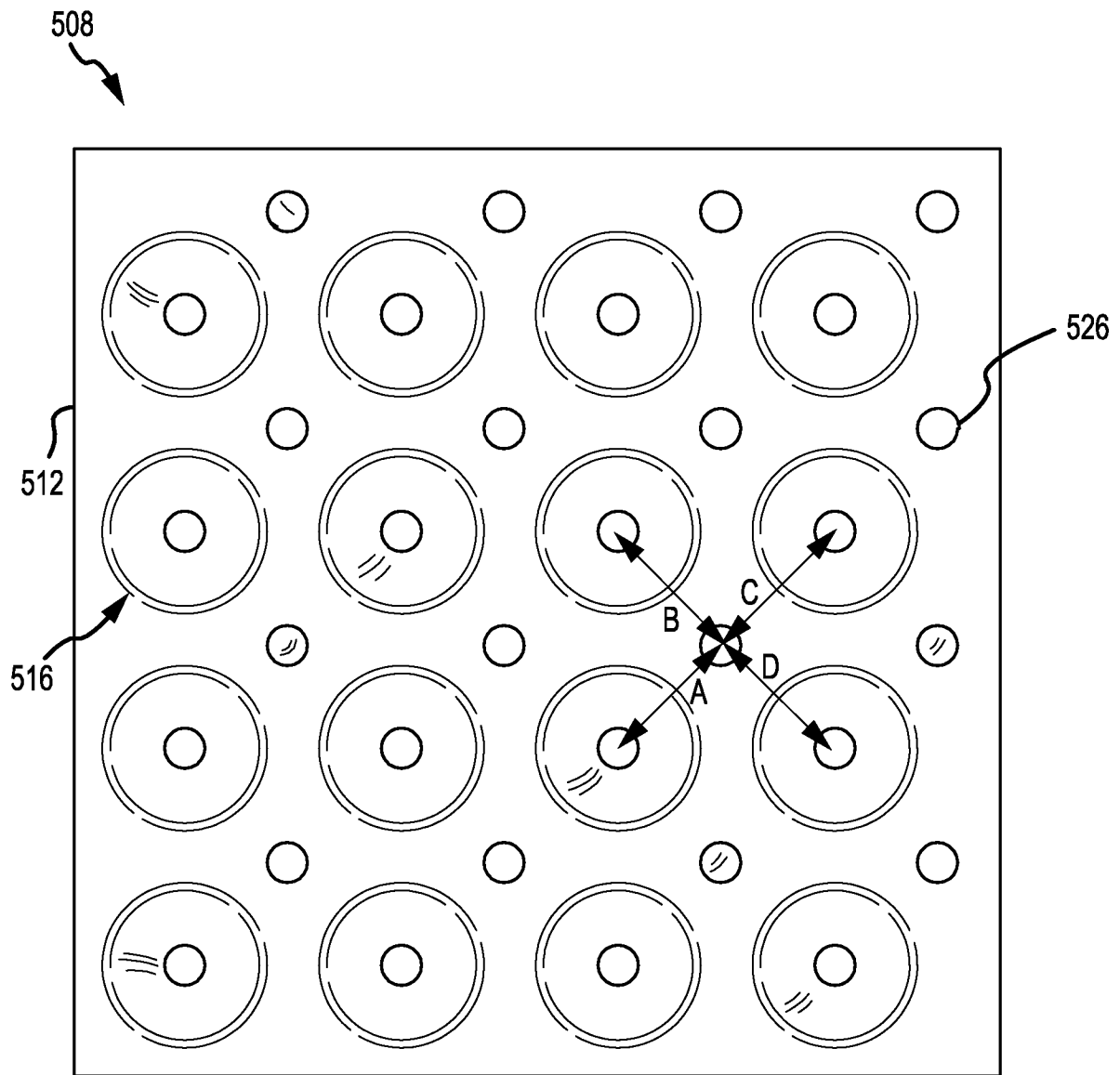
ФИГ. 2



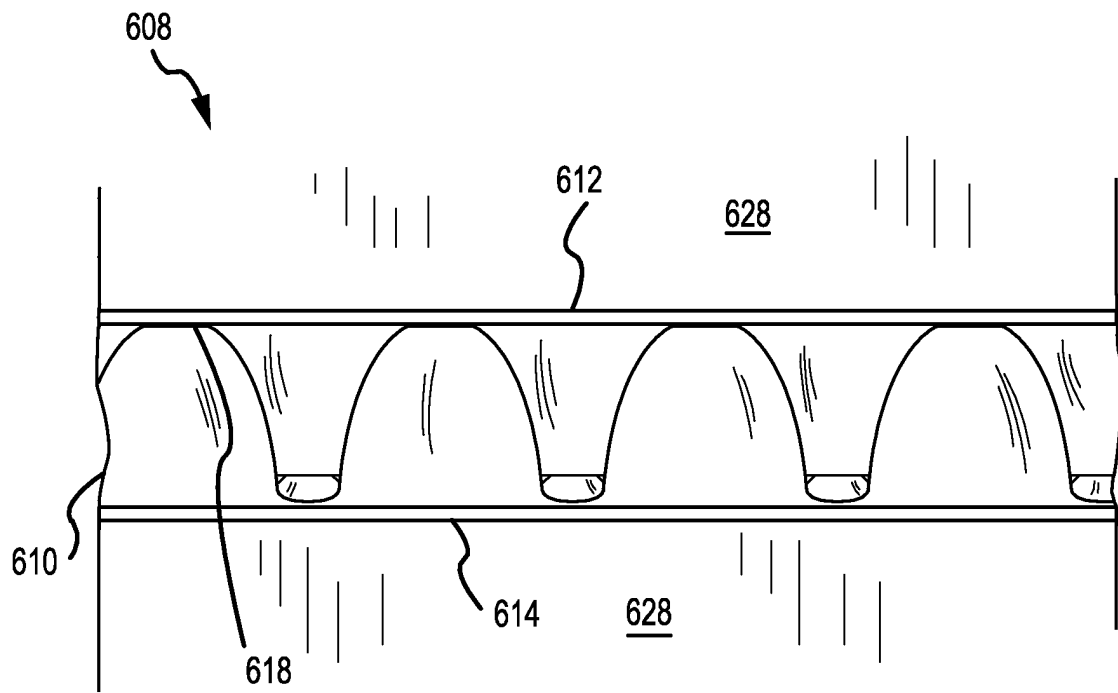
ФИГ. 3



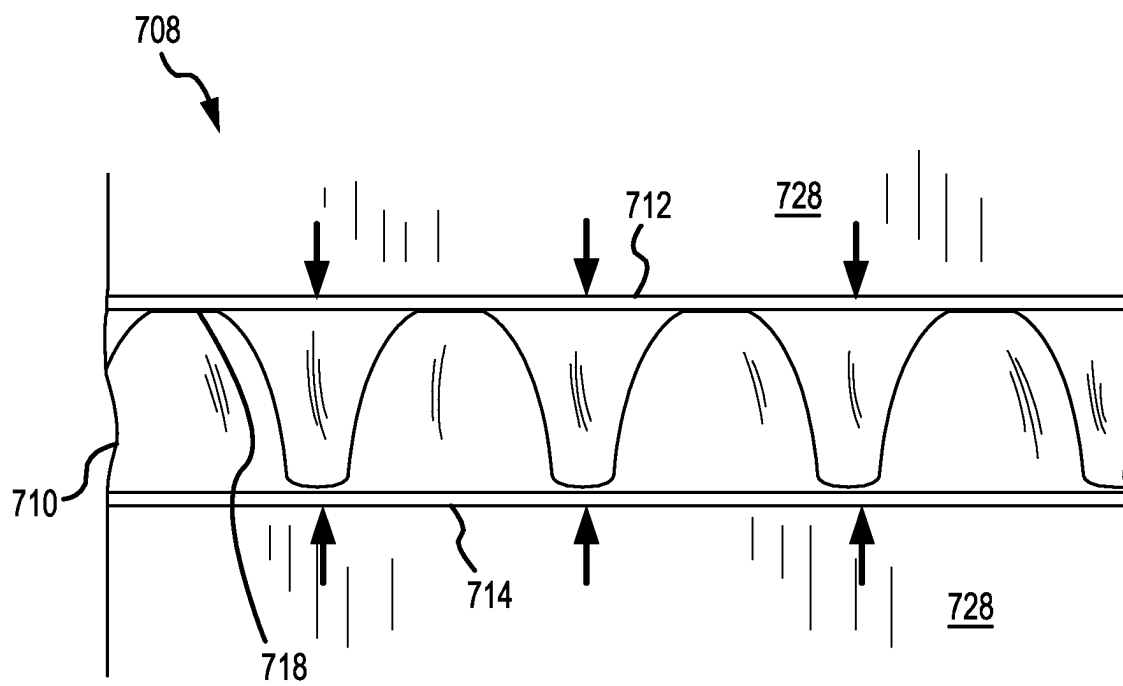
ФИГ. 4



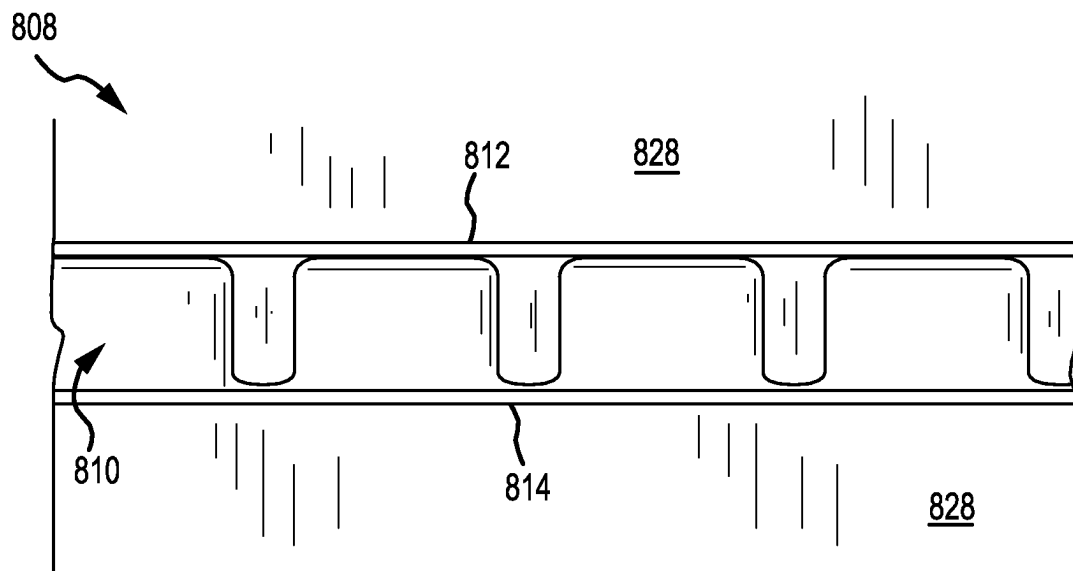
ФИГ. 5



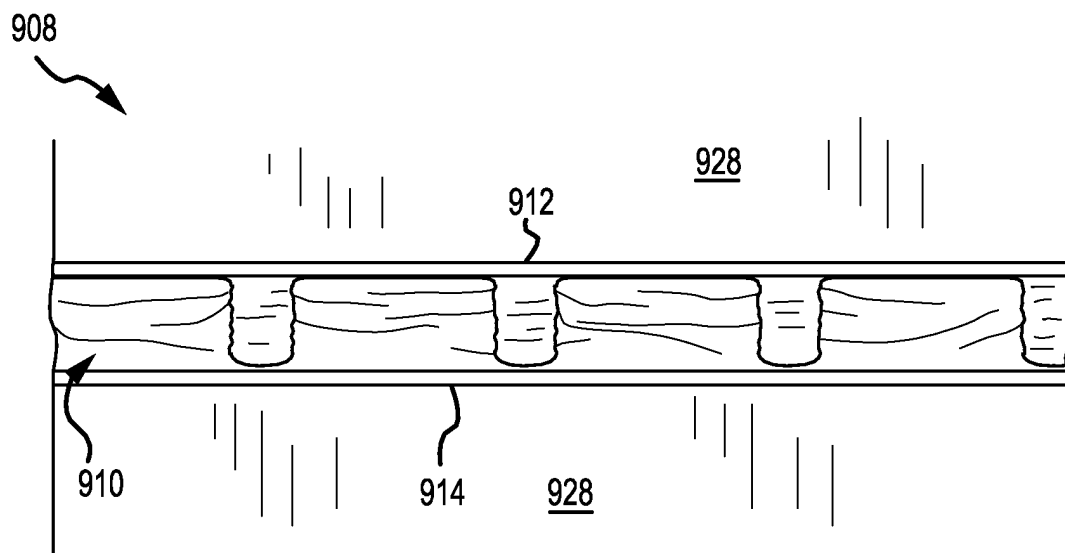
ФИГ. 6



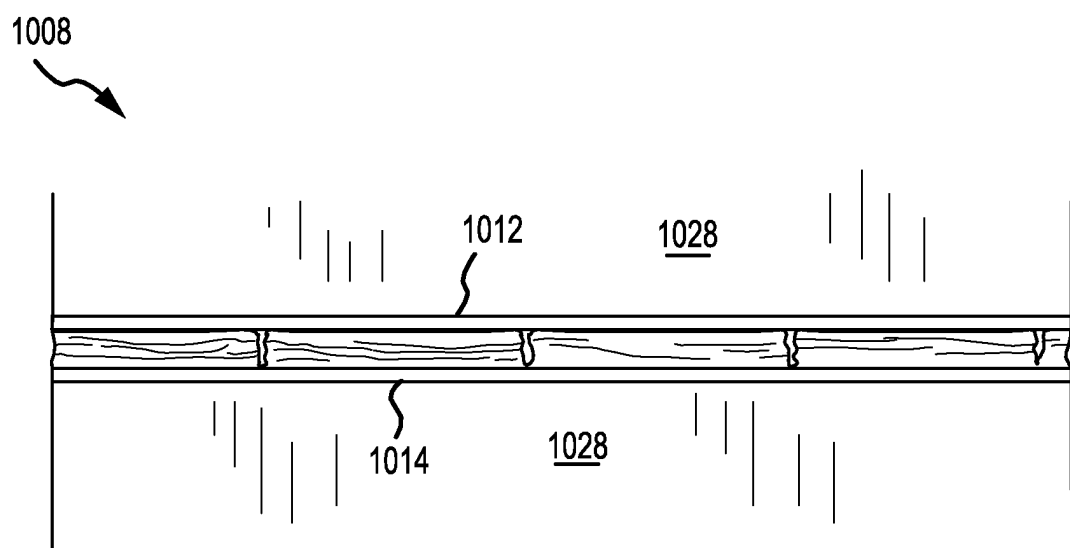
ФИГ. 7



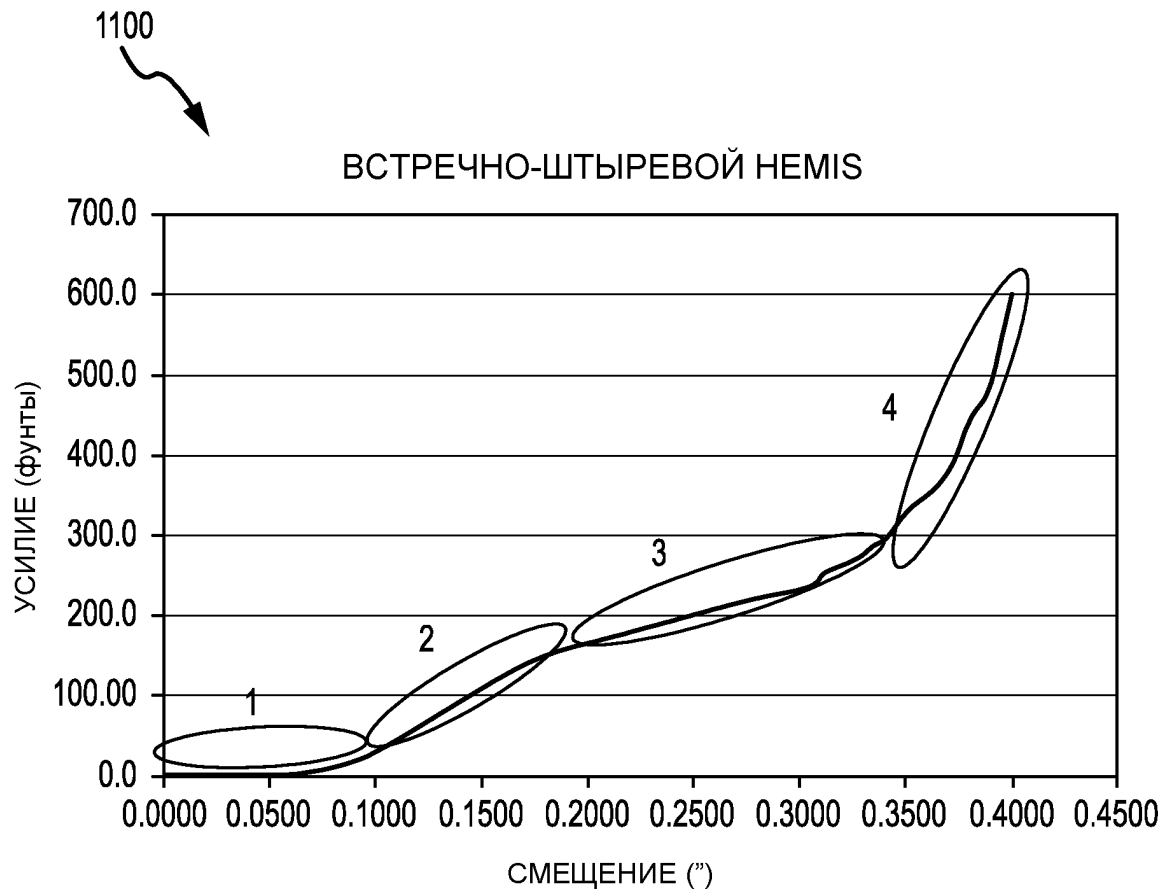
ФИГ. 8



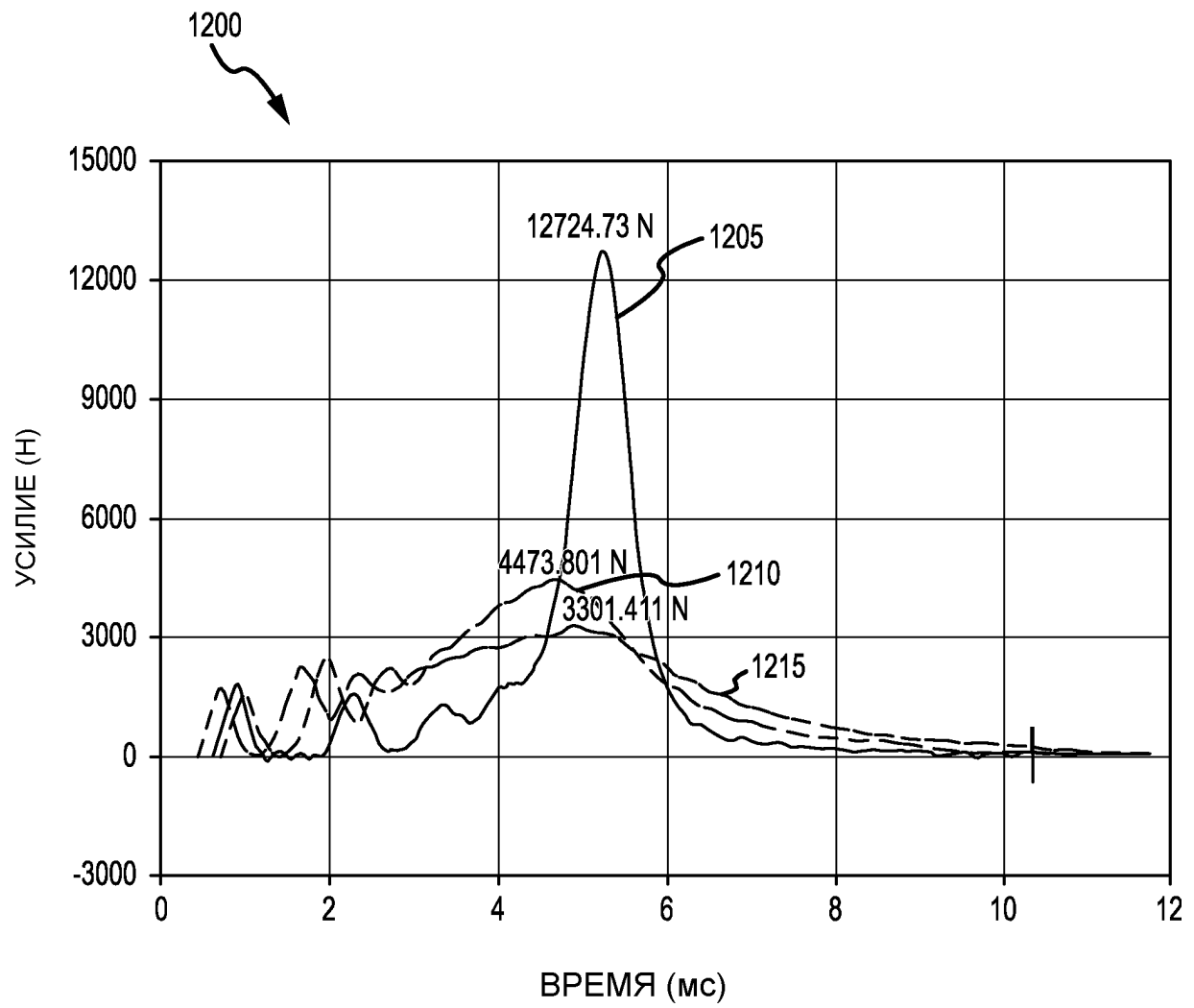
ФИГ. 9



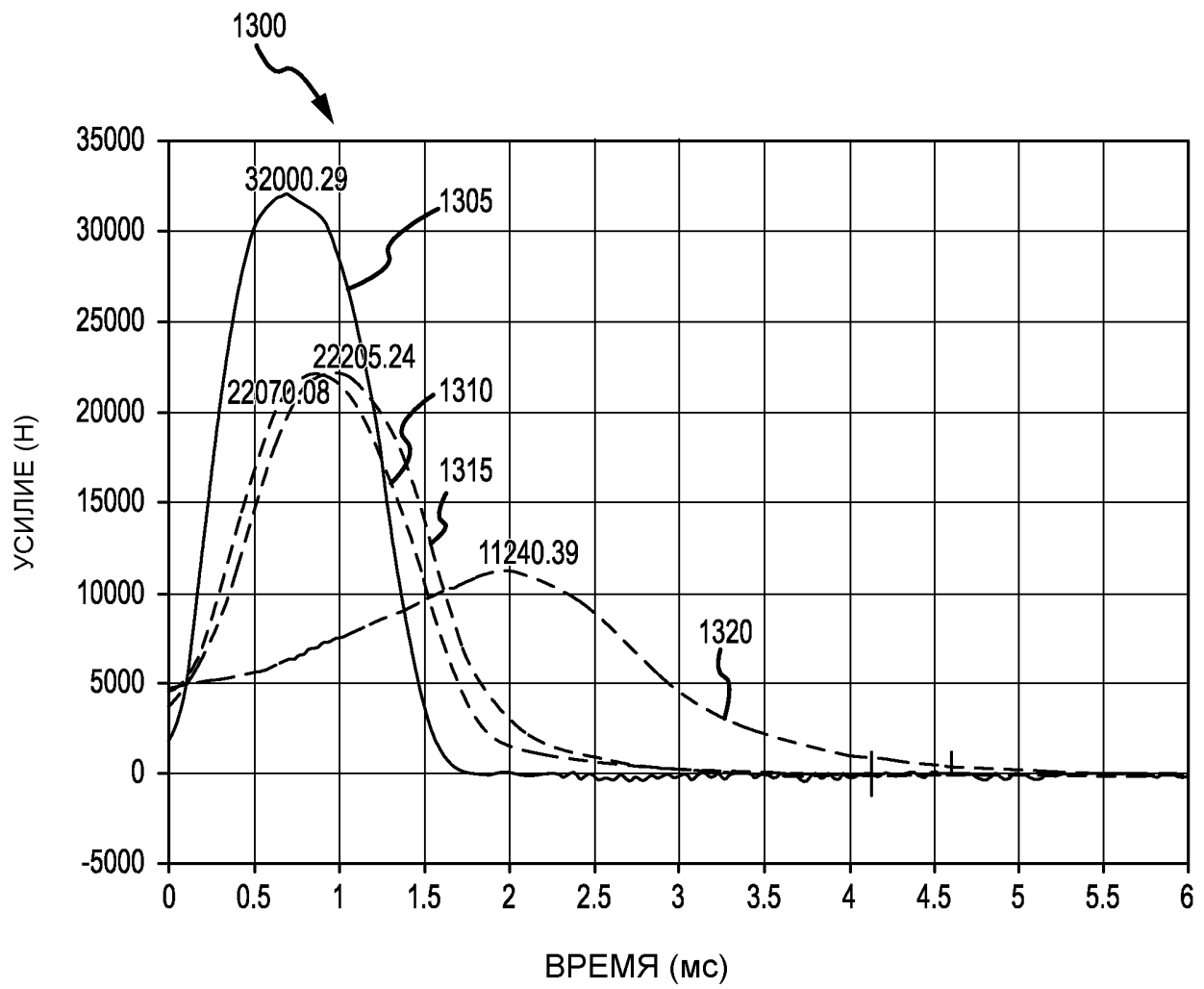
ФИГ. 10



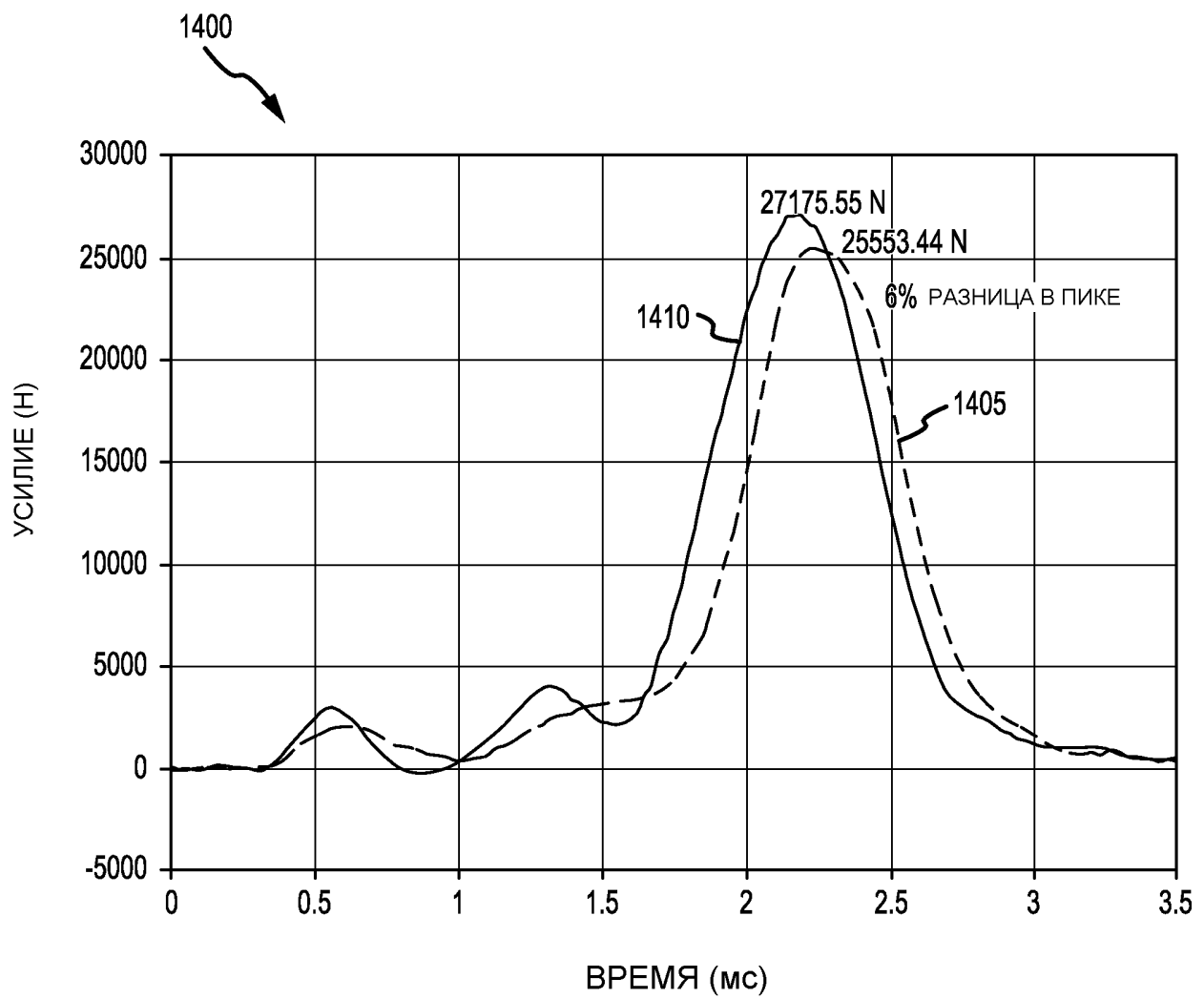
ФИГ. 11



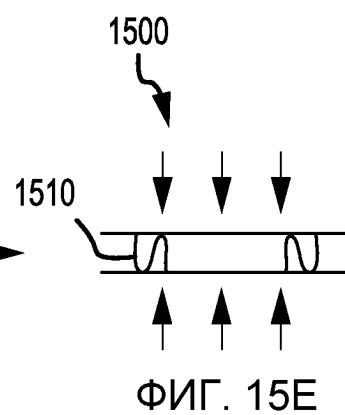
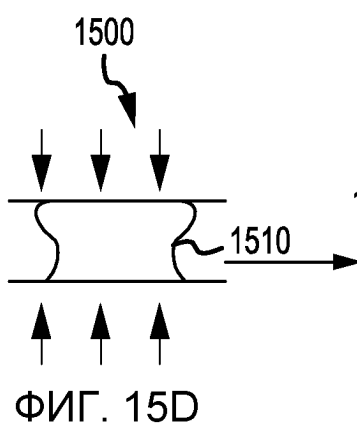
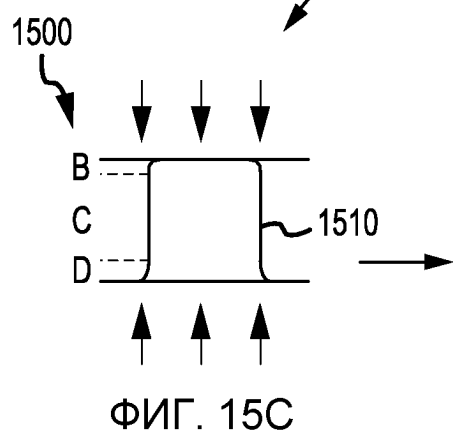
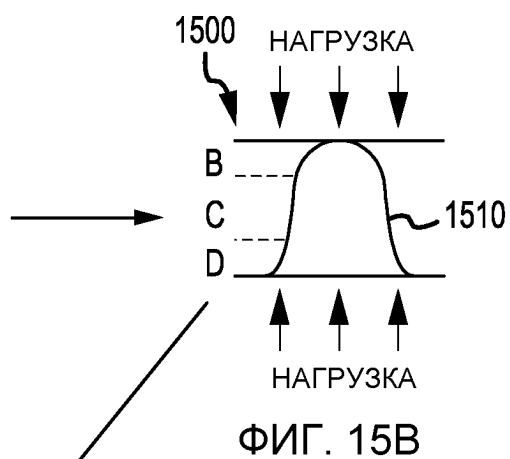
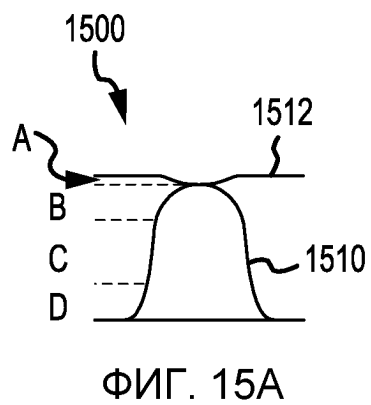
ФИГ. 12

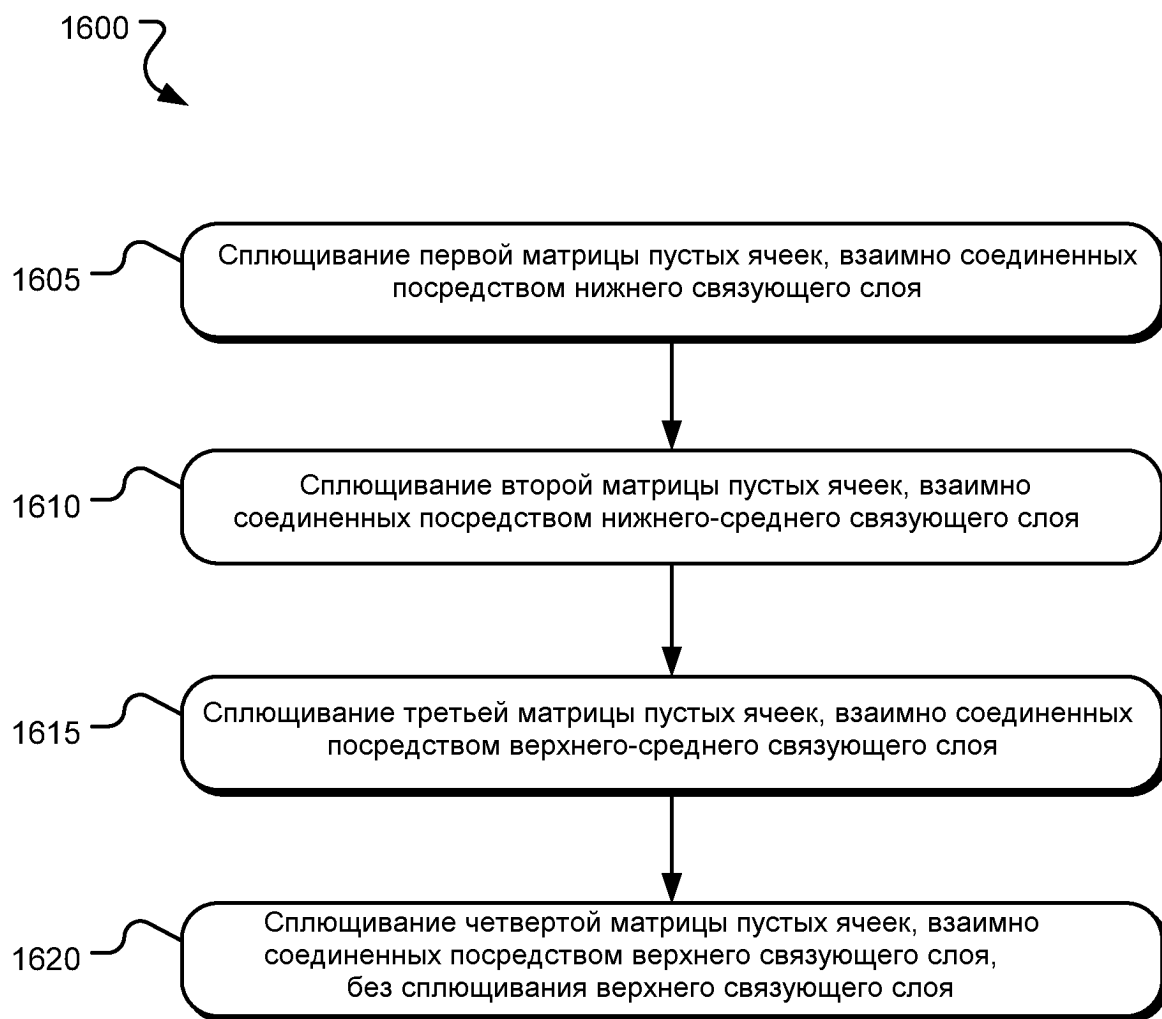


ФИГ. 13

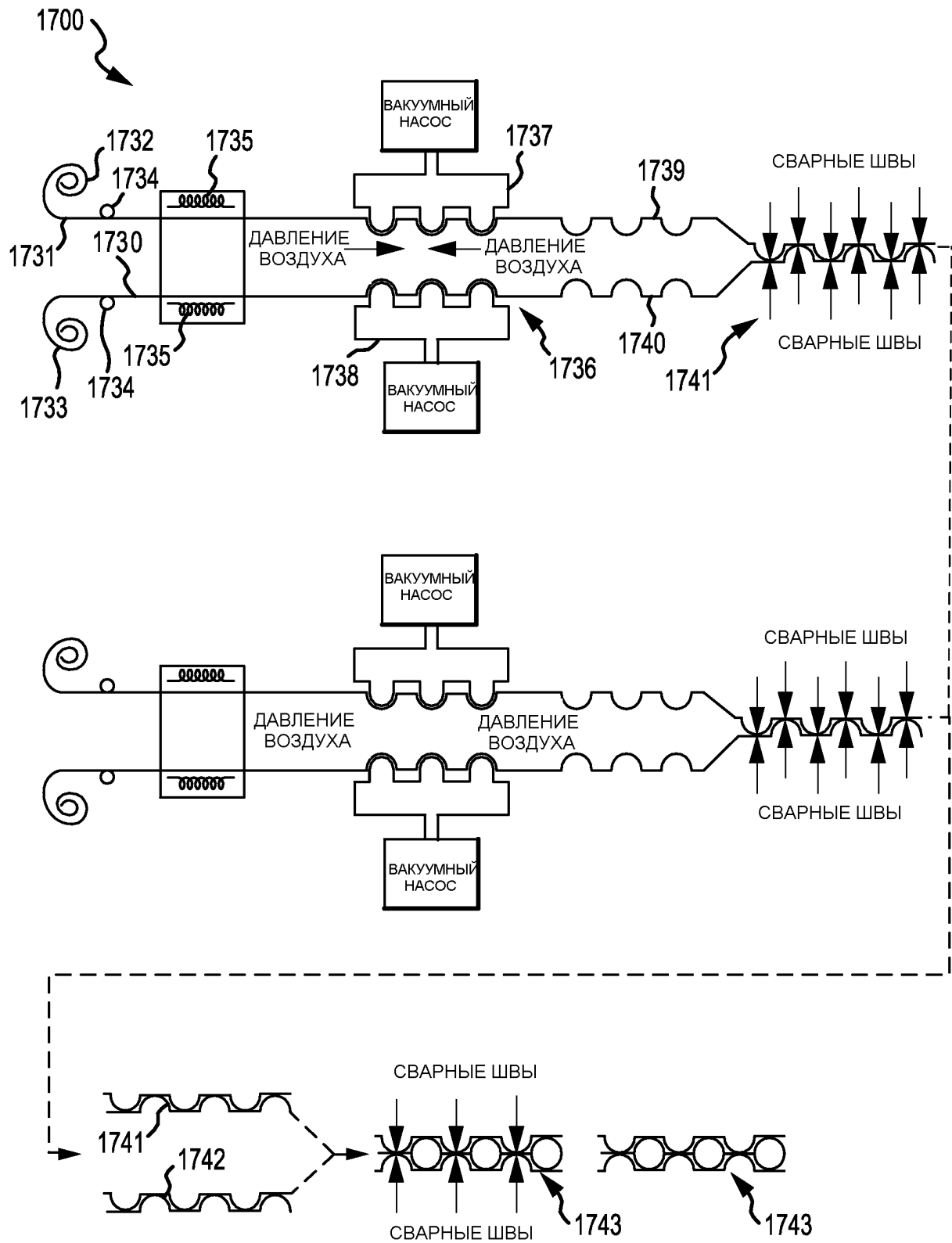


ФИГ. 14

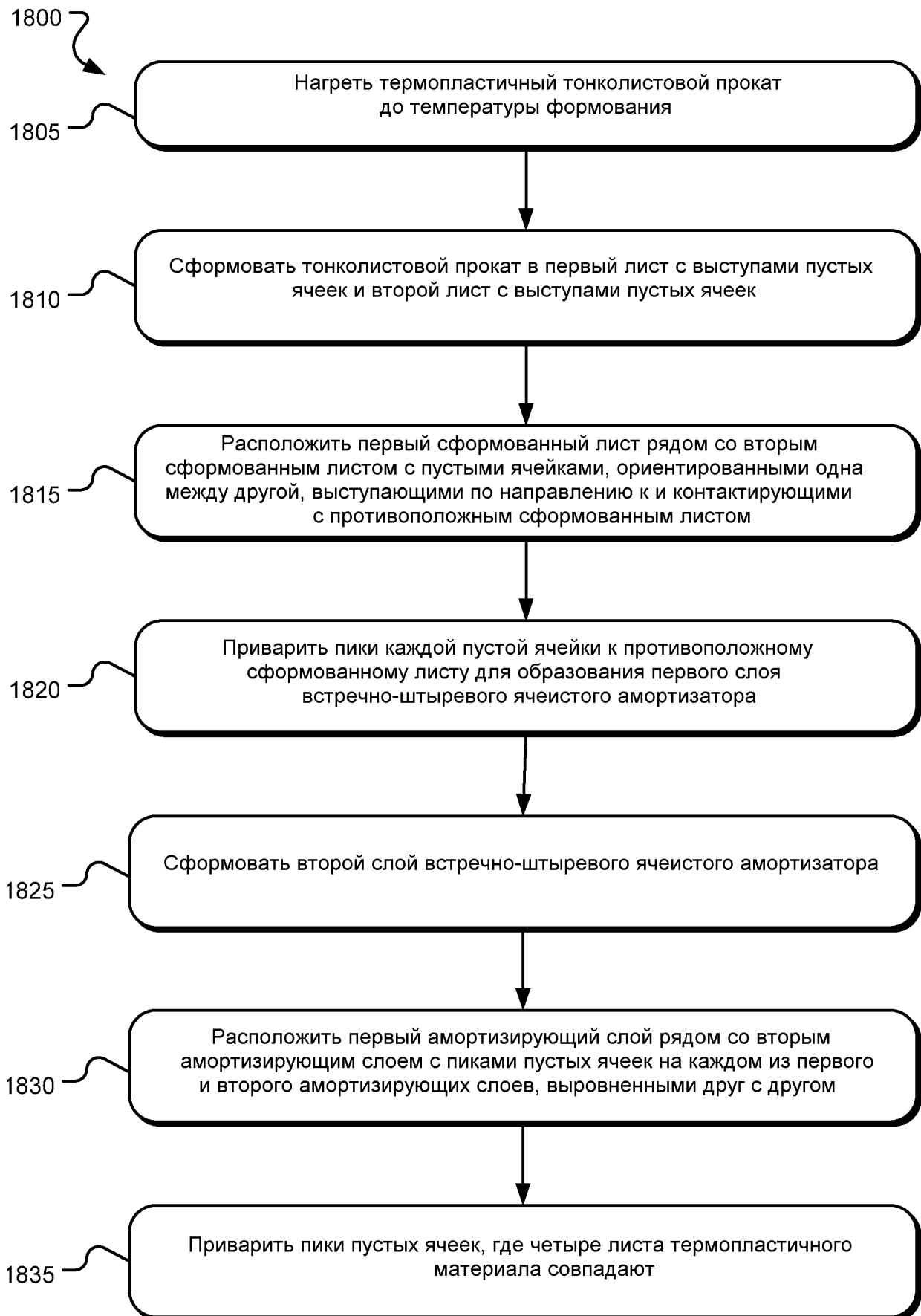




ФИГ. 16



ФИГ. 17



ФИГ. 18