

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 747 179** ⁽¹³⁾ **C1**(51) МПК
B32B 7/00 (2006.01)
(52) СПК
B32B 7/00 (2021.02)**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ****(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

Статус: действует (последнее изменение статуса: 10.05.2021)

<p>(21)(22) Заявка: 2020129315, 04.09.2020</p> <p>(24) Дата начала отсчета срока действия патента: 04.09.2020</p> <p>Дата регистрации: 28.04.2021</p> <p>Приоритет(ы): (22) Дата подачи заявки: 04.09.2020</p> <p>(45) Опубликовано: 28.04.2021 Бюл. № 13</p> <p>(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2580729 C1, 10.04.2016. RU 107213 U1, 10.08.2011. RU 93714 U1, 10.05.2010. RU 2471586 C2, 10.01.2013. RU 113756 U1, 27.02.2012. RU 2307739 C2, 10.10.2007. US 3992162 A, 16.11.1976.</p> <p>Адрес для переписки: 125993, Москва, Волоколамское ш., 4, МАИ, патентный отдел</p>	<p>(72) Автор(ы): Колпаков Андрей Михайлович (RU), Долгов Олег Сергеевич (RU), Васильев Сергей Леонидович (RU), Прокопенко Денис Алексеевич (RU), Ефремов Александр Викторович (RU)</p> <p>(73) Патентообладатель(и): Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)" (RU)</p>
--	--

(54) Дискретный заполнитель многослойной панели**(57) Реферат:**

Изобретение относится к многослойным конструкциям с заполнителями в виде повторяющихся пирамидальных дискретных структур и может быть использовано в производстве заполнителей многослойных панелей из различных листовых материалов, работающих на сопротивление деформации и устойчивости несущих слоев, при воздействии скручивающей, изгибающей и сжимающей силы во многих отраслях промышленности. Дискретный заполнитель многослойной панели представляет собой объемную структуру в виде повторяющихся изолированных друг от друга либо сопряженных между собой пирамидальных трех-, четырех- или шестигранных ячеек, имеющих контактные площадки для соединения с несущими слоями либо с другими слоями заполнителя. Оси дискретных ячеек ориентируют под заданными углами к основанию для обеспечения необходимой жесткости конструкции и прилегания к слоям обшивки. Изобретение обеспечивает создание надежного и прочного дискретного заполнителя за счет континуальности структуры, обеспечивающей высокую жесткость, а также создание надежного соединения с обшивками. 3 з.п. ф-лы, 33 ил.

Изобретение относится к многослойным конструкциям с заполнителями в виде повторяющихся пирамидальных структур и может быть использовано в производстве многослойных панелей из различных материалов, таких как металлы, полимеры, полимерные композиционные материалы, работающих на сопротивление деформации и устойчивости несущих слоев, при воздействии изгибающей, скручивающей и сжимающей силы при воздействии давления, применяемых в авиационной, судостроительной, автомобилестроительной, строительной и других отраслях промышленности.

При различных видах нагружения эффективность применяемых многослойных конструкций в значительной степени зависит от механических характеристик применяемого заполнителя, и естественным является поиск новых геометрических структур заполнителя.

Наиболее близким по технической сущности, взятым в качестве прототипа, является изобретение "Ферменный заполнитель многослойной панели", относящееся к многослойным конструкциям с заполнителями в виде повторяющихся пирамидальных и тетраэдральных структур, которое может быть использовано в производстве многослойных панелей из различных материалов (металлы, керамика, стекло, полимеры, композиты, полупроводники), работающих на устойчивость при действии наружного давления и сжимающей силы (патент RU 2580729 С1, опубл. 10.04.2016).

Недостатками данного изобретения является:

- Сложность соединения несущих слоев с обшивкой, связанная с необходимостью одновременного совмещения выступов заполнителя с прорезями в несущих слоях;
- Необходимость создания прорезей в несущих слоях трехслойной конструкции, ослабляющих прочностные характеристики.
- Большая трудоемкость изготовления конструкции заполнителя, состоящего из отдельных элементов;
- Невозможность использования в многослойных панелях, имеющих переменную толщину в сочетании с двойной кривизной, что особенно актуально при применении в конструкции несущих поверхностей летательных аппаратов;
- Опасность потери устойчивости отдельных стержневых элементов при работе на сжатие ввиду прерывистости конструкции, что снижает прочностные характеристики трехслойной панели. Решаемой задачей изобретения является повышение прочностных характеристик и упрощение изготовления заполнителей многослойных конструкций ориентированных на серийное производство за счет решения конструктивно-технологической задачи обеспечения возможности изготовления из листового материала методами штамповки, термовакуумной формовки, либо выкладкой из полимерных композиционных материалов имеющих эластичные свойства ввиду структуры плетения ткани.

Техническим результатом предлагаемого изобретения является, упрощение изготовления, повышение прочностных характеристик, повышение надежности, возможность использования в панелях с двойной кривизной и переменной толщиной.

Заявленный технический результат достигается тем, что дискретный заполнитель многослойной панели представляет собой размещаемую между обшивками объемную структуру из одного или нескольких слоев заполнителя, слой заполнителя выполнен цельным в виде повторяющихся пирамидальных ячеек, ориентированных вершинами в одном направлении, либо поочередно в противоположных направлениях, на вершинах и ребрах оснований ячеек расположены контактные площадки для соединения с другими слоями заполнителя или обшивками, при этом ячейки в одном слое могут быть соединены по ребрам оснований с изолированным внутренним пространством, либо быть сопряженными друг с другом; угол наклона оси ячеек к основанию обеспечивает прилегание заполнителя к поверхностям обшивки.

Каждая пирамидальная ячейка может быть выполнена трехгранной, четырехгранной или шестигранной, при этом контактная площадка на вершине выполнена в виде квадрата, треугольника либо гексагона соответственно.

Основание каждой пирамидальной ячейки может быть выполнено в виде квадрата, треугольника либо гексагона, а контактная площадка на вершине выполнена в виде круга.

На контактных площадках ячеек могут быть выполнены отверстия для соединения слоев заполнителя друг с другом и с обшивкой. Элементарные изолированные пирамидальные ячейки и дискретный заполнитель могут иметь различные модификации.

Элементарная ячейка может быть выполнена трехгранной с контактной площадкой на вершине в виде треугольника (фиг. 1). Ячейка соединяется с соседними ячейками по ребрам основания. На фиг. 2 представлен однослойный дискретный заполнитель с ячейками такого типа. На фиг. 3 представлен многослойный заполнитель, состоящий из двух слоев дискретного заполнителя, показанного на фиг. 2. Слои заполнителя контактируют между собой контактными площадками на вершинах ячеек.

Элементарная ячейка может быть выполнена четырехгранной, с контактной площадкой на вершине в виде круга (фиг. 4). Ячейка соединяется с соседними ячейками по ребрам основания. На фиг. 5 представлен однослойный дискретный заполнитель с ячейками такого типа. На фиг. 6 представлен многослойный заполнитель, состоящий из двух слоев дискретного заполнителя, показанного на фиг.

5. Слои заполнителя контактируют между собой контактными площадками на вершинах ячеек.

Элементарная ячейка может быть выполнена трехгранной, сопряженной с соседними ячейками и с контактной площадкой на вершине в виде круга (фиг. 7). На фиг. 8 представлен однослойный дискретный заполнитель с ячейками такого типа. На фиг. 9 представлен многослойный заполнитель, состоящий из двух слоев дискретного заполнителя, показанного на фиг. 8. Слои заполнителя контактируют между собой контактными площадками на вершинах ячеек.

Элементарная ячейка может быть выполнена четырехгранной с контактной площадкой на вершине в виде квадрата (фиг. 10). Ячейка соединяется с соседними ячейками по ребрам основания. На фиг. 11 представлен однослойный дискретный заполнитель с ячейками такого типа. На фиг. 12 представлен многослойный заполнитель, состоящий из двух слоев дискретного заполнителя, показанного на фиг. 11. Слои заполнителя контактируют между собой контактными площадками на вершинах ячеек.

Элементарная ячейка может быть выполнена четырехгранной, с контактной площадкой на вершине в виде круга (фиг. 13). Ячейка соединяется с соседними ячейками по ребрам основания. На фиг. 14 представлен однослойный дискретный заполнитель с ячейками такого типа. На фиг. 13 представлен многослойный заполнитель, состоящий из двух слоев дискретного заполнителя, показанного на фиг. 15. Слои заполнителя контактируют между собой контактными площадками на вершинах ячеек.

Элементарная ячейка может быть выполнена четырехгранной, сопряженной с соседними ячейками и с контактной площадкой на вершине в виде круга (фиг. 16). На фиг. 17 представлен однослойный дискретный заполнитель с ячейками такого типа. На фиг. 18 представлен многослойный заполнитель, состоящий из двух слоев дискретного заполнителя, показанного на фиг. 17. Слои заполнителя контактируют между собой контактными площадками на вершинах ячеек.

Элементарная ячейка может быть выполнена шестигранной с контактной площадкой на вершине в виде гексагона (фиг. 19). Ячейка соединяется с соседними ячейками по ребрам основания. На фиг. 20 представлен однослойный дискретный заполнитель с ячейками такого типа. На фиг. 21 представлен многослойный заполнитель, состоящий из двух слоев дискретного заполнителя, показанного на фиг. 20. Слои заполнителя контактируют между собой контактными площадками на вершинах ячеек.

Элементарная ячейка может быть выполнена шестигранной, с контактной площадкой на вершине в виде круга (фиг. 22). Ячейка соединяется с соседними ячейками по ребрам основания. На фиг. 23 представлен однослойный дискретный заполнитель с ячейками такого типа. На фиг. 24. представлен многослойный заполнитель, состоящий из двух слоев дискретного заполнителя, показанного на фиг. 23. Слои заполнителя контактируют между собой контактными площадками на вершинах ячеек.

Элементарная ячейка может быть выполнена шестигранной, сопряженной с соседними ячейками и с контактной площадкой на вершине в виде круга (фиг. 25). На фиг. 26 представлен однослойный дискретный заполнитель с ячейками такого типа. На фиг. 27 представлен многослойный заполнитель, состоящий из двух слоев дискретного заполнителя, показанного на фиг. 26. Слои заполнителя контактируют между собой контактными площадками на вершинах ячеек.

На Фиг. 28 представлен однослойный дискретный заполнитель, состоящий из пирамидальных трехгранных изолированных ячеек дискретного заполнителя попеременно ориентированных в противоположные стороны, в основании вершин которых лежит треугольник.

На Фиг. 29 представлен однослойный дискретный заполнитель, состоящий из пирамидальных трехгранных изолированных ячеек дискретного заполнителя попеременно ориентированных в противоположные стороны, в основании вершин которых лежит круг.

На Фиг. 30 представлен однослойный дискретный заполнитель, состоящий из пирамидальных четырехгранных изолированных ячеек дискретного заполнителя попеременно ориентированных в противоположные стороны, в основании вершин которых лежит квадрат.

На Фиг. 31 представлен однослойный дискретный заполнитель, состоящий из пирамидальных четырехгранных изолированных ячеек дискретного заполнителя попеременно ориентированных в противоположные стороны, в основании вершин которых лежит окружность;

На Фиг. 32 представлен однослойный дискретный наполнитель, состоящий из пирамидальных гексагональных изолированных ячеек дискретного наполнителя попеременно ориентированных в противоположные стороны, в основании вершин которых лежит шестигранник;

На Фиг. 33 представлен однослойный дискретный наполнитель, состоящий из пирамидальных гексагональных изолированных ячеек дискретного наполнителя попеременно ориентированных в противоположные стороны, в основании вершин которых лежит окружность;

Изготовление наполнителя, имеющего дискретную структуру, возможно из различных листовых материалов с помощью технологической оснастки, повторяющей внутреннюю поверхность наполнителя. Ввиду сложности геометрической формы дискретного наполнителя возможны несколько технологических способов изготовления, которые в состоянии обеспечить высокое качество изготовления при серийном производстве деталей такого типа. Технологические способы изготовления выбираются в зависимости от материала, из которого будет изготавливаться наполнитель:

1 - Металл - штамповка эластичным пуансоном;

2 - Полимер - термовакуумная формовка;

3 - Полимерный композиционный материал (имеющий эластичные свойства) - выкладка в негативную оснастку с силиконовым вкладышем (цулагой).

После придания заготовке окончательной геометрической формы в случае многослойного наполнителя можно изготовить отверстия для крепежных элементов. После чего полученные слои соединяются между собой в местах контактных площадок для повышения прочности и надежности дискретного наполнителя с помощью сварки, пайки, склеивания, либо с помощью крепежных элементов (заклепок, люверсов и т.п.), далее таким же образом готовый наполнитель соединяют с несущими слоями трехслойной конструкции (обшивками). Перед присоединением несущих слоев внутри пустот дискретного наполнителя можно заранее проложить необходимые коммуникации, такие как проводка, трубопроводы и т.п.

По сравнению с известными аналогами, заявляемый дискретный наполнитель, выполненный в виде повторяющихся тетраэдральных, пирамидальных или гексагональных ячеек, позволяет снизить трудозатраты на изготовление наполнителей многослойных конструкций при серийном производстве, а так же обеспечить повышение надежности и прочностных характеристик без значительного увеличения массы благодаря континуальности конструкции. При этом оси дискретных ячеек можно устанавливать под необходимыми углами к их основаниям, что позволяет изготавливать многослойные конструкции, имеющие двойную кривизну, что особенно актуально в авиастроении для создания несущих поверхностей летательных аппаратов.

Дискретный наполнитель многослойной панели представляет собой объемную структуру в виде повторяющихся изолированных друг от друга либо сопряженных между собой пирамидальных трех-, четырех- или шестигранных ячеек, имеющих на вершине и ребрах основания контактные площадки для соединения с несущими слоями, либо с другими слоями наполнителя. Для точного соединения при помощи крепежных элементов (заклепки, люверсы и т.п.) с ячейками других слоев в единую конструкцию наполнителя, на каждой вершине и в основании дискретных ячеек выполняют отверстия. Ячейки могут так же соединяться с помощью клеевого соединения, а так же сварки либо припайки. При изготовлении наполнителя оси дискретных ячеек ориентируют под заданными углами к основанию, что обеспечивает необходимую жесткость конструкции и плотное прилегание наполнителя к обшивке двойной кривизны. Затем полученные ячейки соединяют с несущими слоями (обшивками). Для этого совмещают контактные площадки, находящиеся на вершинах, либо основаниях дискретных ячеек, либо заранее проделанные в них отверстия и вставляют в них крепежные элементы, либо приваривают, припайвают или склеивают между собой места контакта для обеспечения прочного соединения. Изобретение обеспечивает создание надежного и прочного дискретного наполнителя за счет континуальности структуры, обеспечивающей высокую жесткость, а также создание надежного соединения с обшивками.

Формула изобретения

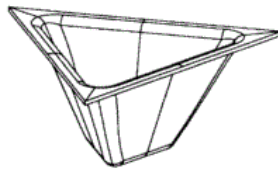
1. Дискретный наполнитель многослойной панели, представляющий собой размещаемую между обшивками объемную структуру из одного или нескольких слоев наполнителя, слой наполнителя выполнен цельным в виде повторяющихся

пирамидальных ячеек, ориентированных вершинами в одном направлении либо поочередно в противоположных направлениях, на вершинах и ребрах оснований ячеек расположены контактные площадки для соединения с другими слоями заполнителя или обшивками, при этом ячейки в одном слое могут быть соединены по ребрам оснований с изолированным внутренним пространством, либо быть сопряженными друг с другом; угол наклона оси ячеек к основанию обеспечивает прилегание заполнителя к поверхностям обшивки.

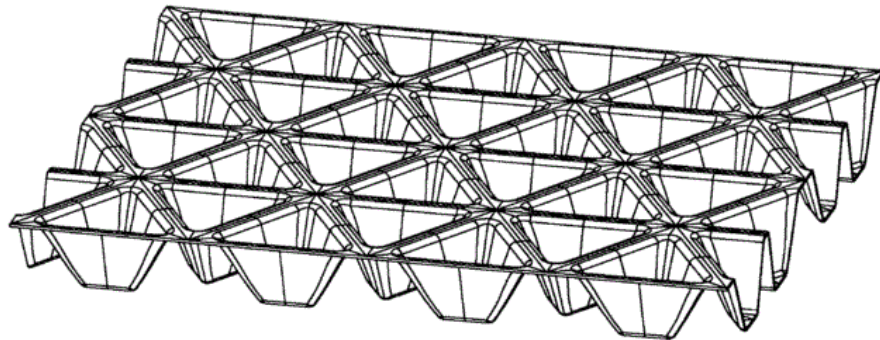
2. Дискретный заполнитель многослойной панели по п. 1, отличающийся тем, что каждая пирамидальная ячейка выполнена трехгранной, четырехгранной или шестигранной, при этом контактная площадка на вершине выполнена в виде квадрата, треугольника либо гексагона соответственно.

3. Дискретный заполнитель многослойной панели по п. 1, отличающийся тем, что основание каждой пирамидальной ячейки выполнено в виде квадрата, треугольника либо гексагона, а контактная площадка на вершине выполнена в виде круга.

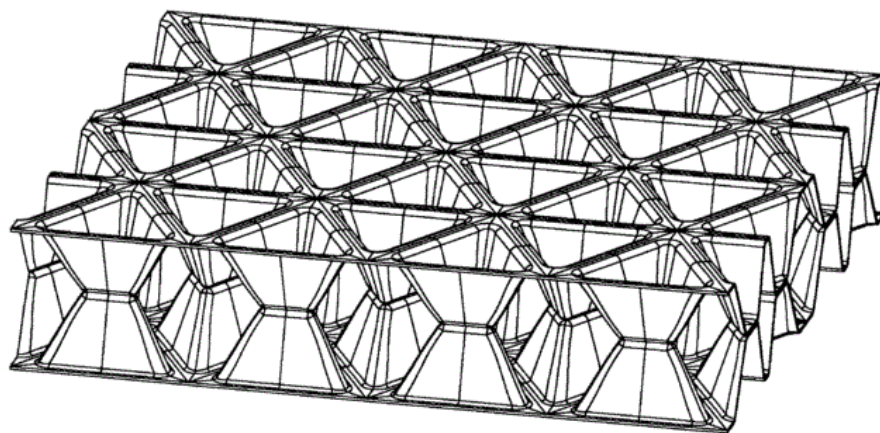
4. Дискретный заполнитель многослойной панели по п. 1, отличающийся тем, что на контактных площадках ячеек выполнены отверстия для соединения слоев заполнителя друг с другом и с обшивкой.



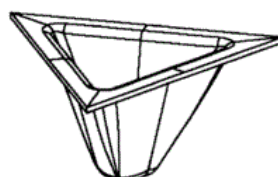
Фиг. 1



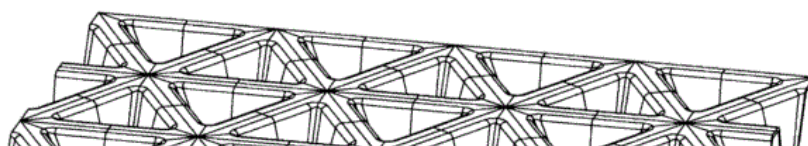
Фиг. 2

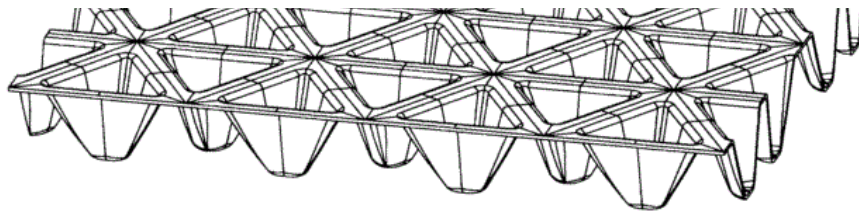


Фиг. 3

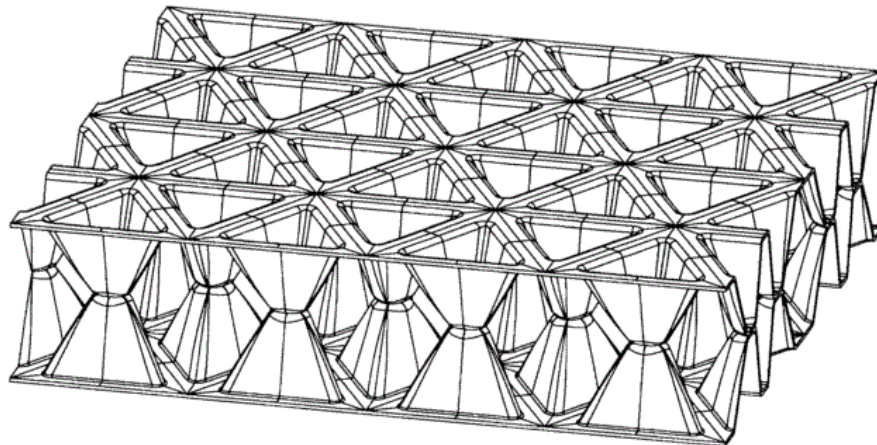


Фиг. 4

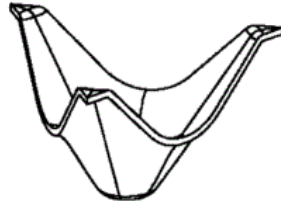




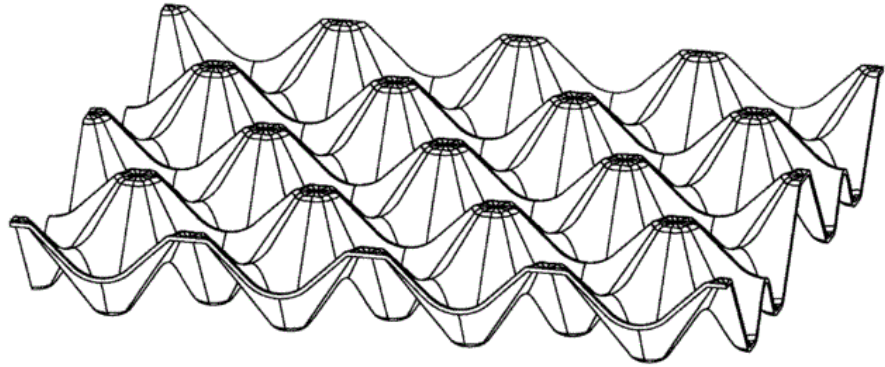
Фиг. 5



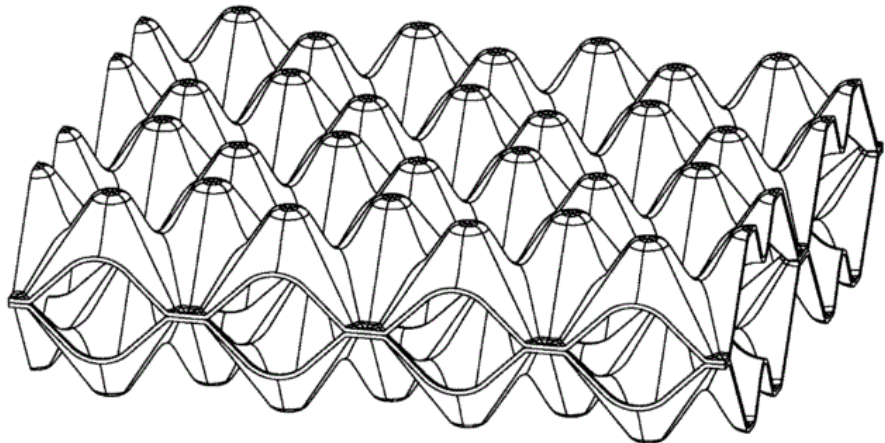
Фиг. 6



Фиг. 7



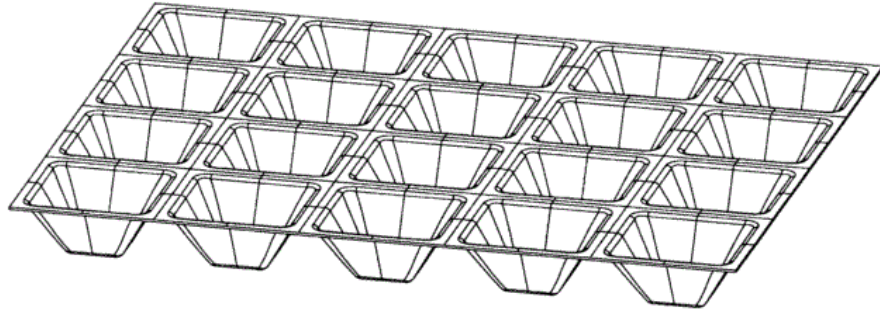
Фиг. 8



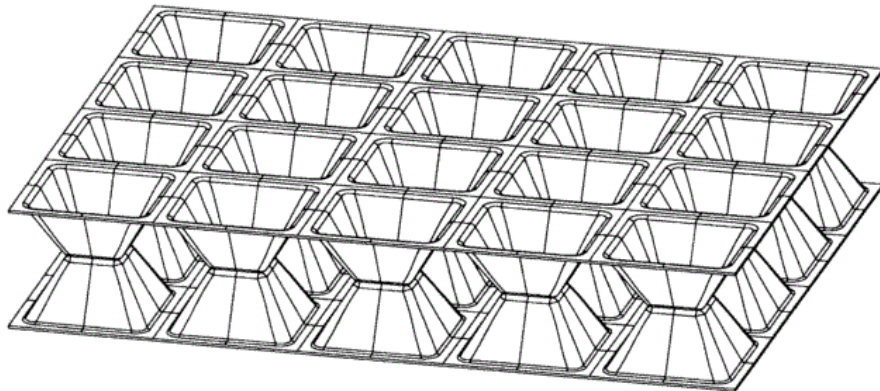
Фиг. 9



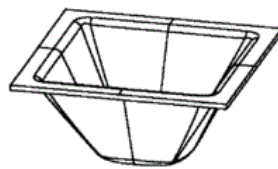
Фиг. 10



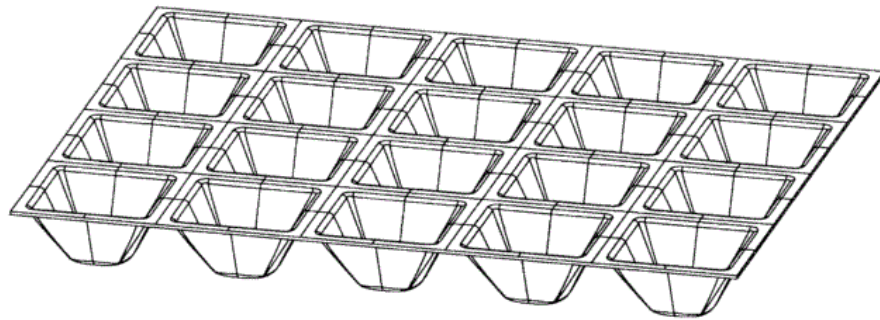
Фиг. 11



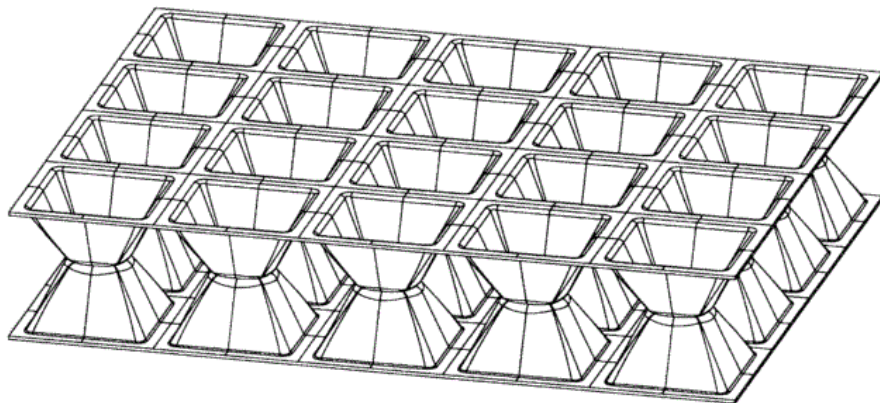
Фиг. 12



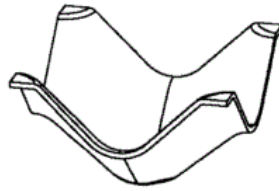
Фиг. 13



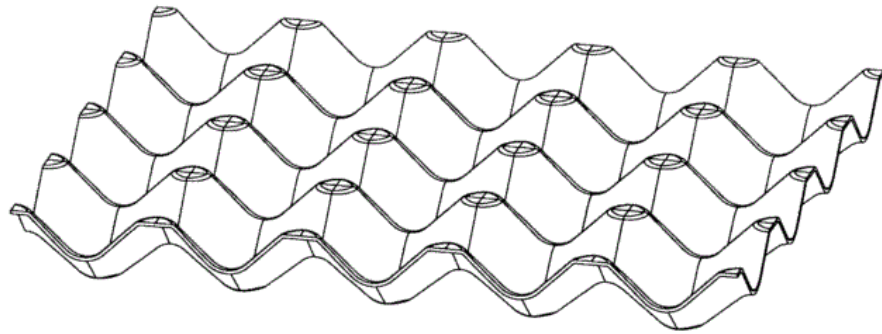
Фиг. 14



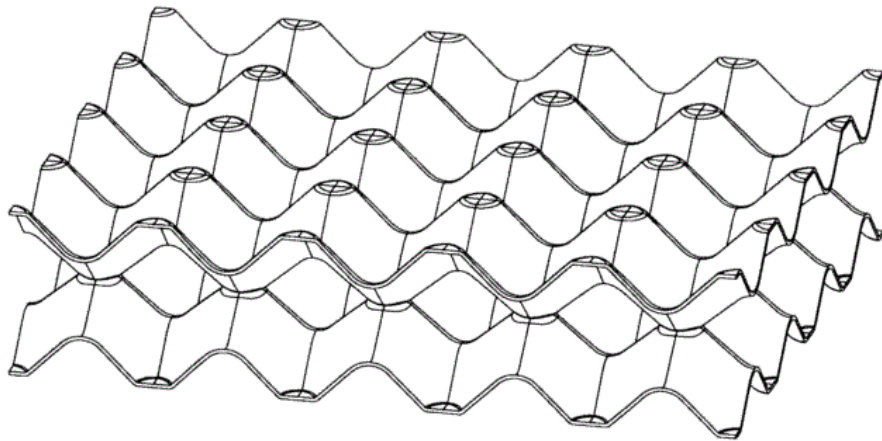
Фиг. 15



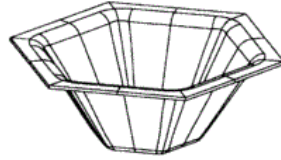
Фиг. 16



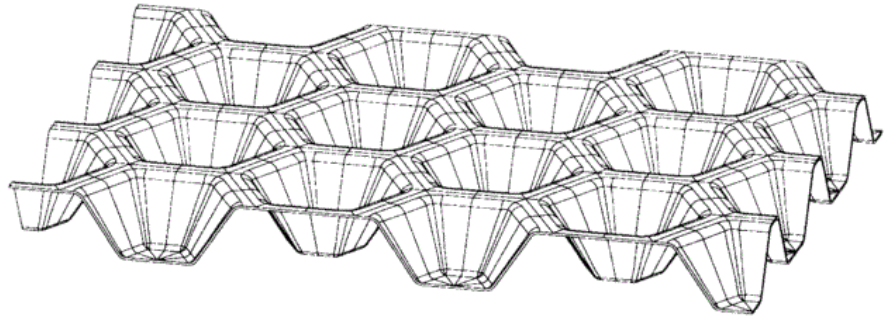
Фиг. 17



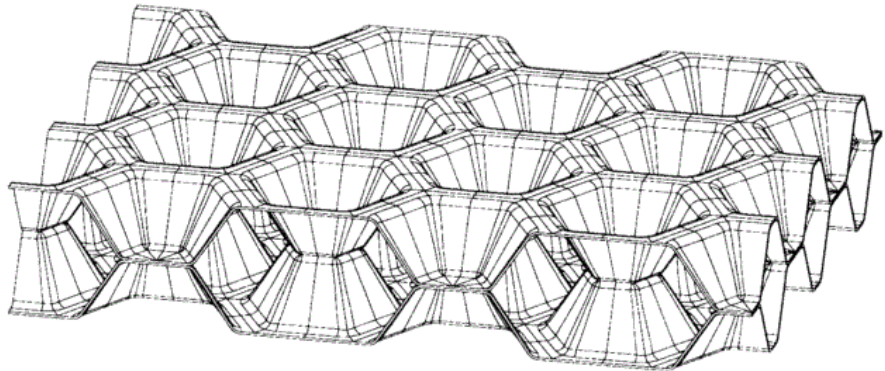
Фиг. 18



Фиг. 19



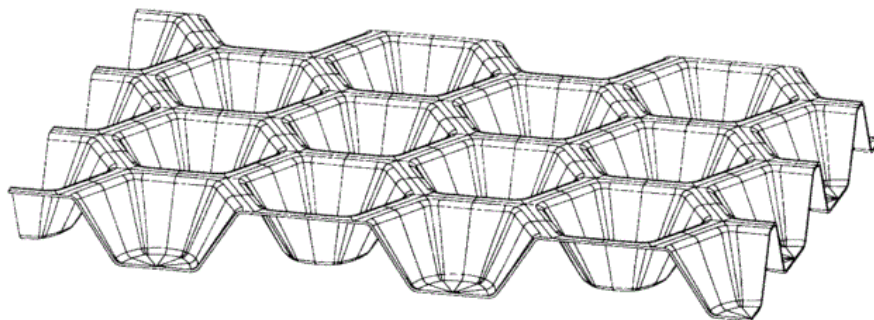
Фиг. 20



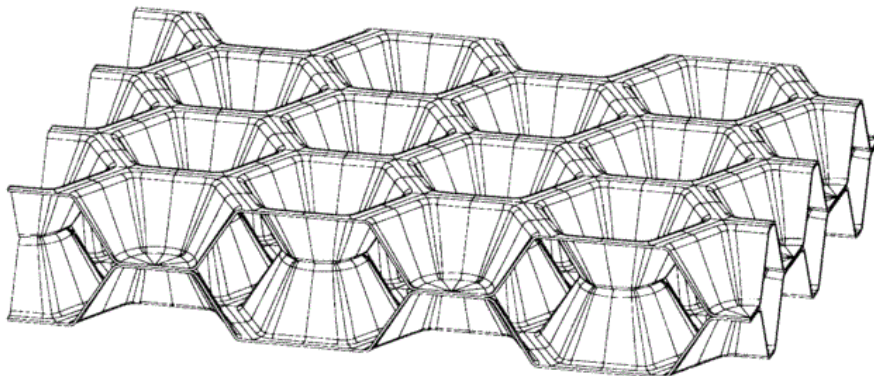
Фиг. 21



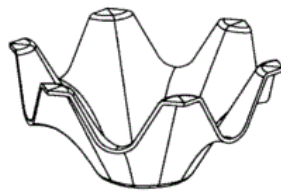
Фиг. 22



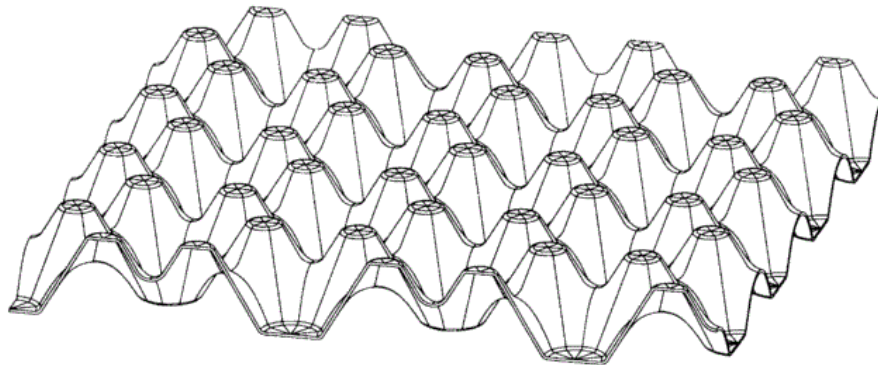
Фиг. 23



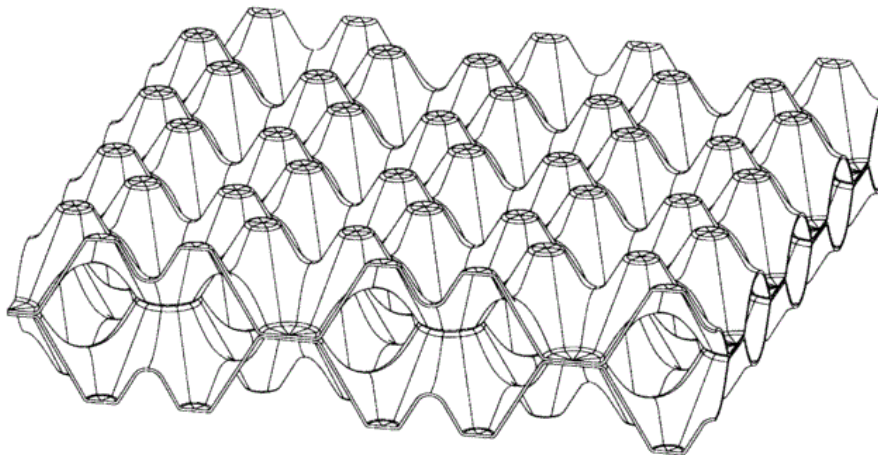
Фиг. 24



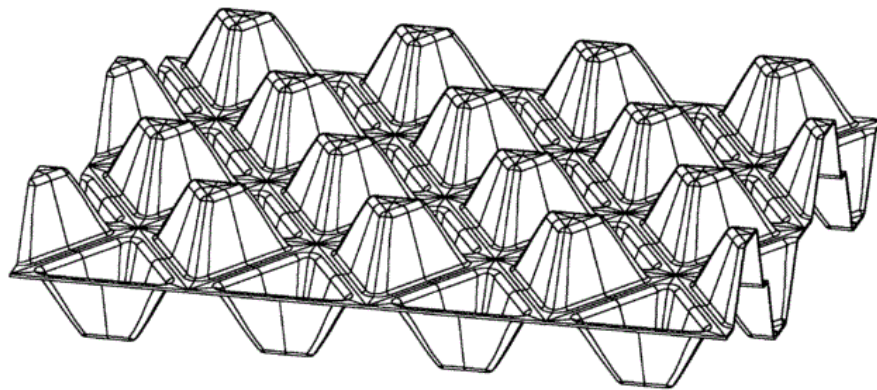
Фиг. 25



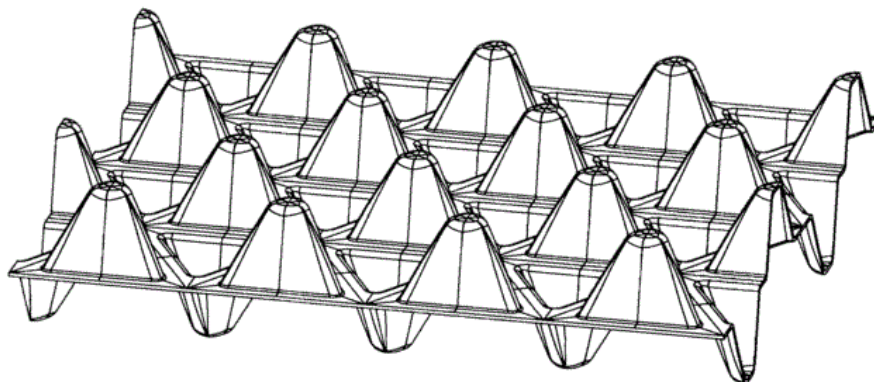
Фиг. 26



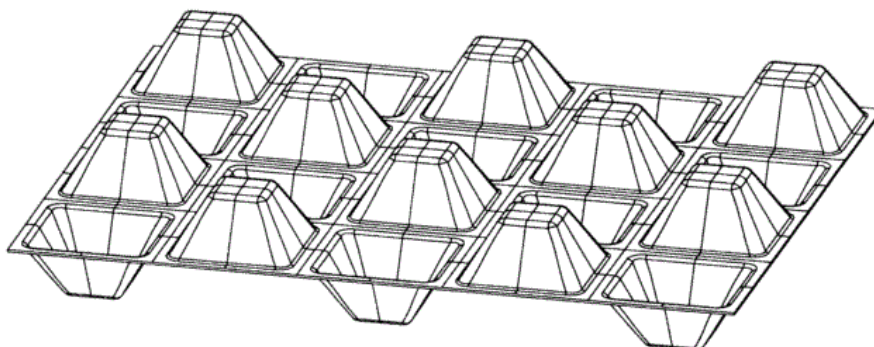
Фиг. 27



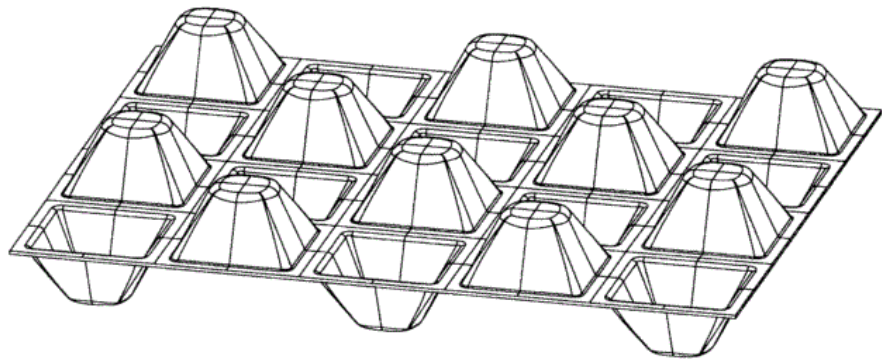
Фиг. 28



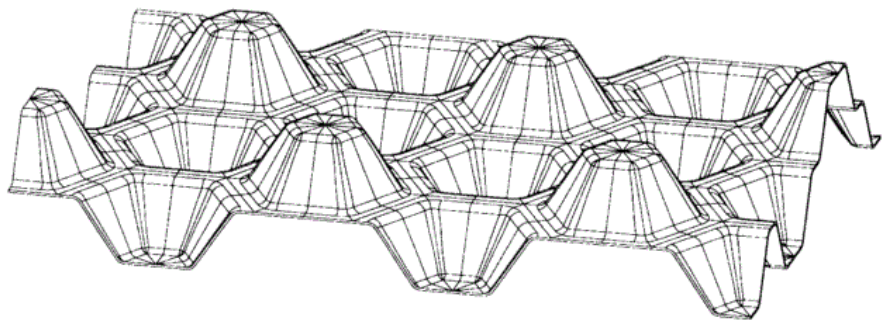
Фиг. 29



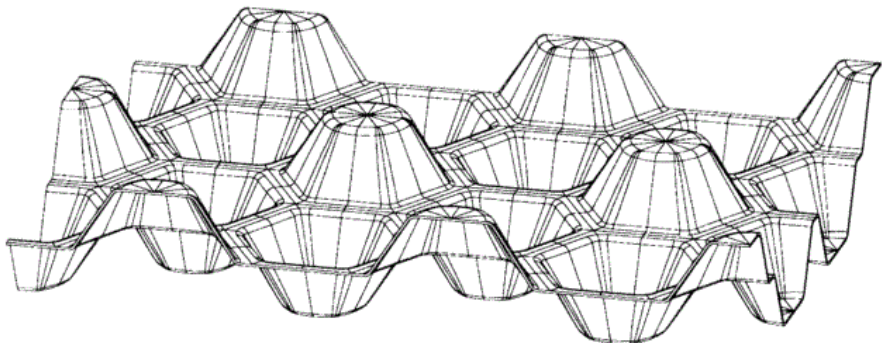
Фиг. 30



Фиг. 31



Фиг. 32



Фиг. 33