



(51) МПК
B32B 7/00 (2006.01)
B21D 13/02 (2006.01)
B21D 47/00 (2006.01)
B21D 53/00 (2006.01)
B21D 53/92 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B32B 7/00 (2021.02); *B21D 13/02* (2021.02); *B21D 47/00* (2021.02); *B21D 53/00* (2021.02); *B21D 53/92* (2021.02)

(21)(22) Заявка: 2020135017, 26.10.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
26.10.2020

Дата регистрации:
08.06.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 26.10.2020

(45) Опубликовано: 08.06.2021 Бюл. № 16

Адрес для переписки:
125993, Москва, Волоколамское ш., 4, МАИ,
патентный отдел

(72) Автор(ы):

Колпаков Андрей Михайлович (RU),
Долгов Олег Сергеевич (RU),
Васильев Сергей Леонидович (RU),
Прокопенко Денис Алексеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Московский авиационный
институт (национальный исследовательский
университет)" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2619786 C1, 18.05.2017. RU
2259254 C1, 27.08.2005. RU 2568487 C1,
20.11.2015. SU 823527 A2, 23.04.1981. WO
2009154326 A1, 23.12.2009.

(54) Многослойная несущая поверхность с дискретным наполнителем

(57) Реферат:

Изобретение относится к авиационным конструкциям и касается многослойной авиационной несущей поверхности с дискретным наполнителем. Многослойная несущая поверхность с дискретным наполнителем состоит из обшивок и размещенных между ними двух слоев наполнителя. Каждый слой наполнителя выполнен цельным и состоит из шестигранных пирамидальных дискретных ячеек, слои наполнителя соединены друг с другом контактными площадками, расположенными на вершинах дискретных ячеек. Контактные площадки ячеек соединенных слоев расположены

в зоне нейтрального слоя сечения, а оси ячеек направлены по нормали к нейтральному слою сечения. Обшивки соединены с наполнителем в зоне контактных площадок, расположенных на ребрах основания ячеек. За счет сужения пирамидальных ячеек образованы пустоты для прокладки коммуникаций и вентиляции. Изобретение обеспечивает оптимизацию технологии процесса производства авиационных конструкций, увеличение надежности и прочностных характеристик конечного изделия. 6 з.п. ф-лы, 2 ил.

RU 2 749 312 C1

RU 2 749 312 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B32B 7/00 (2006.01)
B21D 13/02 (2006.01)
B21D 47/00 (2006.01)
B21D 53/00 (2006.01)
B21D 53/92 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

B32B 7/00 (2021.02); *B21D 13/02* (2021.02); *B21D 47/00* (2021.02); *B21D 53/00* (2021.02); *B21D 53/92* (2021.02)

(21)(22) Application: **2020135017, 26.10.2020**

(24) Effective date for property rights:
26.10.2020

Registration date:
08.06.2021

Priority:

(22) Date of filing: **26.10.2020**

(45) Date of publication: **08.06.2021** Bull. № 16

Mail address:

**125993, Moskva, Volokolamskoe sh., 4, MAI,
patentnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Kolpakov Andrej Mikhajlovich (RU),
Dolgov Oleg Sergeevich (RU),
Vasilev Sergej Leonidovich (RU),
Prokopenko Denis Alekseevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Moskovskij aviatsionnyj institut
(natsionalnyj issledovatel'skij universitet)" (RU)**

(54) **MULTILAYER SUPPORTING SURFACE WITH DISCRETE FILLER**

(57) Abstract:

FIELD: aircraft structures.

SUBSTANCE: invention relates to aircraft structures and concerns a multilayer aircraft supporting surface with a discrete filler. A multilayer supporting surface with a discrete filler consists of casings and two layers of filler placed between them. Each layer of the filler is made as a whole and consists of hexagonal pyramidal discrete cells. The layers of the filler are connected to each other by contact pads located at the vertices of the discrete cells. The contact pads of the cells of the connected layers are located in the zone of the neutral cross-section layer. The axes of the cells are

directed along the normal to the neutral cross-section layer. The casings are connected to the filler in the area of the contact pads located on the edges of the base of the cells. Due to the narrowing of the pyramidal cells, voids are formed for laying communications and ventilation.

EFFECT: invention provides optimization of the technology of the production process of aircraft structures and an increase in the reliability and strength characteristics of the final product.

7 cl, 2 dwg

C 1
2 7 4 9 3 1 2
R U

R U
2 7 4 9 3 1 2
C 1

Изобретение относится к области авиации, машиностроения, автомобилестроения, судостроения и другим отраслям промышленности, и может быть использовано в производстве многослойных панелей из металлов и полимерных материалов, а также полимерных композиционных материалов, имеющих двойную кривизну наружных 5 поверхностей, работающих на устойчивость под воздействием эксплуатационных нагрузок (изгибающей, растягивающей и сжимающей сил), в частности, в несущих поверхностях летательных аппаратов (крыло, закрылок, предкрылок, интерцептор, элерон, флаперон, стабилизатор, руль направления, руль высоты, киль, лопасть несущего винта и т.п.), в автомобилях (спойлер, и т.п.), в судах (подводное крыло, киль и т.п.).

10 При различных видах нагружения эффективность применяемых трехслойных 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 к 15 предлагаемому изобретению, является изобретение "Многослойная панель с ферменным заполнителем" (патент RU 2619786 C1, опубл. 18.05.2017). Многослойная панель с ферменным заполнителем, представляющим собой объемную структуру из композиционного материала в виде прямоугольных пластин с соединяющими их зигзагообразными профилями с пазами и штырями, нормальными к пластинам и 20 образующими в месте отверстий правильные пирамиды, вершины которых направлены в противоположные стороны, согласно которой объемная структура из композиционного материала, в виде углепластика или стеклопластика, выполнена в виде коробчатой конструкции, состоящей из пластин с ромбовидными отверстиями по всей площади и штырями по периметру, а также с отверстиями под штыри 25 зигзагообразных профилей, при этом штыри зигзагообразных профилей выполнены укороченными и расположены с возможностью установки в отверстие пластин двух укороченных штырей профиля, двух зеркальных к пластине зигзагообразных профилей, вертикальных относительно пластины и перпендикулярных друг к другу, по обе стороны от пластины, при этом сверху и снизу многослойной панели расположены глухие 30 пластины с отверстиями под штыри профилей, которые соединены по бокам шпангоутами, а спереди и сзади кронштейнами посредством штырей по периметру пластин и отверстий под эти штыри на шпангоутах и кронштейнах.

Недостатками данного изобретения является:

35 - 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;

40 - Невозможность использования в трехслойных панелях, имеющих переменную толщину в сочетании с двойной кривизной, что особенно актуально при применении в конструкции несущих поверхностей летательных аппаратов.

Решаемой задачей предлагаемого изобретения является разработка многослойной несущей поверхности, обладающей повышенной надежностью, увеличенным ресурсом 45 и позволяющей снизить трудозатраты при изготовлении элементов конструкции за счет возможности применения технологий, ориентированных на серийное производство (Основные аспекты технологического проектирования закрылка с управлением пограничным слоем. Авторы: Долгов О.С., Зотов А.А., Колпаков А.М., Волков А.Н.

Журнал: Вестник Московского авиационного института Выпуск 2020. Т. 27. №1, стр. 88-99).

5 Повышение надежности конструкции многослойных несущих поверхностей за счет уменьшения количества элементов конструкции, повышение прочностных характеристик за счет применения заполнителей, состоящих из дискретных элементов, имеющих континуальную геометрическую структуру, (Особенности местной потери устойчивости элементов трехслойных систем с дискретной структурой заполнителя. Авторы: Долгов О.С, Зотов А.А., Колпаков А.М., Волков А.Н. Общероссийский научно-технический журнал Полет, Выпуск 3/2020, стр. 25-29.).

10 Техническим результатом от использования заявляемого изобретения является: снижение трудозатрат при производстве авиационных конструкций, за счет возможности применения высокоэффективных технологий производства, таких как листовая штамповка, термовакуумная формовка либо выкладка из полимерных композиционных материалов в случае использования тканей имеющих эластичные свойства ввиду структуры плетения;

15 упрощение сборки конструкции за счет снижения количества деталей конструкции; увеличение надежности за счет снижения количества конструктивных элементов; увеличение прочностных характеристик и ресурса конечного изделия за счет континуальности геометрической формы заполнителя;

20 возможность изготовления многослойных несущих поверхностей имеющих переменную толщину в сочетании с двойной кривизной за счет возможности изменения угла наклона оси к основанию и высоты стенок дискретных ячеек, обеспечивающей прилегание заполнителя к внутренним поверхностям обшивки.

Технический результат достигается тем, что в многослойной несущей поверхности с дискретным заполнителем, состоящей из обшивок и размещенных между ними двух слоев заполнителя, каждый слой заполнителя выполнен цельным и состоит из шестигранных пирамидальных дискретных ячеек, слои заполнителя соединены друг с другом контактными площадками, расположенными на вершинах дискретных ячеек, при этом контактные площадки ячеек соединенных слоев заполнителя расположены в зоне нейтрального слоя сечения, а оси ячеек направлены по нормали к нейтральному слою сечения, обшивки соединены с заполнителем в зоне контактных площадок, расположенных на ребрах основания ячеек, кроме того, между ячейками заполнителя, за счет сужения пирамидальных ячеек образованы пустоты для прокладки коммуникаций и вентиляции.

35 Кроме того, в зоне максимальной строительной высоты профиля несущей поверхности могут быть размещены местные усиления.

В передней части профиля несущей поверхности для увеличения ресурса может быть установлен носок.

40 В случае выполнения дискретного заполнителя из полимерных композиционных материалов слои заполнителя могут быть соединены друг с другом и с обшивками при помощи приклеивания.

В случае выполнения дискретного заполнителя из металлов и их сплавов слои заполнителя могут быть соединены друг с другом и с обшивками при помощи приваривания.

45 В случае выполнения дискретного заполнителя из металлов и их сплавов, либо термопластичных полимерных материалов слои заполнителя могут быть соединены друг с другом и с обшивками при помощи припаивания.

В случае выполнения дискретного заполнителя из металла или сплавов, при этом

слои заполнителя могут быть соединены друг с другом и с обшивками при помощи крепежных элементов.

Сущность предлагаемого изобретения продемонстрирована чертежами, на которых изображено:

5 на Фиг. 1 представлен общий вид сегмента многослойной авиационной несущей поверхности с дискретным заполнителем;

на Фиг. 2 представлена схема членения предлагаемой конструкции многослойной авиационной несущей поверхности с дискретным заполнителем, где:

1. Носок;
- 10 2. Усиление нижней обшивки;
3. Усиление верхней обшивки;
4. Верхний слой двухслойного дискретного заполнителя;
5. Нижний слой двухслойного дискретного заполнителя;
6. Нижняя обшивка;
- 15 7. Крепежный элемент;
8. Верхняя обшивка;
9. Контактные площадки многослойного дискретного заполнителя;
10. Контактная площадка заполнителя с обшивкой.

Многослойная несущая поверхность, представляет собой объемную структуру, 20 состоящую из двух слоев обшивки (верхняя 8 и нижняя 6) и расположенных между ними двух слоев дискретного заполнителя (верхнего 4 и нижнего 5). Каждый слой заполнителя выполнен в виде повторяющихся пирамидальных шестигранных ячеек. Слои заполнителя соединены друг с другом контактными площадками 9, расположенными на вершинах ячеек.

25 Соединение заполнителя с обшивками осуществляется контактными площадками 10, расположенными на ребрах пирамидальной ячейки.

Для использования в панелях с двойной кривизной и переменной толщиной высота и угол наклона ячеек заполнителя проектируется исходя из следующих условий.

30 Контактные площадки 9 располагают на нейтральном сечении. В слоях заполнителя возникают внутренние силы, сопротивляющиеся деформации многослойной панели. При этом расположение контактных площадок ячеек дискретного заполнителя на нейтральной оси обеспечивает надежное соединение слоев заполнителя за счет того, что нормальные напряжения на нейтральной оси сечения равны нулю.

35 Оси ячеек ориентируют по нормали к нейтральному слою сечения, что обеспечивает прилегание заполнителя к поверхностям обшивки несущих поверхностей, имеющих двойную кривизну.

Для повышения общей устойчивости несущих слоев без значительного увеличения веса конструкции в зоне максимальной строительной высоты профиля несущей поверхности могут быть установлены местные усиления обшивки (2, 3).

40 В случае работы многослойной несущей поверхности на изгиб, максимальные значения нормальных растягивающих и сжимающих напряжений возникающих в заполнителе будут около обшивок. В отличие от прототипа "Многослойная панель с ферменным заполнителем" (патент RU 2619786 C1, опубл. 18.05.2017) с помощью комбинации слоев заполнителя, состоящих из пирамидальных шестигранных дискретных 45 ячеек, осуществляется неравномерное распределение объема материала заполнителя внутри конструкции, снижающееся по направлению к нейтральной оси несущей поверхности, где нормальные напряжения равны нулю, позволяющее более эффективно задействовать массу материала заполнителя многослойной панели, что, в конечном

итоге, приводит к уменьшению ее веса.

Применение в заполнителе пирамидальных ячеек сужающихся к вершине приводит к образованию внутренних пустот. Внутренние пустоты можно использовать для:

- 5 - прокладки внутри конструкции коммуникаций, например, таких как электропроводка, трубопроводы и т.п.;
- повода газа к местам выдува с верхней обшивки для управления пограничным слоем для увеличения эффективности авиационных несущих поверхностей, что особенно актуально для сохранения несущей способности при малых скоростях полета на малой высоте, когда отсутствует возможность "размена" высоты на увеличение скорости
- 10 летательного аппарата, примером может являться полет самолета на режиме взлета и посадки;
- обеспечения вентиляции конструкции для удаления конденсата из внутреннего пространства конструкции, что увеличивает ресурс конструкции.

15 Данные обстоятельства расширяют эксплуатационные характеристики заполнителя и ведут к снижению массы конструкции и увеличению полезного объема заполнителя, не изменяя прочностных характеристик, а также ведет к расширению функциональных возможностей панели.

Сборка многослойной несущей поверхности с дискретным заполнителем состоит из следующих этапов:

- 20 - сначала необходимо соединить слои заполнителя (4, 5) таким образом, чтобы дискретные ячейки соприкасались соответствующими друг другу контактными площадками (9), в результате получается цельная конструкция заполнителя;
- далее заполнитель соединяют с обшивками (6, 8) многослойной авиационной несущей поверхности.

25 Способы соединения слоев заполнителя между собой и заполнителя с обшивками зависит от материала, из которого изготовлен заполнитель.

Соединение может осуществляться при помощи крепежных элементов (заклепок, люверсов и т.п.). В случае неразъемного соединения производится приклеивание, приваривание или припаивание.

30 В несущих слоях в месте максимальной строительной высоты может быть установлено местное усиление нижней (2) и верхней (3) обшивок, позволяющее в значительной степени повысить устойчивость несущих слоев, особенно это касается той стороны панели, в которой действуют сжимающие усилия.

35 Далее происходит установка носков (1) для увеличения ресурса и прочностных характеристик получаемого изделия.

На торцах полученной конструкции остается возможность установки нервюр для соединения с общей конструкцией летательного аппарата аналогичным образом как собираются классические авиационные трехслойные конструкции (например, с сотовым

40

(57) Формула изобретения

1. Многослойная несущая поверхность с дискретным заполнителем, состоящая из обшивок и размещенных между ними двух слоев заполнителя, каждый слой заполнителя выполнен цельным и состоит из шестигранных пирамидальных дискретных ячеек, слои

45 заполнителя соединены друг с другом контактными площадками, расположенными на вершинах дискретных ячеек, при этом контактные площадки ячеек соединенных слоев заполнителя расположены в зоне нейтрального слоя сечения, а оси ячеек направлены по нормали к нейтральному слою сечения, обшивки соединены с

заполнителем в зоне контактных площадок, расположенных на ребрах основания ячеек, кроме того, между ячейками заполнителя за счет сужения пирамидальных ячеек образованы пустоты для прокладки коммуникаций и вентиляции.

5 2. Многослойная несущая поверхность с дискретным заполнителем по п. 1, отличающаяся тем, что в зоне максимальной строительной высоты профиля несущей поверхности размещены местные усиления.

3. Многослойная несущая поверхность с дискретным заполнителем по п. 1, отличающаяся тем, что в передней части профиля несущей поверхности для увеличения ресурса установлен носок.

10 4. Многослойная несущая поверхность с дискретным заполнителем по п. 1, отличающаяся тем, что дискретный заполнитель выполнен из полимерных композиционных материалов, при этом слои заполнителя соединены друг с другом и с обшивками при помощи приклеивания.

15 5. Многослойная несущая поверхность с дискретным заполнителем по п. 1, отличающаяся тем, что дискретный заполнитель выполнен из металлов и их сплавов, слои заполнителя соединены друг с другом и с обшивками при помощи приваривания.

20 6. Многослойная несущая поверхность с дискретным заполнителем по п. 1, отличающаяся тем, что дискретный заполнитель выполнен из металлов и их сплавов либо термопластичных полимерных материалов, слои заполнителя соединены друг с другом и с обшивками при помощи припаивания.

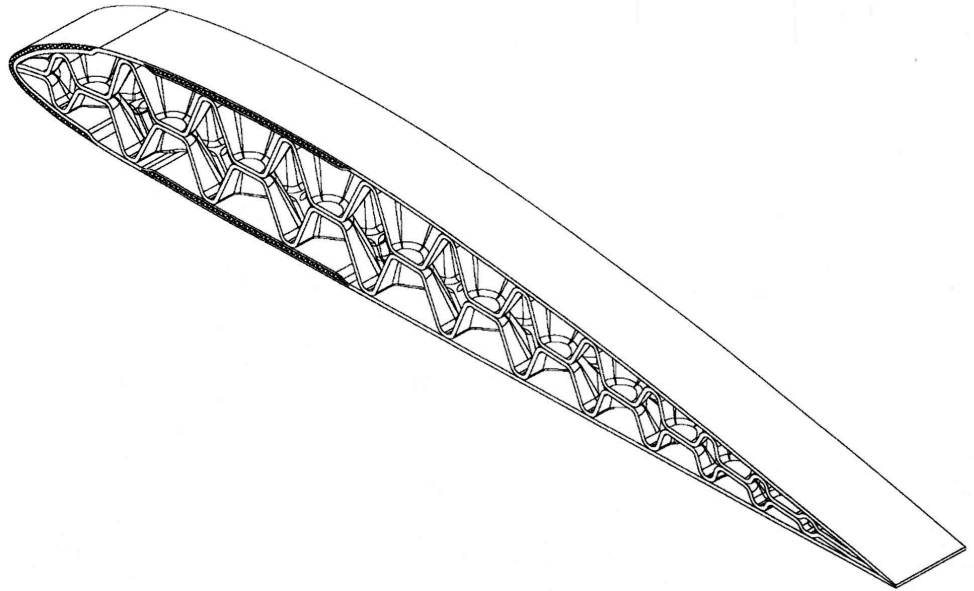
25 7. Многослойная несущая поверхность с дискретным заполнителем по п. 1, отличающаяся тем, что дискретный заполнитель выполнен из металла или сплавов, при этом слои заполнителя соединены друг с другом и с обшивками при помощи крепежных элементов.

30

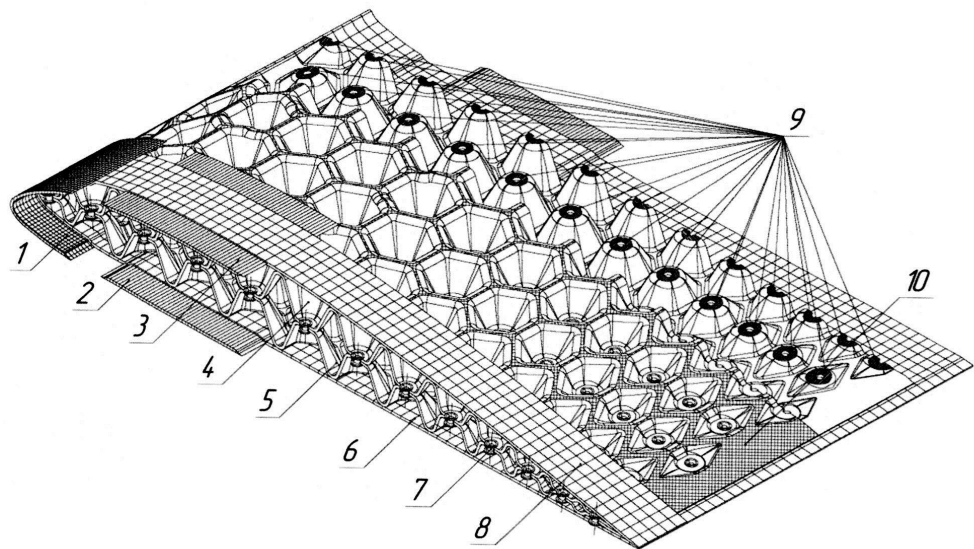
35

40

45



Фиг. 1



Фиг. 2