



(51) МПК
B29C 70/24 (2006.01)
B29C 70/36 (2006.01)
B29B 11/16 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B29C 70/24 (2018.05); *B29C 70/36* (2018.05); *B29B 11/16* (2018.05)

(21)(22) Заявка: 2017131797, 11.09.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 11.09.2017

Дата регистрации:
 22.01.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.09.2017

(45) Опубликовано: 22.01.2019 Бюл. № 3

Адрес для переписки:

141070, Московская обл, г. Королев, ул.
 Гагарина, 42, Инжиниринговый центр

(72) Автор(ы):

Чесноков Алексей Викторович (RU),
 Тимофеев Иван Анатольевич (RU),
 Старцев Вячеслав Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего
 образования Московской области
 "Технологический университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: RU 2568725 C1, 20.11.2015. RU
 2620810 C1, 29.05.2017. RU 2574269 C1,
 10.02.2016. WO 1992011126 A1, 09.07.1992. US
 20100173143 A1, 08.07.2010.

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБЪЕМНО АРМИРОВАННОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу изготовления объемно армированного композиционного материала. Техническим результатом является улучшение биосовместимости, сохранение высоких удельных характеристик, повышение температуры эксплуатации до 250°C, снижение длительности и энергоемкости изготовления изделий. Технический результат достигается способом изготовления объемно армированного композиционного материала, который включает изготовление многомерного армирующего каркаса путем набора стержней из углеродного волокна, помещение армирующего каркаса в

форму, пропитку его под давлением связующим. При этом стержни изготавливают из углеродного волокна пропитанного полиэфирэфиркетонном. В качестве связующего применяется полиэфирэфиркетон. Собранный каркас помещают в форму, а пропитка осуществляется полиэфирэфиркетонном в следующей последовательности: разогрев до температуры плавления ПЭЭК и вакуумирование, промежуточная выдержка в вакууме, создание избыточного давления, промежуточная выдержка под давлением, охлаждение, снятие избыточного давления. 4 з.п. ф-лы.

RU 2 678 020 C1

RU 2 678 020 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B29C 70/24 (2006.01)
B29C 70/36 (2006.01)
B29B 11/16 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

B29C 70/24 (2018.05); B29C 70/36 (2018.05); B29B 11/16 (2018.05)(21)(22) Application: **2017131797, 11.09.2017**(24) Effective date for property rights:
11.09.2017Registration date:
22.01.2019

Priority:

(22) Date of filing: **11.09.2017**(45) Date of publication: **22.01.2019** Bull. № 3

Mail address:

**141070, Moskovskaya obl., g. Korolev, ul.
Gagarina, 42, Inzhiniringovyj tsentr**

(72) Inventor(s):

**Chesnokov Aleksej Viktorovich (RU),
Timofeev Ivan Anatolevich (RU),
Startsev Vyacheslav Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe byudzhethnoe obrazovatelnoe
uchrezhdenie vysshego obrazovaniya
Moskovskoj oblasti "Tekhnologicheskij
universitet" (RU)**(54) **METHOD OF PRODUCING VOLUMETRIC REINFORCED COMPOSITE MATERIAL**

(57) Abstract:

FIELD: manufacturing technology.

SUBSTANCE: invention relates to method of producing volumetric reinforced composite material. Technical result is achieved by a method for manufacturing a volume-reinforced composite material, which includes manufacturing a multi-dimensional reinforcing carcass by means of a set of carbon fiber rods, placing the reinforcing frame into a mold, impregnating it under pressure with a binder. Rods are made of carbon fiber impregnated with polyetheretherketone. Polyether ether ketone is used as a binder. Assembled frame is placed in a mold and the

impregnation is carried out by polyetheretherketone in the following sequence: heating to the melting point of PEEK and evacuation, intermediate exposure in vacuum, creation of excess pressure, intermediate holding under pressure, cooling, removal of excess pressure.

EFFECT: technical result is improved biocompatibility, maintaining high specific characteristics, increasing the operating temperature to 250 °C, reduction in the duration and energy intensity of the manufacture of products.

5 cl

RU 2 678 020 C1

RU 2 678 020 C1

Изобретение относится к области получения композиционных материалов с низкой объемной плотностью, в частности углерод-полиэфирэфиркетон (ПЭЭК) композитам на основе многомерно-армированного углеволоконистого каркаса и ПЭЭК матрицы. Такие композиционные материалы могут быть использованы в медицине, авиационной, аэрокосмической, автомобильной, военной, и других отраслях промышленности.

Известен способ [1] изготовления объемно армированного композиционного материала углерод-углерод марки 4КМС-Л на основе стержневого каркаса. Каркас материала 4КМС-Л представляет собой объемную четырехнаправленную структуру, собранную из углепластиковых стержней на основе углеродного волокна и поливинилового спирта в виде гексагональной трансверсально-изотропной укладки. В данном случае термин «изотропная» характеризует только осесимметричность структуры каркаса, в которой стержни каждого из трех трансверсальных направлений расположены под одинаковым друг к другу углом 120. Структура получила название 4D-л. Известны армирующие структуры 3D, 4D и другие (см. Пространственно-армированные композиционные материалы: Справочник / Ю.М. Тарнопольский, И.Г. Жигун, В.А. Поляков. - М.: Машиностроение, 1987, с. 20-21), отличающиеся пространственным расположением стержней.

Объемно армированный композиционный материал марки 4КМС-Л имеет матрицу из углеродного материала, получаемую дорогостоящими и длительными процессами насыщения, материал с углеродной матрицей обладает высокой стоимостью и низкой трещиностойкостью матрицы.

Известен способ получения углерод-углеродного композита, стойкого к окислению [2]. Сущность изобретения состоит в том, что изготавливают каркас путем набора стержней из углеродного волокна в пучок цилиндрической формы, армируют его углеродным волокном и осуществляют нагрев до 900-950°C прямым пропусканием электрического тока в среде природного газа с выдержкой при этой температуре не более 24 часов. Испытания стойкости полученного этим способом материала к окислению на воздухе при 1200°C показали значительное повышение жаростойкости изделия.

Углеродные стержни диаметром 2 мм получали из углеродного волокна УКН-5000 на стержневой машине. Связующим был выбран водный раствор поливинилового спирта (ПВС), соотношение ПВС:вода - 1:2; температура отверждения была равна 200°C, длина готовых стержней составляла 0,5 м. Из готовых углеродных стержней набирали пучки цилиндрической формы диаметром 6-12 мм и закрепляли липкой лентой. Полученную заготовку устанавливали в патрон намоточной машины и плотно обматывали углеродным волокном, которое также закрепляли липкой лентой.

Предлагаемая аналогом заготовка имеет явный недостаток - анизотропия свойств, а также материал дорогостоящий, трудоемкий и энергоемкий, его не рационально применять в конструкциях, не требующих высокой стойкости к окислению.

Наиболее близким к предлагаемому техническому решению является способ [3] изготовления объемно армированного композиционного материала (прототип), включающий изготовление армирующего каркаса путем набора стержней из углеродного волокна, помещение армирующего каркаса в форму, пропитку его под давлением термореактивной смолой с известными требованиями, а затем полимеризацию смолы, армирующий каркас выполнен трехмерным и составлен из стержней диаметром 0,8-0,9 мм, а пропитка термореактивной смолой осуществляется методом инфузии в три этапа: вакуумирование до подачи связующего от 20 до 30 мин, подача связующего под вакуумом от 30 до 40 мин со скоростью 0,35 л/мин, промежуточная выдержка под

вакуумом от 20 до 40 мин.

Недостатком данного способа является отсутствие биосовместимости материала с телом человека, низкая теплостойкость термореактивной смолы и материала соответственно.

5 Предлагаемый способ по сравнению с известными позволяет в сравнительно простых технологических условиях (доступное оборудование, низкие температуры и давление, небольшая продолжительность процесса и другие) получать углепластиковый конструкционный материал с высокими удельными характеристиками и температурой эксплуатации до 250°C, имеющий биосовместимость с телом человека.

10 Техническим результатом является, обеспечение биосовместимости материала с телом человека, сохранение высоких удельных характеристик, повышение температуры эксплуатации до 250°C.

Технический результат достигается тем, что в способе изготовления объемно армированного композиционного материала, включающем изготовление многомерного армирующего каркаса путем набора стержней из углеродного волокна, помещению армирующего каркаса в форму, пропитку его под давлением связующим с формированием матрицы, используют стержни изготовленные из пропитанного полиэфирэфиркетон (ПЭЭК) углеродного волокна, в качестве связующего используют ПЭЭК, а пропитку осуществляют ПЭЭК в следующей последовательности: разогрев до температуры плавления ПЭЭК и вакуумирование, промежуточная выдержка в вакууме, создание избыточного давления, промежуточная выдержка под давлением, охлаждение, снятие избыточного давления.

Армирующий каркас выполняют со структурой армирования 3D, 4D или 4D-л. Для изготовления армирующих каркасов могут быть применены стержни круглого сечения или заданной формы. При применении стержней заданной формы, для структуры армирования 3D используют стержни с прямоугольным сечением, для 4D - с сечением в виде шестигранника, для 4D-л - с сечением в виде шестигранника для стержней, устанавливаемых в осевом направлении и с прямоугольным сечением для стержней, устанавливаемых в трансверсальном направлении.

30 Матрица может быть сформирована путем размещения каркаса в форме, заполненной ПЭЭК или из ПЭЭК, содержащегося в стержнях.

Достижение биосовместимости материала с телом человека получают за счет применения биосовместимых компонентов углеродное волокно и ПЭЭК разрешенной марки, а также технологического процесса изготовления при котором не происходит изменение химического состава связующего. Сохранение высоких удельных характеристик, повышение температуры эксплуатации до 250°C достигается применением высокотемпературного термопластичного связующего - ПЭЭК и многомерной схемой армирования. Дополнительное повышение характеристик получают при увеличении наполнения материала волокном за счет применения стержней заданной формы (для 3D - прямоугольная, для 4D - шестигранная, для 4D-л - шестигранная в осевом, а в трансверсальном направлении прямоугольная).

Изготовление стержней выполняется пултрузией углеродного волокна через расплав ПЭЭК. ПЭЭК в реакторе доводят до температуры плавления. Через реактор пропускают углеродный жгут. На выходе из реактора устанавливают фильеру соответствующую сечению стержня. После фильеры стержень охлаждается. Движение с заданной скоростью обеспечивает тянущее устройство, которое контактирует с отвержденным стержнем и не повреждает его.

Сборку армирующего каркаса выполняют с применением оснастки, задающей

пространственное расположение стержней в процессе сборки, и зависит от собираемой структуры 3D, 4D или 4D-л. Сборка может выполняться вручную или автоматизированным способом.

5 Пропитку собранного каркаса осуществляют ПЭЭК в следующей последовательности: помещение собранного каркаса в жесткую оснастку, заполнение камеры оснастки ПЭЭК для пропитки, разогрев до температуры плавления ПЭЭК и вакуумирование, промежуточная выдержка в вакууме, подача ПЭЭК, создание избыточного давления, промежуточная выдержка под давлением, охлаждение, снятие избыточного давления.

10 Описанным способом были изготовлены стержни круглого сечения диаметром 0,7 мм из углеродного волокна УКН-М-6К. Собрана армирующая структура 4D-л. Армирующий каркас помещали в форму, с формой разогревали до температуры плавления ПЭЭК 370°C и вакуумировали, скорость нагрева составляла, при достижении температуры 370°C выдержка 10 мин, создание избыточного давления 130 атм,
15 охлаждение со скоростью 6°C под давлением до температуры 140°C, снятие избыточного давления.

Анализ полученного материала показал отсутствие деструкции ПЭЭК и изменение его химического состава, что показывает сохранение биосовместимости исходных компонентов.

20 Плотность образцов 1,3-1,31 г/см³, прочность на растяжение в осевом направлении до 450 МПа. Температура длительной эксплуатации до 250°C.

Источники информации

1. Композиционные материалы: справ / В.В. Васильев, В.Д. Протасов, В.В. Болотин и др.; под общ. ред. В.В. Васильева, Ю.М. Тарнопольского. - М.: Машиностроение,
25 1990. - 512 с.

2. Патент РФ 2090497, опубл. 20.09.1997 г., 3. 95101863 от 20.02.1995 г.

3. Патент РФ 2568725, опубл. 20.11.2015 г., 3. 2014124851 от 18.06.2014 г.

(57) Формула изобретения

30 1. Способ изготовления объемно армированного композиционного материала, включающий изготовление многомерного армирующего каркаса путем набора стержней из углеродного волокна, помещение армирующего каркаса в форму, пропитку его под давлением связующим с формированием матрицы, отличающийся тем, что используют стержни, изготовленные из пропитанного полиэфирэфиркетонам (ПЭЭК) углеродного
35 волокна, в качестве связующего применяют ПЭЭК, а пропитку осуществляют в следующей последовательности: разогрев до температуры плавления ПЭЭК и вакуумирование, промежуточная выдержка в вакууме, создание избыточного давления, промежуточная выдержка под давлением, охлаждение, снятие избыточного давления.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что армирующий каркас изготавливают со
40 структурой армирования 3D, 4D или 4D-л.

3. Способ по п. 2, отличающийся тем, что для изготовления армирующего каркаса со структурой армирования 3D используют стержни с прямоугольным сечением, для 4D - с сечением в виде шестигранника, для 4D-л - с сечением в виде шестигранника для стержней, устанавливаемых в осевом направлении и с прямоугольным сечением для
45 стержней, устанавливаемых в трансверсальном направлении.

4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что каркас размещают в форме, заполненной ПЭЭК.

5. Способ по п. 1, отличающийся тем, что матрицу формируют из ПЭЭК,

содержащегося в стержнях.

5

10

15

20

25

30

35

40

45