



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

B29B 15/14 (2025.01); B33Y 40/10 (2025.01)

(21)(22) Заявка: 2024140082, 27.12.2024

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.12.2024

Дата регистрации:
01.07.2025

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.12.2024

(45) Опубликовано: 01.07.2025 Бюл. № 19

Адрес для переписки:

400005, г. Волгоград, пр-кт им. В.И. Ленина, 28,
ФБГОУ ВО "ВолгГТУ", Кузьмин Сергей
Викторович

(72) Автор(ы):

Бочкарев Евгений Сергеевич (RU),
Тужиков Олег Олегович (RU),
Дынин Алексей Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Волгоградский
государственный технический университет"
(ВолгГТУ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2733604 C1, 05.10.2020. WO
2023187588 A1, 05.10.2023. RU 2792100 C1,
16.03.2023. RU 2747940 C2, 17.05.2021. JP
2016128622 A, 14.07.2016. RU 2722944 C1,
05.06.2020.

(54) Способ пропитки непрерывного ровинга

(57) Реферат:

Изобретение относится к способу пропитки непрерывного ровинга. Техническим результатом является упрощение способа пропитки за счет исключения ряда операций. Технический результат достигается способом пропитки непрерывного ровинга, который включает пропитку волокна термопластичным связующим и его формование. При этом пропитку волокна осуществляют при 20 мм рт.ст. погружением ровинга на 0,15-5 секунд в пропитывающую композицию на основе 60-70 масс.% толуола, 29,6-

35 масс.% стирол-бутадиен сополимерного термопласта и, не обязательно, 1,5-10 масс.% нефтеполимерной смолы Nikorez T-3100 с последующим стеканием остатков композиции и досушиванием ровинга в процессе его формования посредством удаления толуола при 160°C. Затем ровинг вытягивают и пропускают через фильеры при нагревании до температуры плавления термопластичного связующего с образованием готового препрега для 3D-печати.
1 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

B29B 15/14 (2025.01); B33Y 40/10 (2025.01)(21)(22) Application: **2024140082, 27.12.2024**(24) Effective date for property rights:
27.12.2024Registration date:
01.07.2025

Priority:

(22) Date of filing: **27.12.2024**(45) Date of publication: **01.07.2025** Bull. № 19

Mail address:

**400005, g. Volgograd, pr-kt im. V.I. Lenina, 28,
FBGOU VO "VolgGTU", Kuzmin Sergej
Viktorovich**

(72) Inventor(s):

**Bochkarev Evgenii Sergeevich (RU),
Tuzhikov Oleg Olegovich (RU),
Dynin Aleksei Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe biudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezh-denie vysshego
obrazovaniia «Volgogradskii gosudarstvennyi
tekhnicheskii universitet» (VolgGTU) (RU)**(54) **CONTINUOUS ROVING IMPREGNATION METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: performing operations.

SUBSTANCE: invention relates to a method for impregnating continuous roving. Method for impregnating continuous roving comprises impregnating fibre with thermoplastic binder and moulding. Fibre is impregnated at 20 mm Hg by immersing roving for 0.15-5 seconds into an impregnating composition based on 60-70 wt.% toluene, 29.6-35 wt.% styrene-butadiene copolymer thermoplastic and, optionally, 1.5-10 wt.% Hikorez T-3100 polymeric petroleum resin with

subsequent draining of residues of composition and additional drying of roving during its moulding by removing toluene at 160 °C. Roving is then drawn and passed through spinnerets while heating to the melting point of the thermoplastic binder to form the finished prepreg for 3D printing.

EFFECT: simplification of the impregnation method due to exclusion of a number of operations.

1 cl, 1 tbl

Изобретение относится к области получения армированных композитных материалов, которые могут использоваться для 3D-печати по технологии FDM.

Известен способ пропитки непрерывных волокон получения, непрерывных пучков волокон - ровингов или текстильных полуфабрикатов при помощи расплавленного термопласта или при помощи жидкой реакционноспособной смолы для получения готовых изделий в виде профиля. При этом уплотнение расплава термопласта и реактопласта при получении однородного профиля осуществляется путем увеличения давления при сжатии стенок [Патент RU 2767352, МПК В29С 70/52, 17.03.2022].

Недостатком такого способа является сложность в получении ровинга без дефектов в виде пузырей и геликов на поверхности волокна, что приводит к невозможности соблюдения геометрии ровинга по сечению. Кроме того, высокая вязкость расплава приводит к значительным энергозатратам при производстве.

Известен способ обработки волокон с получением ленты, включающий этапы непрерывной подачи пучка волокон, нанесение первой смолы на пучок волокон электростатическим осаждением частиц первой смолы, прикрепление частиц первой смолы к пучку волокон посредством нагрева и нанесение поверхностного покрытия на, по меньшей мере, одну сторону пучка волокон осаждением нитей из второй смолы [Патент RU 2747940, МПК В29В 15/12; В29В 11/16, 17.05.2021].

Недостатком такого способа является невозможность использования лент пропитанных волокон в существующей технологии FDM печати из-за конструктивных особенностей оборудования. Значительное различие ширины и толщины приводит к ломкости данных лент при питании печатающей головки.

Наиболее близким является способ изготовления термопластичного препрега, включающий этапы площения по крайней мере одного пучка некрученных непрерывных волокон путем его протягивания через систему площения волокна, формование термопластичного препрега путем экструзии по крайней мере одного площеного пучка некрученных непрерывных волокон и термопластичного полимерного материала, находящегося в вязкотекучем состоянии, в пропиточной фильере, при этом, перед подачей термопластичного полимерного материала в пропиточную фильеру, термопластичный полимерный материал, находящийся в вязкотекучем состоянии, подвергают воздействию ультразвуковой кавитации с помощью ультразвукового излучателя, ультразвуковое излучение от которого воздействует на массу полимера, и охлаждение термопластичного препрега [Патент RU 2733604, МПК В29С 70/52; В29С 48/34, 05.10.20].

Однако, дополнительный разогрев термопластичного связующего и его деструкция при долгой работе, приводит к снижению механических свойств пограничного слоя. Кроме этого, способ осложнен дополнительными операциями (площение, ультразвуковая кавитация, окисление, нанесение аппретов, подача термопластичного полимерного материала осуществляется с помощью системы весового контроля расхода, экструдирование) и требует соответствующего дополнительного оборудования.

Задача данного изобретения заключается в разработке способа пропитки непрерывного ровинга на основе стекло-, углеволокон термопластом с получением препрега для 3D-печати по технологии FDM.

Техническим результатом заявленного изобретения является упрощение способа пропитки за счет исключения серии операций, требующих дополнительную технику и оборудование.

Технический результат достигается в способе пропитки непрерывного ровинга, включающем пропитку волокна термопластичным связующим и его формование, при

этом пропитку волокна осуществляют при 20 мм рт.ст. погружением ровинга на 0,15-5 секунд в пропитывающую композицию на основе 60-70 масс.% толуола, 29,6-35 масс.% стирол-бутадиен сополимерного термопласта и, не обязательно, 1,5-10 масс.% нефтеполимерной смолы Hikorez T-3100, с последующим стеканием остатков композиции, досушиванием ровинга в процессе его формования посредством удаления толуола при 160°C, вытягиванием и пропусканьем через фильеры при нагревании до температуры плавления термопластичного связующего с образованием готового препрега для 3D-печати.

Сущность изобретения заключается в способе изготовления непрерывного ровинга путем пропитки из раствора термопласта под действием вакуума. Пропиточная композиция в растворе термопласта содержит дополнительно компатибилизаторы увеличивающие адгезию термопластичного связующего и ровинга.

В качестве нити использовали ровинг из углеродного волокна и стекловолокна диаметром 0,6 мм.

Для пропитки использовали раствор стирол-бутадиен-стирольного термопласта в толуоле, содержащий в качестве модификатора адгезии (компатибилизатора) нефтеполимерную смолу марки Hikorez T-3100. Последняя получена из смеси мономеров α -метилстирола, изомерных винилтолуолов, а также пентенов и пипериленов и рекомендуется для увеличения адгезии бутадиен-стирольным сополимерам.

В состав пропитывающей композиции входят растворитель - толуол, термопласт - стирол-бутадиеновый сополимер и компатибилизатор - нефтеполимерная смола.

Способ осуществляется следующим образом.

В системе пропитки ровинга устанавливают вакуум 20 мм рт.ст. (при 25°C) и осуществляют пропитку волокна погружением ровинга в пропитывающую композицию на основе 60-70 масс.% растворителя, 29,6-35 масс.% термопласта и 0-10 масс.% компатибилизатора на 0,15-5 секунд.

Затем ровинг извлекают из пропитывающей композиции и дают стечь ее остаткам в течение 5-20 секунд.

Таблица

Характеристика полученной нити		Ровинг (диаметр волокна, содержание термопласта)	Углеродное волокно	Пример 1 d=0,6 мм, 36 масс. % термопласта	Пример 2 d=0,6 мм, 30 масс. % термопласта	Пример 3 d=0,6 мм, 35 масс. % термопласта	Пример 4 d=0,6 мм, 38 масс. % термопласта	Пример 5 d=0,6 мм, 26 масс. % термопласта	Пример 6 d=0,6 мм, 24 масс. % термопласта
			Стекловолокно	d=0,6 мм, 32 масс. % термопласта	-	-	d=0,6 мм, 35 масс. % термопласта	-	d=0,6 мм, 21 масс. % термопласта
Пропитывающая композиция	Термопласт, масс. %	Стирол-бутадиен сополимер	34,4	29,6	33,8	30	35,0	30,0	
	Компатибилизатор, масс. %	Нефтеполимерная смола Hikorez T-3100	1,7	1,5	3,4	10	0	0	
	Растворитель, масс. %	Толуол	63,9	68,9	62,8	60,0	65,0	70,0	
Вакуум, мм рт.ст.			20	20	20	20	20	20	
Время пропитки, с			1	0,5	0,25	0,15	5	2	
Время стекания пропитывающей композиции, с			13,0	10,0	7,0	5,0	20,0	15,0	
Условия сушки		Температура, °С	24	24	24	24	24	24	
		Вакуум, мм рт.ст.	20	20	20	20	20	20	
		Время, с	7,0	3,0	3,0	1,5	10,0	5,0	
Температура формования		Температура сопла, °С	160	160	160	160	160	160	

Далее осуществляют досушивание ровинга в процессе его формования посредством удаления растворителя (толуола) при 160°C, при 20 мм рт.ст. Высушенный пропитанный ровинг вытягивают, нагревают до температуры плавления термопластичного связующего и пропускают через фильеры с образованием готового непрерывного ровинга (препрега для 3D-печати). При этом закрытие фильеры для создания вакуума в системе пропитки осуществляется непосредственно композитом с небольшим избытком

термопласта. Контроль осушки ровинга осуществляют по его качеству на выходе из фильеры. При необходимости увеличения времени досушки, снижают скорость протяжки ровинга. При необходимости увеличения степени пропитки ровинга, осуществляется снижение скорости протяжки волокна через пропитывающую композицию или при
5 сохранении скорости протяжки, увеличивают количество емкостей с пропитывающей композицией по ходу движения волокна.

В таблице приведены примеры реализации способа (различные составы пропиточной композиции, волокна, условия пропитки и т.д.), раскрытые в заявленном изобретении, а также содержание термопласта в полученных пропитанных ровингах.

10 Таким образом, способ пропитки непрерывного ровинга, включающий пропитку волокна при 20 мм рт.ст. погружением ровинга на 0,15-5 секунд в пропитывающую композицию на основе 60-70 масс.% толуола, 29,6-35 масс.% стирол-бутадиен сополимерного термопласта и, не обязательно, 1,5-10 масс.% нефтеполимерной смолы Nikorez T-3100, с последующим стеканием остатков композиции, досушиванием ровинга
15 в процессе его формования посредством удаления толуола при 160°C, вытягиванием и пропусканием через фильеры при нагревании до температуры плавления термопластичного связующего с образованием готового препрега для 3D-печати, обеспечивает упрощение способа за счет исключения серии операций, требующих дополнительную технику и оборудование.

20 (57) Формула изобретения

Способ пропитки непрерывного ровинга, включающий пропитку волокна термопластичным связующим и его формование, отличающийся тем, что пропитку
25 волокна осуществляют при 20 мм рт.ст. погружением ровинга на 0,15-5 секунд в пропитывающую композицию на основе 60-70 масс.% толуола, 29,6-35 масс.% стирол-бутадиен сополимерного термопласта и, не обязательно, 1,5-10 масс.% нефтеполимерной смолы Nikorez T-3100 с последующим стеканием остатков композиции, досушиванием ровинга в процессе его формования посредством удаления толуола при 160°C,
30 вытягиванием и пропусканием через фильеры при нагревании до температуры плавления термопластичного связующего с образованием готового препрега для 3D-печати.