



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015109976/05, 20.03.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
20.03.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 20.03.2015

(45) Опубликовано: 20.09.2016 Бюл. № 26

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2420549 C2, 10.06.2011. RU 2243980 C1, 10.01.2005. EP 0297888 A1, 04.01.1989. RU 2107705 C1, 27.03.1998. RU 2310670 C1, 20.11.2007. RU 2330050 C1, 27.07.2008. SU 1703668 A1, 07.01.1992.

Адрес для переписки:

603950, г. Нижний Новгород, ГСП-486, ФГУП
"ФНПЦ НИИИС им. Ю.Е. Седакова"

(72) Автор(ы):

**Зефилов Виктор Леонидович (RU),
Бакина Любовь Игоревна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Российская Федерация, от имени которой
выступает Государственная корпорация по
атомной энергии "Росатом" (RU),
Федеральное государственное унитарное
предприятие федеральный научно-
производственный центр "Научно-
исследовательский институт измерительных
систем им. Ю.Е. Седакова" (RU)**

(54) ЛАКОКРАСОЧНАЯ РАДИОПОГЛОЩАЮЩАЯ КОМПОЗИЦИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к лакокрасочным композициям, предназначенным для поглощения (и/или уменьшения уровня отражения) СВЧ электромагнитного излучения. Лакокрасочная радиопоглощающая композиция представляет полимерное связующее на основе эпоксидной смолы с электропроводящим радиопоглощающим наполнителем. Выполнена из двух жидких компонентов, один из которых является отвердителем эпоксидной смолы, а второй является композицией, содержащей эпоксидную смолу, полые зольные микросферы, электропроводящий поглощающий наполнитель

- углеродные нанотрубки, растворитель и поверхностно-активное вещество (ПАВ). В качестве электропроводящего радиопоглощающего наполнителя используются углеродные нанотрубки, диспергированные в растворителе, содержащем поверхностно-активное вещество, и обработанные ультразвуком. Изобретение обеспечивает лакокрасочную радиопоглощающую композицию для формирования покрытий с большим коэффициентом поглощения электромагнитного излучения. 2 ил., 2 табл.

RU 2 598 090 C1

RU 2 598 090 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 598 090** (13) **C1**

(51) Int. Cl.
C08L 63/00 (2006.01)
B82B 3/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2015109976/05, 20.03.2015

(24) Effective date for property rights:
20.03.2015

Priority:

(22) Date of filing: 20.03.2015

(45) Date of publication: 20.09.2016 Bull. № 26

Mail address:

603950, g. Nizhnij Novgorod, GSP-486, FGUP
"FNPTS NIIIS im. JU.E. Sedakova"

(72) Inventor(s):

Zefirov Viktor Leonidovich (RU),
Bakina Lyubov Igorevna (RU)

(73) Proprietor(s):

Rossijskaya Federatsiya, ot imeni kotoroj
vystupaet Gosudarstvennaya korporatsiya po
atomnoj energii "Rosatom" (RU),
Federalnoe gosudarstvennoe unitarnoe
predpriyatie federalnyj nauchno-
proizvodstvennyj tsentr "Nauchno-
issledovatel'skij institut izmeritel'nykh sistem im.
YU.E. Sedakova" (RU)

(54) **RADAR-ABSORBENT COATING COMPOSITION**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to coating compositions intended to absorb (and/or reduce the level of reflection) SHF electromagnetic radiation. Radar-absorbent coating composition is a polymer binder based on epoxy resin with a conductive radar-absorbent filler. It is made of two fluid components, one of which is a hardener of epoxy resin, and the other one is a composition containing epoxy resin, hollow sol microspheres, electroconductive absorbing filler -

carbon nanotubes, a solvent and a superficially active substance (SAS aka surfactant). Electroconductive radar-absorbent filler used is carbon nanotubes dispersed in a solvent containing a surfactant and processed with ultrasound.

EFFECT: invention provides a radar-absorbent coating composition to form coatings with high coefficient of electromagnetic radiation absorption.

1 cl, 2 dwg, 2 tbl

R U 2 5 9 8 0 9 0 C 1

R U 2 5 9 8 0 9 0 C 1

Изобретение относится к лакокрасочным композициям, предназначенным для поглощения (и/или уменьшения уровня отражения) СВЧ электромагнитного излучения.

Известен радиопоглощающий материал для нанесения на различные изделия на основе полимерного связующего в количестве 80-20 масс. % и порошкообразного феррита или карбонильного железа в количестве 20-80 масс. % (патент РФ №2107705, МПК C09D 5/32, опубл. 27.03.1998). Материал наносят краскораспылителем в 20 слоев (по 50 мкм) с сушкой каждого слоя 10 мин. Материал прост в приготовлении, но нетехнологичен при нанесении. Кроме того, он характеризуется высоким коэффициентом отражения, обусловленным большой величиной диэлектрической проницаемости композиции, наполненной металлическим (или металлосодержащим) порошком.

Известна композиция для экранирования электромагнитного излучения, содержащая полимерное связующее (выбранное из группы полиолефин, полистирол, фторопласт, ПВХ-пластизоль) и электропроводящий немагнитный наполнитель - графит, модифицированный кислотами и терморасширенный (патент РФ №2243980, МПК C08L 23/00, C08L 23/06, опубл. 10.01.2005). Покрытие из такого материала толщиной 0,1 мм характеризуется уменьшением коэффициента прохождения от -40 до -85 дБ в диапазоне длин волн 2-5 см. Высокая степень наполнения материала ведет не только к росту поглощения проходящего электромагнитного излучения, но и к росту коэффициента отражения от поверхности покрытия, особенно при углах падения излучения меньше 90°.

Наиболее близкой по технической сути и назначению к заявленному изобретению является лакокрасочная композиция, описанная в патенте №2420549 (патент РФ №2420549 C09D 5/32, C08L 63/00, C08K 7/04, опубл. 10.06.2011). Согласно данному патенту перед нанесением покрытия соединяют отвердитель с композицией на основе эпоксидной смолы, пластификатора и термопластичного полиуретана с двумя дисперсными электропроводящими наполнителями с разной формой частиц, при следующем соотношении компонентов (масс. %):

графит	50-70
углеродное волокно	1-5
пластификатор	0,2-1
термопластичный уретан	0,2-1
эпоксидная смола	остальное до 100

В данной композиции используется графит с размером частиц от 3 до 15 мкм и измельченное углеродное волокно с длиной частиц менее 300 мкм, которая превышает толщину в 15-30 раз.

Покрытие на основе этой композиции способно уменьшить уровень мощности прошедшего через него электромагнитного излучения на 20-30 дБ в частотном диапазоне 1,5-30 ГГц. Недостатком данного покрытия является высокий коэффициент отражения и, соответственно, малый коэффициент поглощения при углах падения излучения меньше 90° и в диапазоне частот выше 30 ГГц.

Техническим результатом изобретения является создание лакокрасочной радиопоглощающей композиции для формирования покрытий с повышенными поглощающими электромагнитное излучение с частотой 30-70 ГГц свойствами, характеризующейся большим коэффициентом поглощения, в частности при углах падения излучения менее 90°.

Технический результат достигается тем, что лакокрасочная радиопоглощающая композиция, представляющая собой полимерное связующее на основе эпоксидной смолы с электропроводящим радиопоглощающим наполнителем, выполнена из двух

жидких компонентов, один из которых является отвердителем эпоксидной смолы, а второй является композицией, содержащей эпоксидную смолу, полые зольные микросферы, электропроводящий радиопоглощающий наполнитель - углеродные нанотрубки, растворитель и поверхностно-активное вещество (ПАВ), при следующем соотношении компонентов, масс. %:

	эпоксидная смола	30-55
	полые зольные микросферы	15-20
	углеродные нанотрубки	0,5-2
	ПАВ	0,02-0,2
10	растворитель	остальное до 100

В качестве электропроводящего радиопоглощающего наполнителя используются углеродные нанотрубки, диспергированные в растворителе, содержащем поверхностно-активное вещество, и обработанные ультразвуком.

На фигуре 1 изображена структура лакокрасочной радиопоглощающей композиции (покрытия), где

1 - слой полимерного связующего на основе эпоксидной смолы с электропроводящим радиопоглощающим наполнителем до высыхания;

2 - слой полимерного связующего на основе эпоксидной смолы с электропроводящим радиопоглощающим наполнителем после высыхания;

3 - полые зольные микросферы.

На фигуре 2 представлена зависимость коэффициента поглощения от угла падения электромагнитного излучения.

Композиция состоит из двух жидких компонентов (основа и отвердитель, составляющие полимерное связующее), соединяемых перед нанесением композиции на поверхность изделия. Первый компонент - основа - представляет собой композицию на основе эпоксидной смолы, содержащую два дисперсных наполнителя - электропроводящий радиопоглощающий наполнитель - углеродные нанотрубки (УНТ) и полые зольные микросферы, а также растворитель, совместимый с эпоксидной смолой, и поверхностно-активное вещество в соотношении, масс. %:

	эпоксидная смола	30-55
	полые зольные микросферы	15-20
	углеродные нанотрубки (УНТ)	0,5-2
	ПАВ	0,02-0,2
35	растворитель	остальное до 100

Второй компонент - отвердитель эпоксидной смолы (используется в соответствии с известными рекомендациями, например, «Сырье и полупродукты для лакокрасочных материалов». Справочное пособие / Под ред. М.М. Гольдберга. Москва, изд. «Химия», 1978. - 512 с.).

Использование углеродных нанотрубок в качестве радиопоглощающего наполнителя приводит к возникновению специфических атомно-молекулярных структур, в которых под воздействием падающей электромагнитной волны возникают флуктуации электронной плотности, значительно снижающие уровень отражаемой в окружающее пространство волны. Наличие случайно ориентированных и равномерно расположенных в объеме полимерного связующего частиц наполнителя в виде нитей диаметром 20-50 нм и длиной до 1000 нм из углерода приводит к образованию множества релеевских рассеивающих структур различных размеров, что приводит к расширению рабочего частотного диапазона материала и росту эффективности поглощения им СВЧ-излучения частот выше 30 ГГц.

Наилучшему диспергированию УНТ в полимерном связующем способствует способ введения их в связующие в виде суспензии в растворителе (совместимом с эпоксидным связующим) с добавкой ПАВ и подвергнутой воздействию ультразвука (30 мин, 30-60 кГц).

5 Особенностью предлагаемой композиции является то, что при предложенном соотношении компонентов полимерное связующее, содержащее углеродные нанотрубки, обладая усадкой в пределах 30-70% по объему (при испарении растворителя), формирует неровную поверхность благодаря содержанию в нем крупных (диаметр до 500 мкм) полых зольных микросфер (фиг. 1).

10 Неровная поверхность, образованная микросферами, покрытыми связующим с УНТ, способствует лучшему рассеиванию и поглощению СВЧ-излучения, существенно увеличивая коэффициент поглощения и снижая коэффициент отражения, особенно при углах падения излучения менее 90° к поверхности (фиг. 2).

Предлагаемая композиция изготавливается следующим образом: смешивают
15 растворитель (использовался ацетон), ПАВ (использовалась олеиновая кислота), УНТ (использовался материал углеродный наноструктурный «Таунит» ТУ 2166-001-77074291-2012). Смесь после механического перемешивания подвергалась воздействию ультразвука в течение 30 мин (использовался диспергатор УЗД 1-0,063/22). Затем последовательно в полученную смесь вводились расчетные количества эпоксидной
20 смолы, зольных микросфер (марки АСПМ ТУ 5717-001-11843486-2004), предварительно рассеянных на сетке с ячейками 100 мкм для удаления микросфер менее 100 мкм, затем отвердитель (полиэтиленполиамин или другой согласно рекомендациям).

Вязкость композиции и толщина формируемого слоя покрытия в зависимости от используемого способа его нанесения может изменяться путем варьирования содержания
25 растворителя в пределах, указанных в рецептуре композиции.

Толщина одного слоя покрытия 100-500 мкм. Композиция может наноситься в несколько слоев. Режим отверждения нанесенного слоя определяется типом используемого отвердителя. В данном случае, при использовании полиэтиленполиамин
30 (15 в. ч. на 100 в. ч. смолы ЭД-20) отверждение осуществляется сутки при комнатной температуре.

Коэффициент поглощения композиции определялся по методике, изложенной в патенте РФ №2107705, на частоте 37,5-42,5 ГГц. Измерение коэффициента поглощения электромагнитного излучения производилось под углами 90, 60, 45 и 30° к плоскости образцов. Образцы для измерений готовились путем нанесения кистью композиции
35 (использовались два состава) на металлические пластины. Толщина слоя композиции составляла 0,7-1 мм. Образец сравнения (прототип) готовился по технологии, изложенной в патенте РФ №2420549, путем окунания картона (толщиной 0,7 мм) в заявленную лакокрасочную композицию с последующей сушкой при температуре 80°С в течение 30 минут. Изготовленная таким образом заготовка радиопоглощающего
40 картона клеем БФ-4 приклеивалась к металлической пластине для измерения коэффициента поглощения под разными углами падения электромагнитного излучения.

В таблице 2 и на фигуре 2 представлены результаты измерения коэффициента поглощения электромагнитного излучения под углами падения 90, 60, 45 и 30 градусов.

Результаты измерения коэффициента поглощения исследуемых рецептур,
45 представленные в таблице 2 и фигуре 2, указывают на высокую эффективность поглощения электромагнитного излучения заявляемой лакокрасочной композиции, особенно при углах падения электромагнитного излучения менее 60 градусов к поверхности покрытия.

Менее интенсивное снижение коэффициента поглощения радиопоглощающего покрытия заявляемого состава по сравнению с традиционными радиопоглощающими покрытиями, получаемыми по лакокрасочной технологии, при углах падения электромагнитного излучения менее 60 градусов обусловлено неровной поверхностью 5 покрытия, обеспечиваемой определенными видами и соотношением компонентов.

Таблица 1: Составы исследуемых поглощающих лакокрасочных композиций

10 15	Состав 1	Эпоксидная смола (ЭД-20)	100 м.ч.
		Полые зольные микросферы (АСИМ)	30 м.ч.
		Углеродные нанотрубки (Таунит)	2 м.ч.
		Растворитель (ацетон)	50 м.ч.
		ПАВ (олеиновая кислота)	0,5 м.ч.
		Отвердитель (ПЭПА)	15 м.ч.
20 25	Состав 2	Эпоксидная смола (ЭД-20)	100 м.ч.
		Полые зольные микросферы (АСИМ)	50 м.ч.
		Углеродные нанотрубки (Таунит)	1 м.ч.
		Растворитель (ацетон)	100 м.ч.
		ПАВ (олеиновая кислота)	0,1 м.ч.
		Отвердитель (ПЭПА)	15 м.ч.
30 35	Состав 3 (прототип)	Графит	60 м.ч.
		Углеродное волокно	3 м.ч.
		Пластификатор (ДФФ)	0,5 м.ч.
		Термопластичный полиуретан	0,5 м.ч.
		Эпоксидная смола (ЭД-20)	36 м.ч.
		Отвердитель (ПЭПА)	6 м.ч.

40

45

Таблица 2: Величина коэффициента поглощения составов исследуемых лакокрасочных композиций при углах падения электромагнитного излучения 90, 60, 45 и 30 градусов

Рецептура покрытия	Величина коэффициента поглощения (дБ) при углах падения			
	90°	60°	45°	30°
1	28	24	17	10
2	26	23	18	12
3	20	12	5	3

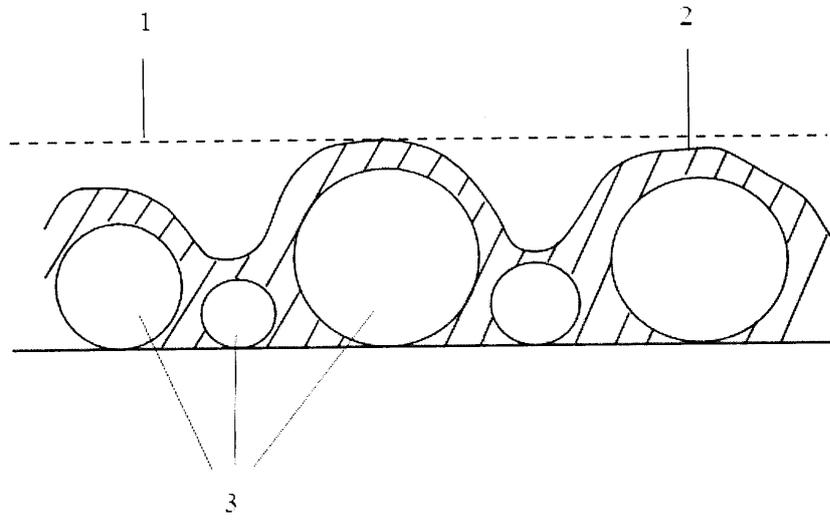
Изобретение позволяет существенно уменьшить уровень отражения СВЧ электромагнитного излучения, падающего (нормально и под углом) на металлическую (или иную отражающую) поверхность.

Формула изобретения

Лакокрасочная радиопоглощающая композиция, представляющая полимерное связующее на основе эпоксидной смолы с электропроводящим радиопоглощающим наполнителем, отличающаяся тем, что выполнена из двух жидких компонентов, один из которых является отвердителем эпоксидной смолы, а второй является композицией, содержащей эпоксидную смолу, полые зольные микросферы, электропроводящий радиопоглощающий наполнитель - углеродные нанотрубки, растворитель и поверхностно-активное вещество (ПАВ), при следующем соотношении ее компонентов, масс. %:

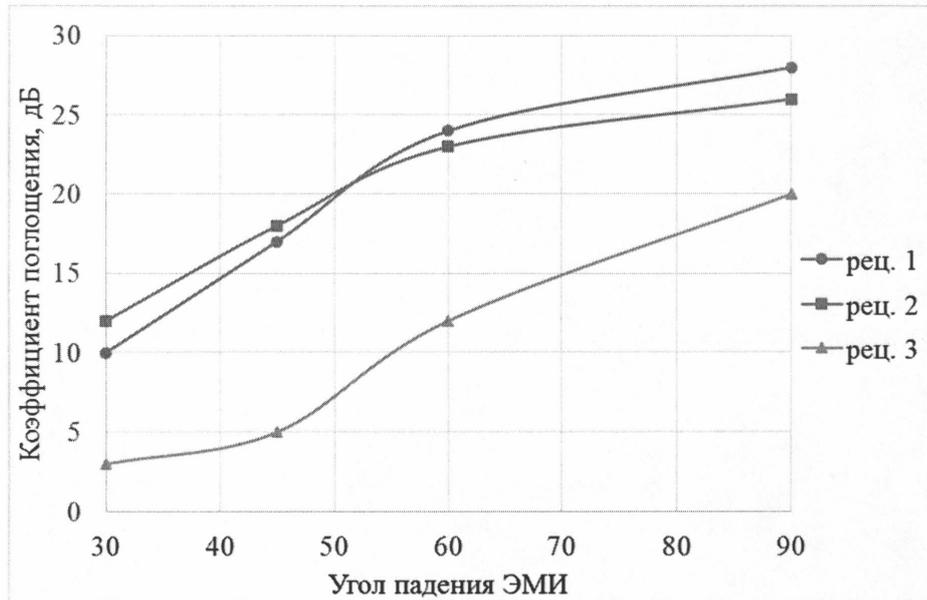
эпоксидная смола	30-55
полые зольные микросферы	15-20
углеродные нанотрубки	0,5-2
ПАВ	0,02-0,2
растворитель	остальное до 100

Лакокрасочная радиопоглощающая композиция



Фигура 1

Лакокрасочная радиопоглощающая композиция



Фигура 2