



(19) **KG** (51) **C09D 5/32** (2014.01) (11) **1644** (13) **C1** (46) **31.07.2014**
H01Q 17/00 (2014.01)

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
И ИННОВАЦИЙ ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ
к патенту Кыргызской Республики под ответственность заявителя

(19) **KG** (11) **1644** (13) **C1** (46) **31.07.2014**

(21) 20130030.1

(22) 22.04.2013

(46) 31.07.2014, Бюл. №7

(71) (73) Кыргызско - Российский Славянский университет (KG)

(72) Молдосанов К.А. (KG)

(56) RU №2363714, кл. C09D 5/32, B82B 1/00, 2009

(54) **Электромагнитное поглощающее покрытие**

(57) Изобретение относится к электромагнитным поглощающим покрытиям, предназначенным для поглощения электромагнитного излучения в объектах авиационной, космической, наземной и морской техники для снижения их радиолокационной заметности, а также для поглощения электромагнитного излучения в экранирующих устройствах, в поглощающих облицовках и корпусах, в безэховых измерительных камерах и в средствах защиты населения от неионизирующих излучений.

Задача изобретения - повышение функциональных возможностей за счет снижения удельного веса и расширения полосы поглощаемых частот в диапазоне СВЧ-излучения при снижении стоимости покрытия и упрощении конструкции.

Поставленная задача решается в электромагнитном поглощающем покрытии, состоящем из основания, например, в виде радиопрозрачной высокомодульной ткани, на котором нанесена поглощающая пленка, где поглощающая пленка выполнена из слоев наночастиц алюминия или его сплавов с пассивирующей окисной пленкой на поверхности, причем размер наночастиц в каждом слое одинаков и определяется номинальной частотой поглощения данного слоя по формуле:

$$D = 68,765 \cdot \nu_0^{-1/3} \text{ (нм)},$$

где D - размер наночастиц;

ν_0 - номинальная частота поглощения (ГГц), при этом размер наночастиц от слоя к слою монотонно или ступенчато увеличивается в направлении волнового вектора падающей электромагнитной волны, причем в качестве алюминиевого сплава используют сплав алюминия с примесями, сплав алюминия с примесями марганца, алюминия с примесями хрома. 1 н. п. ф., 2 табл., 4 фиг.

(21) 20130030.1

(22) 22.04.2013

(46) 31.07.2014, Bull. number 7

(71)(73) Kyrgyz - Russian Slavic University (KG)

(72) Moldosanov K.A. (KG)

(56) RU №2363714, cl. C09D 5/32, B82B 1/00, 2009

(54) **Electromagnetic absorbing coating**

(57) The invention relates to electromagnetic absorbing coatings, designed to absorb the electromagnetic radiation in the objects of aviation, space, terrestrial and marine equipment to reduce their radar perceptibility, as well as for the absorption of electromagnetic radiation in screening devices, absorbing coating and enclosure, in anechoic measuring chamber and in means for protection of the population from non-ionizing radiation.

Problem of the invention is to increase the functionality by reducing the specific gravity and to expand the band of accepted frequencies in the range of microwave radiation while reducing the cost of coverage and simplifying the construction.

The stated problem is solved in an electromagnetic absorbing coating, consisting of a base, for example, in the form of radiolucent high-modulus fabric with absorbing film, applied onto it(base), where absorbing film is made of layers of aluminum or aluminum alloys nanoparticles with a passivating oxide film on their surface, wherein the size of the nanoparticles in each layer is the same and is determined by the nominal accepted frequency of the given layer according to the formula:

$$D = 68,765 \cdot \nu_0^{-1/3} \text{ (nm)},$$

where D – is a size of the nanoparticles;

ν_0 - nominal absorption frequency (GHz), where the size of the nanoparticles monotonously or stepwise increasing in the direction of the wave vector of the incident electromagnetic wave from layer to layer, wherein the aluminum alloy with admixtures, such as aluminum with manganese, chromium admixtures is used as an aluminum alloy. 1 independ.claim, 2 tables, 4 figures.

Изобретение относится к электромагнитным поглощающим покрытиям, предназначенным для поглощения электромагнитного излучения в объектах авиационной, космической, наземной и морской техники для снижения их радиолокационной заметности, а также для поглощения электромагнитного излучения в экранирующих устройствах, в поглощающих облицовках и корпусах, в безэховых измерительных камерах и в средствах защиты населения от неионизирующих излучений.

Известные электромагнитные поглощающие покрытия основаны на способности поглощения падающего излучения мелкодисперсными составляющими: кластерами ферромагнитных частиц, ферритов и гидрогенизированного углерода.

Известно защитное покрытие (RU №2427601, кл. C09D 127/12, H01Q 17/00, C09D 5/32, C08K 3/10, B32B 5/28, 5/24, 5/02, H05K 9/00, 2011), состоящее из основы в виде двух и более слоев переплетенных рядов нитей, скрепленных радиопрозрачным материалом, с нанесенной на каждый слой вакуумным распылением пленкой из гидрогенизированного углерода с вкрапленными в него частицами ферромагнитного материала. Причем, содержание частиц ферромагнитного материала составляет от 5 мас. % в пленке, нанесенной на наружный слой переплетенных рядов нитей, до 85 мас. % в пленке, нанесенной на слой переплетенных рядов нитей, прилегающий к защищаемой поверхности. При этом, на поверхность пленки, нанесенной на наружный слой переплетенных рядов нитей, нанесено лакокрасочное покрытие, полученное из суспензии, содержащей фторированный полимер, сульфид цинка с гексагональной кристаллической структурой, селен, серу, катализатор, смачивающую добавку и отвердитель.

Недостатками известного электромагнитного поглощающего покрытия являются применение двух и более поглощающих материалов, обеспечивающих затухание магнитной и электрической составляющих электромагнитной волны, благодаря высоким уровням магнитных и диэлектрических потерь (соответственно, ферритовые и ферромагнитные кластеры и гидрогенизированный

углерод), что значительно повышает удельный вес покрытия и его конструкцию. Кроме того, мелкодисперсные ферромагнитные материалы обладают ограниченным рабочим диапазоном электромагнитного поглощения, что снижает функциональные возможности покрытия в определенных условиях его эксплуатации.

За прототип выбрано электромагнитное поглощающее покрытие (RU №2363714, кл. C09D 5/32, B82B 1/00, 2009), состоящее из основания в виде двух и более слоев арамидной высоко-модульной ткани типа кевлар, с нанесенной на него поглощающей пленкой с двух сторон, причем на одну сторону основания нанесена пленка из напыленного феррита с вкрапленными в него наноразмерными кластерами металлов Ni и Co, а на другую сторону - пленка из напыленного гидрогенизированного углерода с вкрапленными в него наноразмерными кластерами металлов Ni и Co.

Недостатками электромагнитного поглощающего покрытия, выбранного за прототип являются ограниченные эксплуатационные возможности, обусловленные повышенным удельным весом, так как поглощающая пленка содержит феррит с вкрапленными в него кластерами металлов, имеющих повышенный удельный вес. Кроме того, такое покрытие имеет узкую рабочую полосу поглощения частот (2-40 ГГц), что сужает область применения покрытия, так как не обеспечивает защиту объектов в более широком диапазоне СВЧ-излучения, а также в видимом, инфракрасном и терагерцевом диапазонах.

Задача изобретения - повышение функциональных возможностей за счет снижения удельного веса и расширения полосы поглощаемых частот в диапазоне СВЧ-излучения при снижении стоимости покрытия и упрощении конструкции.

Поставленная задача решается в электромагнитном поглощающем покрытии, состоящем из основания, например, в виде радиопрозрачной высокомодульной ткани, на котором нанесена поглощающая пленка, где поглощающая пленка выполнена из слоев наночастиц алюминия или его сплавов с пассивирующей окисной пленкой на поверхности, причем размер наночастиц в каждом слое одинаков и определяется номинальной частотой поглощения данного слоя по формуле:

$$D = 68,765 \cdot \nu_0^{-1/3} \text{ (нм)},$$

где D - размер наночастиц;

ν_0 - номинальная частота поглощения (ГГц), при этом размер наночастиц от слоя к слою монотонно или ступенчато увеличивается в направлении волнового вектора падающей электромагнитной волны, причем в качестве алюминиевого сплава используют сплав алюминия с примесями, сплав алюминия с примесями марганца, алюминия с примесями хрома.

Выполнение поглощающей пленки в виде слоев наночастиц алюминия или его сплавов значительно уменьшает удельный вес электромагнитного поглощающего покрытия в целом, т. к. алюминий и его сплавы обладают низким удельным весом ($\approx 2,7 \text{ г/см}^3$) - в 3,3 раза меньше удельного веса ферромагнитных металлов кобальта ($8,9 \text{ г/см}^3$) и никеля ($8,9 \text{ г/см}^3$), в 1,7-2,9 раз меньше удельного веса ферритов и близок к удельному весу углерода ($2,3 \text{ г/см}^3$). Увеличение размера наночастиц с пассивирующей окисной пленкой на поверхности от слоя к слою монотонно или ступенчато в направлении волнового вектора падающей электромагнитной волны при одинаковом их размере в каждом слое, и размер которых определяется номинальной частотой поглощения данного слоя по предлагаемой формуле:

$$D = 68,765 \cdot \nu_0^{-1/3} \text{ (нм)},$$

где D - размер наночастиц; ν_0 - номинальная частота поглощения (ГГц), позволяет рассчитывать диапазон размеров наночастиц алюминия соответственно требуемой рабочей полосе частот поглощения. Пассивирующая окисная пленка на поверхности наночастиц алюминия или его сплавов образуется при получении наночастиц в среде, содержащей кислород (например, при магнетронном распылении катода-мишени из алюминия или его сплавов в среде аргона и кислорода), и используется для изоляции наночастиц друг от друга. Благодаря участию акустических фононов в процессах поглощения фотонов фермиевскими электронами, наночастица способна поглощать не только фотоны с номинальной частотой ν_0 данной наночастицы, но и фотоны с частотами $\nu \pm \Delta\nu$, где знак «+» соответствует случаю поглощения фотона с частотой $\nu_0 + \Delta\nu$, с возбуждением акустического фонона с частотой $\Delta\nu$, а знак «-» соответствует случаю поглощения фотона с частотой $\nu_0 - \Delta\nu$, с поглощением акустического фонона с частотой $\Delta\nu$. При такой последовательности слоев каждый предыдущий слой имеет номинальную частоту поглощения, большую номинальной частоты поглощения данного слоя. Соответственно, все предыдущие слои будут квазипрозрачными для фотонов, которые способен поглотить данный слой, что позволяет обеспечить диссипацию падающей лучистой энергии в теплоту в широкой полосе СВЧ-диапазона: от $\sim 10 \text{ МГц}$ до $\sim 5 \text{ ТГц}$. Соответственно, полоса поглощаемых частот расширится до $10 \text{ МГц} - 5 \text{ ТГц}$. Кроме того, благодаря рассеянию электронов на границах наночастиц в скин-слое покрытия (в наружных слоях поглощающей пленки) происходит снижение отражательной способности в видимом и инфракрасном диапазонах. А благодаря широкой полосе фононного спектра алюминия и его сплавов, почти полностью лежащей в терагерцевом диапазоне, происходит снижение отражательной способности и в терагерцевом диапазоне. Эти свойства расширяют область использования электромагнитного поглощающего покрытия, - например, для защиты космических объектов. Кроме того, выполнение поглощающего слоя из наночастиц алюминия или его сплавов значительно снижает стоимость электромагнитного поглощающего покрытия в целом, так как согласно средневзвешенным ценам на мировых биржах (данные марта 2013 г.), алюминий в 12,5 дешевле кобальта, в 8,3 раз дешевле никеля, и в 5 раз дешевле феррита. Снижение стоимости покрытия обусловлено также тем, что стоимость магнетронного распыления алюминия и его сплавов ниже стоимости распыления феррита и ферромагнитных металлов (Co, Ni), так как температуры плавления алюминия и его сплавов ниже.

Электромагнитное поглощающее покрытие иллюстрируется чертежом, где на фиг. 1 изображен общий вид покрытия в разрезе, вариант одностороннего нанесения защитной пленки с монотонным уменьшением размера наночастиц от слоя к слою; на фиг. 2 - то же, вариант двухстороннего нанесения защитной пленки с монотонным уменьшением размера наночастиц от слоя к слою; на фиг. 3 - то же, вариант одностороннего нанесения защитной пленки со ступенчатым уменьшением размера наночастиц от серии слоев одинакового размера к следующей серии слоев одинакового размера; на фиг. 4 - то же, вариант одностороннего нанесения защитной пленки с монотонным уменьшением размера наночастиц от слоя к слою - непосредственно на поверхность

защищаемого объекта; на фиг. 5 - таблица примеров реализации электромагнитного поглощающего покрытия.

Электромагнитное поглощающее покрытие в вариантах одностороннего нанесения защитной пленки с монотонным уменьшением размера наночастиц от слоя к слою (фиг. 1 и фиг. 4) состоит из основания 1 в виде высокомодульной радиопрозрачной ткани или непосредственно поверхности защищаемого объекта, на котором вакуумным магнетронным распылением нанесена поглощающая пленка. Поглощающая пленка выполнена из внутреннего слоя 2, нанесенного непосредственно на основание 1, промежуточных n слоев 3 и наружного слоя 4 из наночастиц алюминия или его сплавов с пассивирующей окисной пленкой 5 на поверхности.

Размер наночастиц в каждом слое 2-4 одинаков и определяется номинальной частотой поглощения данного слоя по формуле:

$$D = 68,765 \cdot \nu_0^{-1/3} \text{ (нм)},$$

где D - размер наночастиц; ν_0 - номинальная частота поглощения (ГГц).

Размер наночастиц от внутреннего слоя 2 к наружному слою 4 монотонно уменьшается (фиг. 1 и фиг. 4). Размер наночастиц во внутреннем слое 2 максимален и соответствует минимальной номинальной частоте поглощения (ν_{0min}), промежуточных n слоях 3 - размер наночастиц зависит от промежуточной частоты поглощения ($\nu_{0min} < \nu_{0n} < \nu_{0max}$), в наружном слое 4 - размер наночастиц минимален и соответствует максимальной заданной частоте поглощения (ν_{0max}). При условии двухстороннего нанесения защитной пленки (фиг. 2) на радиопрозрачное тканевое основание 1 размер наночастиц защитной пленки в слоях изменяется следующим образом: на облучаемой стороне защитной пленки размер наночастиц уменьшается от промежуточного слоя 3 к наружному слою 4 с удалением от основания 1, наружный слой 4 имеет максимальную номинальную частоту поглощения (ν_{0max}). На оборотной стороне основания 1 размер наночастиц увеличивается от промежуточного слоя 3 к внутреннему слою 2 с удалением от основания 1, внутренний слой 2 имеет минимальную частоту поглощения (ν_{0min}). При выполнении защитной пленки в виде слоев 2-4, каждый из которых состоит из серии слоев с одинаковым размером наночастиц (фиг. 3), при движении от внутреннего слоя 2 к наружному слою 4 размеры наночастиц уменьшаются ступенчато, а внутри слоев 2, 3, 4 их размер одинаков. При переходе от слоя 2 к слою 4 вне серии их размер уменьшается монотонно.

Электромагнитное поглощающее покрытие варианта с односторонним нанесением защитной пленки (фиг. 1) работает следующим образом. При падении электромагнитного излучения k , частота которого лежит в пределах от ν_{0min} до ν_{0max} , в наружном слое 4 фермиевские электроны наночастиц поглощают фотоны с частотами $\nu_{0max} \pm \Delta\nu$, где знак «+» соответствует поглощению фотона с частотой $\nu_{0max} + \Delta\nu$ с возбуждением акустического фонона частотой $\Delta\nu$, а знак «-» соответствует поглощению фотона с частотой $\nu_{0max} - \Delta\nu$ с поглощением акустического фонона с частотой $\Delta\nu$. При частоте падающего излучения ниже $\nu_{0max} - \Delta\nu$, оно проникнет в нижележащий промежуточный слой 3, т. е. энергии этих фотонов недостаточно для возбуждения фермиевских электронов в первом, наружном слое 2. В нижележащем промежуточном слое 3 происходит дальнейшее поглощение фотонов с поглощением или возбуждением акустических фононов. При недостаточной энергии фотонов для возбуждения фермиевских электронов в этом слое 3, то фотоны проникают в ещё более глубоко лежащий промежуточный слой 3, в котором явление повторяется. В n -ом промежуточном слое 3 происходит поглощение фотонов с частотами $\nu_{0n} \pm \Delta\nu$, где знак «+» соответствует поглощению фотона с частотой $\nu_{0n} + \Delta\nu$ с возбуждением акустического фонона частотой $\Delta\nu$, а знак «-» соответствует поглощению фотона с частотой $\nu_{0n} - \Delta\nu$ с поглощением акустического фонона с частотой $\Delta\nu$. Процессы поглощения или непоглощения фотонов происходят в каждом слое 3-4 наночастиц. Если поток фотонов достигнет внутреннего слоя 2, нанесенного на основание 1, имеющего номинальную частоту поглощения ν_{0min} , в нем поглощаются фотоны с частотами $\nu_{0min} \pm \Delta\nu$, где знак «+» соответствует поглощению фотона с частотой $\nu_{0min} + \Delta\nu$ с возбуждением акустического фонона частотой $\Delta\nu$, а знак «-» соответствует поглощению фотона с частотой $\nu_{0min} - \Delta\nu$ с поглощением акустического фонона с частотой $\Delta\nu$.

Электромагнитное поглощающее покрытие с нанесением защитной пленки на обе стороны основания (фиг. 2) работает аналогичным образом. У падающего электромагнитного излучения k с возможной частотой в полосе от ν_{0min} до ν_{0max} , в наружном слое 4 из наночастиц поглощаются

фотоны с частотой в диапазоне $\nu_{0max} \pm \Delta\nu$. Если частота падающего излучения ниже $\nu_{0max} - \Delta\nu$, оно проникнет в нижележащий промежуточный слой 3, в котором идет дальнейшее поглощение фотонов с поглощением или возбуждением акустических фононов. При этом, в n промежуточных слоях 3 с частотой поглощения ν_{0n} ($\nu_{0min} < \nu_{0n} < \nu_{0max}$) поглощаются фотоны с частотой в диапазоне $\nu_{0n} \pm \Delta\nu$. Фотоны, не поглощенные в наружном 4 и промежуточных 3 слоях, нанесенных на облучаемую сторону основания 1, проходят сквозь него и поглощаются в промежуточном 3 и внутреннем 2 слоях, нанесенных на обратную сторону основания 1.

Электромагнитное поглощающее покрытие одностороннего нанесения защитной пленки со ступенчатым уменьшением размера наночастиц от серии слоев одинакового размера к следующей серии слоев одинакового размера (фиг. 3) работает следующим образом. У падающего электромагнитного излучения k с возможной частотой в полосе от ν_{0min} до ν_{0max} в наружном слое 4 поглощаются фотоны с частотой в диапазоне $\nu_{0max} \pm \Delta\nu$. Нанесение нескольких слоев наночастиц одинакового размера повышает вероятность поглощения фотонов в диапазоне $\nu_{0max} \pm \Delta\nu$. Если частота падающего излучения ниже $\nu_{0max} - \Delta\nu$, оно проникнет в нижележащий слой, где происходит поглощение фотонов с поглощением или возбуждением акустических фононов. Количество слоев наночастиц одинакового размера повышает вероятность поглощения фотонов в диапазоне, соответствующем слою 4. Если энергии фотонов недостаточно для возбуждения фермиевских электронов в этих слоях наночастиц, то фотоны проникают в нижележащий промежуточный слой 3 из серии слоев наночастиц одинакового размера, в которых процесс повторяется. В слое m -го размера наночастиц с номинальной частотой поглощения ν_{0m} ($\nu_{0min} < \nu_{0m} < \nu_{0max}$) поглощаются фотоны с частотой в диапазоне $\nu_{0m} \pm \Delta\nu$. Процесс поглощения или непоглощения фотонов происходит в каждой серии более глубоко лежащих слоев 3-4 из наночастиц одинакового размера. Если фотоны не поглотятся в них, то поток фотонов проникнет до нижней серии слоев одинакового размера внутреннего слоя 2, нанесенных на основание, имеющих частоту поглощения ν_{0min} . В серии слоев одинакового максимального размера могут поглотиться фотоны с частотой в диапазоне $\nu_{0min} \pm \Delta\nu$.

Электромагнитное поглощающее покрытие варианта одностороннего нанесения защитной пленки с монотонным уменьшением размера наночастиц от слоя 2 к слою 4 (фиг. 4) при нанесении защитной пленки непосредственно на поверхность 1 защищаемого объекта, работает аналогично варианту, представленному на фиг. 1 и описанному выше.

В таблице 1 приведены размеры наночастиц алюминия, рассчитанные по формуле $D = 68,765 - \nu_0$, (нм), где D - размер наночастиц (нм), ν_0 - номинальная частота поглощения (ГГц), и соответствующие им номинальные частоты и длины волн поглощаемого электромагнитного излучения.

В таблице 2 представлены примеры реализации радиопоглощающего покрытия с поглощающим слоем из наночастиц алюминия и его сплавов.

Предлагаемое электромагнитное поглощающее покрытие позволяет обеспечить расширение частотного диапазона: в нижней части сверхвысокочастотного (СВЧ) диапазона до 10 МГц и в верхней части СВЧ-диапазона - до 5 ТГц, а также в видимом, инфракрасном и терагерцевом диапазонах, что может быть эффективно использовано для поглощения электромагнитного излучения в объектах авиационной, космической, наземной и морской техники с целью снижения их радиолокационной заметности, а также в экранирующих устройствах для обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронных систем, для обеспечения пассивной защиты информации - предотвращения её утечки из офисных помещений, специальных защищенных комнат для обработки шифрованной информации, комнат для ведения конфиденциальных переговоров, а также из камер для настройки и испытаний специальной электронной аппаратуры.

Таблица 1

Размеры наночастиц алюминия рассчитанные по формуле

Номинальная частота	Номинальная длина волны	Диаметр наночастиц
ν_0 (ГГц)	λ_0 (см)	D (нм)
$5,04 \cdot 10^3$	$5,95 \cdot 10^{-3}$	4
$1,49 \cdot 10^3$	$2,01 \cdot 10^{-2}$	6
629,96	$4,76 \cdot 10^{-2}$	8

322,54	$9,30 \cdot 10^{-2}$	10
186,66	0,160	12
117,54	0,255	14
78,74	0,381	16
55,30	0,542	18
40,32	0,744	20
5,04	5,952	40
1,494	20,080	60
0,630	47,619	80
0,322	93,167	100
0,186	161,290	120
0,118	254,237	140
0,078	384,615	160
0,056	535,714	180
0,040	750,000	200
0,030	1000,000	220
0,024	1250,000	240
0,018	1666,666	260
0,010	3000	315

Таблица 2

Примеры реализации электромагнитного покрытия

№ примера	Материал наночастиц в поглощающей пленке	Химический состав материала наночастиц, мас. %	Основание	Количество слоев тканевого основания	Количество сторон основания с нанесенной поглощающей пленкой
1	2	3	4	5	6
1	Алюминий АД000 ГОСТ 4784-97	Al - 99,8 %	Поверхность защищаемого объекта	0	1
2	Алюминий АД000 ГОСТ 4784-97	Al - 99,8 %	Ткань из арамидного волокна	1 или более	1
3	Алюминий АД000 ГОСТ 4784-97	Al - 99,8 %	Ткань из арамидного волокна	1 или более	2
4	Алюминий АД000 ГОСТ 4784-97	Al - 99,8 %	Ткань из стекловолокна	1 или более	1
5	Алюминий АД000 ГОСТ 4784-97	Al - 99,8 %	Ткань из стекловолокна	1 или более	2
6	Алюминий АД000 ГОСТ 4784-97	Al - 99,8 %	Ткань из углеродного волокна	1	1
7	Алюминиевый сплав АМц ГОСТ 4784-97	Mn - 1,0-1,5 %, Al - основа	Поверхность защищаемого объекта	0	1
8	Алюминиевый сплав АМц ГОСТ 4784-97	Mn - 1,0-1,5 %, Al - основа	Ткань из арамидного волокна	1 или более	1
9	Алюминиевый сплав АМц ГОСТ 4784-97	Mn - 1,0-1,5 %, Al - основа	Ткань из арамидного волокна	1 или более	2
10	Алюминиевый сплав АМц ГОСТ 4784-97	Mn - 1,0-1,5 %, Al - основа	Ткань из стекловолокна	1 или более	1
11	Алюминиевый сплав АМц ГОСТ 4784-97	Mn - 1,0-1,5 %, Al - основа	Ткань из стекловолокна	1 или более	2
12	Алюминиевый сплав АМц ГОСТ 4784-97	Mn - 1,0-1,5 %, Al - основа	Ткань из углеродного волокна	1	1
13	Алюминиевый сплав АМц1	Mn - 2,0-4,5 %, Al - основа	Поверхность защищаемого объекта	0	1
14	Алюминиевый сплав АМц1	Mn - 2,0-4,5 %, Al - основа		1 или более	1
1	2	3	4	5	6

13

1644

14

15	Алюминиевый сплав АМц1	Mn - 2,0-4,5 %, Al - основа	Ткань из арамидного волокна Ткань из арамидного волокна	1 или более	2
16	Алюминиевый сплав АМц1	Mn - 2,0-4,5 %, Al - основа		1 или более	1
17	Алюминиевый сплав АМц1	Mn - 2,0-4,5 %, Al - основа	Ткань из стекловолокна Ткань из стекловолокна	1 или более	2
18	Алюминиевый сплав АМц1	Mn - 2,0-4,5 %, Al - основа	Ткань из углеродного волокна	1	1
19	Алюминиевый сплав 01419	Cr - 1,2-1,6 %, Al - основа	Поверхность защищаемого объекта	0	1
20	Алюминиевый сплав 01419	Cr - 1,2-1,6 %, Al - основа	Ткань из арамидного волокна	1 или более	1
21	Алюминиевый сплав 01419	Cr - 1,2-1,6 %, Al - основа	Ткань из арамидного волокна	1 или более	2
22	Алюминиевый сплав 01419	Cr - 1,2-1,6 %, Al - основа	Ткань из стекловолокна	1 или более	1
23	Алюминиевый сплав 01419	Cr - 1,2-1,6 %, Al - основа	Ткань из стекловолокна	1 или более	2
24	Алюминиевый сплав 01419	Cr - 1,2-1,6 %, Al - основа	Ткань из углеродного волокна	1	1
25	Алюминий-ванадиевый сплав	V - 1,2-2,0 %, Al - основа	Поверхность защищаемого объекта	0	1
26	Алюминий-ванадиевый сплав	V - 1,2-2,0 %, Al - основа	Ткань из арамидного волокна	1 или более	1
27	Алюминий-ванадиевый сплав	V - 1,2-2,0 %, Al - основа	Ткань из арамидного волокна	1 или более	2
28	Алюминий-ванадиевый сплав	V - 1,2-2,0 %, Al - основа	Ткань из стекловолокна	1 или более	1
29	Алюминий-ванадиевый сплав	V - 1,2-2,0 %, Al - основа	Ткань из стекловолокна	1 или более	2
30	Алюминий-ванадиевый сплав	V - 1,2-2,0 %, Al - основа	Ткань из углеродного волокна	1	1

Формула изобретения

1. Электромагнитное поглощающее покрытие, состоящее из основания, например, в виде радиопрозрачной высокомодульной ткани, на которое нанесена поглощающая пленка, отличающееся тем, что поглощающая пленка выполнена из слоев наночастиц алюминия или его сплавов с пассивирующей окисной пленкой на поверхности, причем размер наночастиц в каждом слое одинаков и определяется номинальной частотой поглощения данного слоя по формуле:

$$D = 68,765 \cdot \nu_0^{-1/3} \text{ (нм)},$$

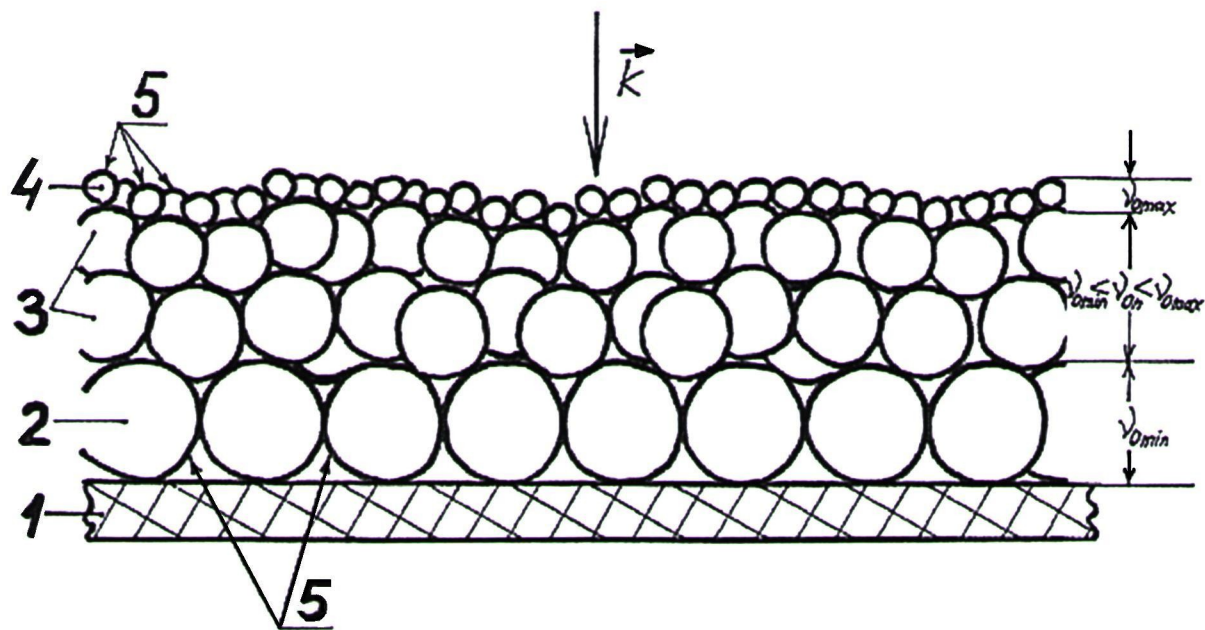
где D - размер наночастиц;

ν_0 - номинальная частота поглощения (Гц), при этом размер наночастиц от слоя к слою монотонно или ступенчато увеличивается в направлении волнового вектора падающей электромагнитной волны.

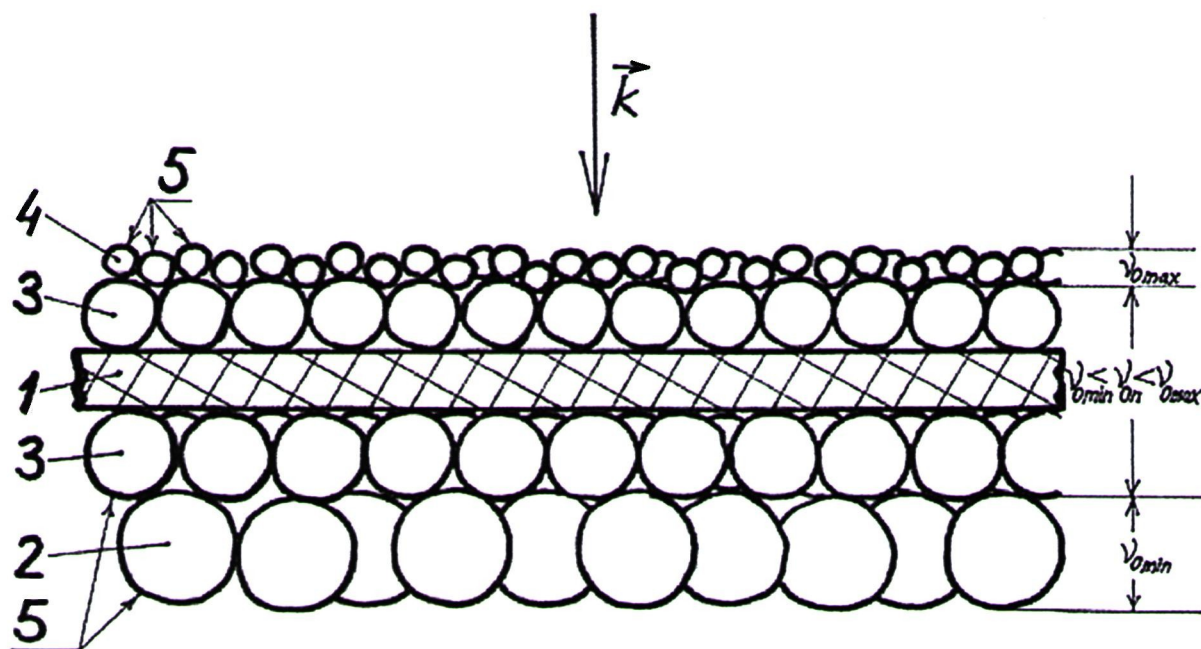
2. Электромагнитное поглощающее покрытие по п. 1, отличающееся тем, что в качестве алюминиевого сплава используют сплав алюминия с примесями ванадия.

3. Электромагнитное поглощающее покрытие по п. 1, отличающееся тем, что в качестве алюминиевого сплава используют сплав алюминия с примесями марганца.

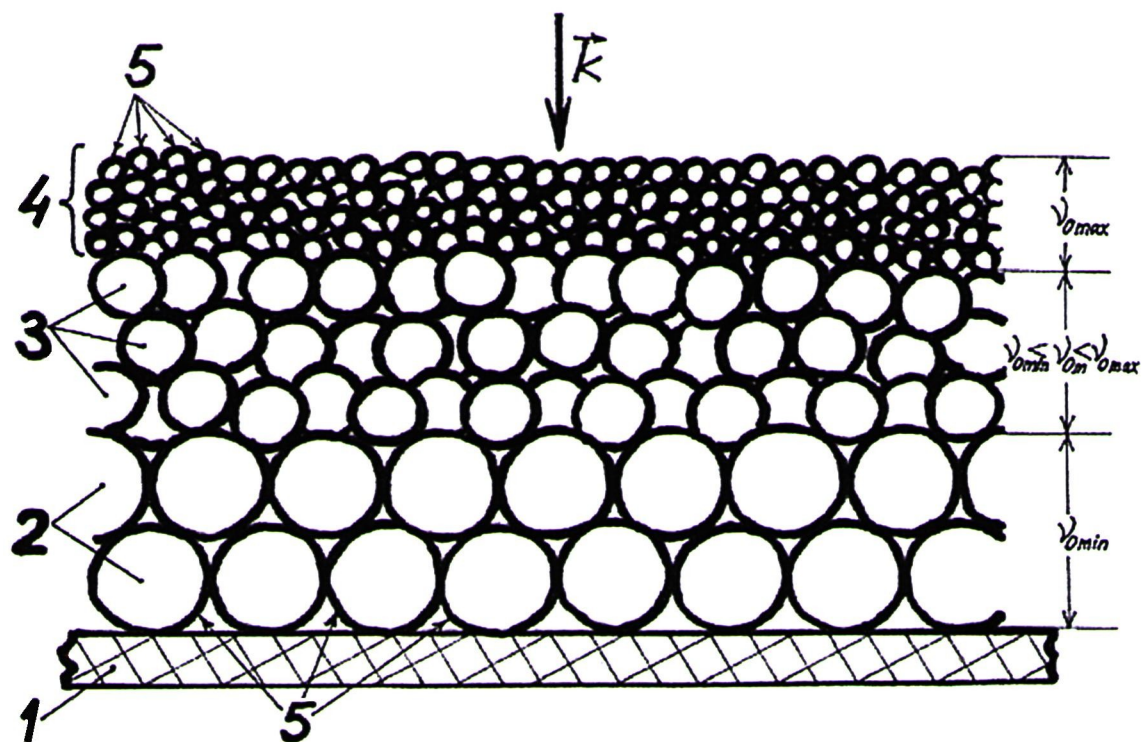
4. Электромагнитное поглощающее покрытие по п. 1, отличающееся тем, что в качестве алюминиевого сплава используют сплав алюминия с примесями хрома.



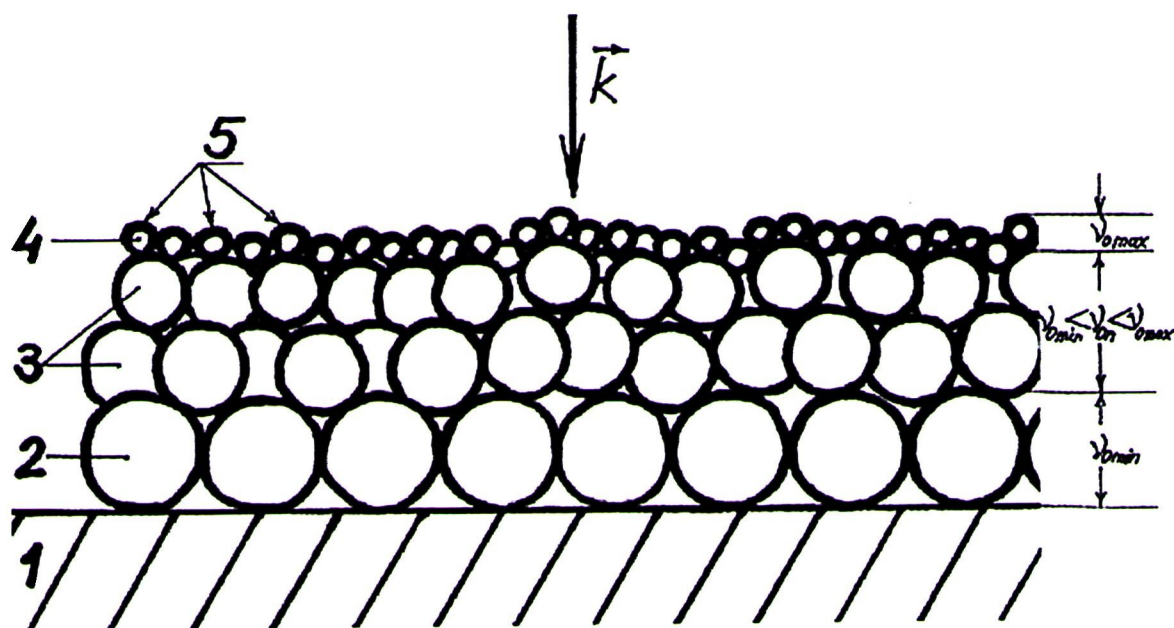
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Выпущено отделом подготовки материалов

Государственная служба интеллектуальной собственности и инноваций при Правительстве Кыргызской Республики,
720021, г. Бишкек, ул. Московская, 62, тел.: (312) 68 08 19, 68 16 41; факс: (312) 68 17 03