

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041354**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.10.13

(21) Номер заявки
201700278

(22) Дата подачи заявки
2015.11.24

(51) Int. Cl. **D06M 11/00** (2006.01)
D06M 15/233 (2006.01)
D06M 15/263 (2006.01)
D06M 15/41 (2006.01)
D06M 15/55 (2006.01)
D06M 15/643 (2006.01)
C09D 5/32 (2006.01)

(54) **ПРИМЕНЕНИЕ СОСТАВА ДЛЯ ПОКРЫТИЯ/ПРОПИТКИ МАТЕРИАЛОВ,
ПРИБЫРАЮЩИХ СПОСОБНОСТЬ ЭКРАНИРОВАТЬ ПЕРЕМЕННЫЕ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ПОЛЯ**

(31) **P.410462**

(32) **2014.12.10**

(33) **PL**

(43) **2017.10.31**

(86) **PCT/IB2015/059065**

(87) **WO 2016/092399 2016.06.16**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**СЕЛЕНА ЛАБС СПУЛКА
З ОГРАНИЧОНА
ОДПОВЕДЗЯЛНОСЬЦЯ;
ВОСИНЬСКИЙ СТАНИСЛАВ (PL)**

(56) **US-A1-2005229327
US-A-5001005
WO-A1-2010093270**

(72) Изобретатель:
Восиньский Станислав (PL)

(74) Представитель:
Ковальчук Н.С. (RU)

(57) Предметом изобретения является применение для покрытия/пропитки материалов, приобретающих способность экранировать переменные электромагнитные поля в диапазоне от низкочастотных до радиочастотных, где переменное поле экранируется в частотном диапазоне от 10^{-2} до 10^6 Гц, состава, содержащего водный раствор неорганической соли, образующей гидраты, или сочетания солей, по меньшей мере одна из которых образует гидрат; водную дисперсию акрилового полимера, или водную дисперсию стирол-акрилового полимера, или силиконовую эмульсию и добавки, выбираемые из группы, в состав которой входят поверхностно-активные вещества; алюмосиликаты и силикаты из группы соединений, в состав которой входят бентонит, каолин и тальк; водорастворимые и нерастворимые соединения кальция, оксиды металлов и металлоидов.

B1**041354****041354****B1**

Настоящее изобретение относится к составу для пропитки материалов, в результате чего последние приобретают способность экранировать от воздействия переменных электромагнитных полей, включая применение такого состава в покрытии и модификации строительных, мебельных, текстильных, швейных и других материалов. Изобретение может применяться в строительстве, для бытовых товаров, для покрытия элементов конструкций зданий, а также для экранирования электрических и электронных устройств. Технологическое развитие электромеханических, электронных, телетехнических и вычислительных устройств, а также их быстрое распространение требуют анализа влияния электрических (ЭП), магнитных (МП) и электромагнитных полей (ЭМП) на здоровье человека. В работе над этой проблемой участвуют следующие организации: ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения), Европейская комиссия (управление по охране здоровья и защите прав потребителей), Международная комиссия по защите от неионизирующих излучений и IEEE (Институт инженеров по электротехнике и электронике). Анализ состояния здоровья в США в период стремительной электрификации страны 1940-х годов показывает, что электромагнитное излучение способствует развитию "болезней цивилизации" в большей степени, чем фактическое изменение образа жизни [Medical Hypotheses 74 (2010) 337]. Поскольку мы не можем отказаться от использования электрических устройств, единственным решением является их защита.

Традиционными материалами для экранирования ЭП являются однофазные материалы высокой электропроводности (металлы, углерод, проводящие полимеры и их сочетания), действие которых основано на эффекте Фарадея. В качестве экранов ЭП применяются металлическая фольга и сетки, размещаемые внутри полимера или стекла, проводящие полимеры и материалы из хлопка и полиэфира с вплетенными нитями из серебра или нержавеющей стали диаметром порядка нескольких микрон [IEEE Trans. Electromagnetic Compatibility 30 (1988) 187; Ibid 30 (1988) 282]. Эти типы решений описаны в патенте США US6028266 "Экран низкочастотных МП" и патенте США US6320123 "Экранирование ЭМП" а также для экранирования электрических кабелей. Принципиально новым решением является применение многофазных материалов для образования композитных материалов для экранирования ЭМП, так как при адаптации свойств фаз компонентов, соотношений их массы/объема и возможности их соединения можно получить материалы со свойствами, соответствующими требованиям предполагаемого применения [J. Mater. Sci. 44 (2009) 3917; Progress Mater. Sci. 59 (2013) 183].

Многие запатентованные решения относятся к композитным материалам для экранирования ЭМП в гигагерцевом частотном диапазоне. Такое решение раскрывается, в частности, в следующих патентах: US 3599210, EP 0312333 B1, FR 2695760 A1, EP 0420513 B1, US 5661484 и JP 10013081. Существуют также другие изобретения для композитных материалов для экранирования ЭМП в широком частотном диапазоне (от герцевого до гигагерцевого), например, в международной заявке WO 2002/40799A1, патенте США US 6337125 B1, международной заявке WO 2003031722 A1 и польском патенте PL 203956. Широкий частотный диапазон экранирования ЭМП (от Гц до ГГц) приведен в международной заявке WO 2002/40799 A1, где в качестве экранирующего материала используется композитный материал на основе матрицы, заполненной цементами, штукатуркой или гипсом в сочетании с различными видами золы, шлаков, микрокремнезема и известняка (CaCO_3 с примесями) и компонентов, отражающих/поглощающих электромагнитное излучение таких, как расслоенный графит, электродный графит, графитовые хлопья, углеродные волокна, сажа, ферриты и карборунд (SiC). Экранирующий материал содержит 1-6 слоев металлической сетки и 0,5-60% (мас.) железных опилок. В патенте США US 6337125 B1 представлены устройства и способы получения композитных материалов, поглощающих электромагнитное излучение, что позволяет увеличить скорость поглощения и получить материалы, которые тоньше и/или легче, по сравнению с применявшимися прежде. Такие материалы представляют собой сочетание синтетических диэлектрических материалов с синтетическим магнитным материалом либо с другим материалом с высокими магнитными потерями, в связи с чем диэлектрическая проницаемость и магнитная восприимчивость оказываются согласованными в требуемом частотном диапазоне. Полоса частотного поглощения составляет от 10 МГц до 10 ГГц.

В международной заявке WO 2003/031722 A1 показан композитный материал, состоящий из выбранного соответствующим образом слоя для отражения электромагнитных волн и поглощающего слоя, содержащего проводящие волокна, например углеродные волокна с длинами, выбранными в соответствии с диапазоном частоты поглощаемых электромагнитных волн.

В польском патенте PL 203956 B1 раскрывается материал, поглощающий электромагнитные волны в полосе частот от нескольких кГц до ~2 ГГц, в виде нанокompозитного материала, состоящего из каолиновых полос с относительно низкой диэлектрической проницаемостью и слоев органических полярных молекул с высокой диэлектрической проницаемостью. Пакеты каолинита имеют толщину <1 нм, а слой полярных органических молекул толщиной 0,2-2 нм состоит из имидазола. Таким образом, имеются полярные органические молекулы, с прослойками каолинита. В китайской патентной заявке CN 103755333 представлен композитный материал, состоящий из матрицы в виде пены из силиконового каучука, заполненной магний-барий-алюминиевым наноферритом. В этом случае поглотителем излучения является наноферрит; однако, частота экранирования запатентованного композитного материала не указана.

В польской патентной заявке PL 387274 представлен водный раствор для пропитки материалов в целях экранирования переменного электрического поля с низкочастотными характеристиками. Этот рас-

твор включает в себя жидкость, содержащую гидратируемую соль или смесь солей из множества, содержащего MgCl_2 , Na_3PO_4 , CuSO_4 и другие гидратируемые соли, где массовое соотношение соли или смесей солей с водой находится в пределах от 1:1 до 1:100, и с возможным добавлением полимера из группы, используемой для нанесения отделки на ткани, особенно поли(винилацетата). На предваряющей иллюстрации настоящего изобретения фигуре "Уровень техники" показано поглощение электрического поля с использованием полиэфирного материала, пропитанного водным раствором $\text{MgCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ в соотношении 1:20, с добавлением дисперсии поли(винилацетата).

Традиционно применяются экраны ЭМП в низкочастотном диапазоне, с использованием однофазных материалов высокой электропроводности, которые являются тяжелыми, дорогостоящими и, как правило, требуют заземления. Кроме того, в большинстве экранов используются многофазные системы - композитные материалы для экранирования ЭМП в СВЧ-диапазоне (или от нескольких кГц до нескольких ГГц) вместе с композитными материалами с особыми экранирующими свойствами в диапазоне Гц-ГГц, которые также содержат металлические сетки и заполнение из железа (в связи с чем требуется заземление). Продолжаются поиски материала, способного экранировать ЭМП в диапазоне от низких частот, т.е. от 10^{-2} Гц, до радиочастот, т.е. до частот на уровне 10^6 Гц и выше, порядка нескольких ГГц, который не требовал бы заземления, но оставался бы легким и мог применяться в различных видах (фольги, нетканого материала, штукатурки, в виде панелей или древесного материала), а также обеспечивал бы экранирование даже в условиях низкой относительной влажности. Неожиданным образом все вышеперечисленные проблемы были решены с помощью заявленного изобретения. Описываемое изобретение применению для пропитки материалов, придающий им способность экранировать переменные электромагнитные поля в диапазоне от низкочастотного до радиочастотного, где переменное поле экранируется в частотном диапазоне от 10^{-2} до 10^6 Гц, состава, содержащего водный раствор неорганической соли, образующей гидраты, или сочетания солей, по меньшей мере одна из которых образует гидрат; водную дисперсию акрилового полимера или водную дисперсию стирол-акрилового полимера, или силиконовую эмульсию; добавки, выбираемые из группы, в состав которой входят поверхностно-активные вещества; алюмосиликаты и силикаты из группы соединений, в состав которой входят бентонит, каолин и тальк; водорастворимые и нерастворимые соединения кальция, оксиды металлов и металлоидов. Поверхностно-активными веществами в составе являются соединения, выбираемые из группы, в состав которой входят моющие средства, сурфактанты, эмульгаторы, амфифилы, в предпочтительном случае - пеногасители, диспергаторы и гликоли. Состав согласно изобретению в предпочтительном случае характеризуется тем, что нерастворимые соединения кальция выбираются из группы, в состав которой входят известковая и доломитовая мука. Состав согласно изобретению в предпочтительном случае характеризуется тем, что содержит соединения, выбираемые из группы, в состав которой входят гипс, кальция гидроксид и портландцемент. В предпочтительном случае, состав характеризуется тем, что содержит смолы, предпочтительно алкидную смолу в органическом растворителе и эпоксидную смолу в твердом состоянии или в растворе, фенолформальдегидную смолу в этаноле или силиконовую смолу в растворе или суспензии. К используемым соединениям, которые могут образовывать неорганические гидраты, относятся: MgCl_2 ($\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, CaCl_2 , $[\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}]$, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), NaCO_3 [$\text{NaCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{NaCO}_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{NaCO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$], LiCl [$\text{LiCl} \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{LiCl} \cdot 8\text{H}_2\text{O}$] и др. В качестве полимерных дисперсий могут использоваться акриловая дисперсия, стирол-акриловая дисперсия и силиконовая эмульсия. В качестве модификаторов в изобретении могут использоваться поверхностно-активные вещества, т.е. пеногасители, такие как эмульсии силиконового масла, диспергаторы, такие как полиакрилат натрия, анионные активные эмульгаторы и усилители вязкости, такие как карбоксиметилцеллюлоза и поли(этиленоксид). В качестве модификаторов также могут использоваться следующие соединения: основной силикат магния [$\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ - тальк], основной силикат алюминия [$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ - каолинит, являющийся основным компонентом каолина] и алюмосиликаты в виде бентонита, а также соединения кальция: известковая мука [$>90\%$ CaCO_3], доломит [$(\text{Ca}, \text{Mg}) (\text{CO}_3)_2$], гипс [$\text{CaSO}_4 \cdot 42\text{H}_2\text{O}$] и портландцемент [$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (50-65%), $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ (~20%), $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ (~10%) и $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (~10%)]. В предпочтительном случае массовое отношение гидратируемой соли к воде находится в пределах от концентрации соли в насыщенном растворе до 1:1000, отношение полимера к воде находится в пределах от 1:1 до 1:2000, массовое отношение поверхностно-активных веществ к воде находится в пределах от 1:20 до 1:10000, а массовое отношение неорганических модификаторов к воде находится в пределах 1:0,5 до 1000. Еще одним предметом изобретения является применение указанного выше состава для покрытия/пропитки волокнистых и/или пористых матриц, которые после сушки приобретают свойства экранирования ЭМП, в том числе нетканые, текстильные и швейные материалы. Дерево для строительства, мебель. Материалами для покрытия/пропитки являются строительные материалы: грунтовки, грунтовки под штукатурку/краску, краски, штукатурные растворы, ламинаты, используемые в конструкциях, включая материалы для гидроизоляции кровли, паропроницаемые ламинаты, фольга, покрытая экранирующим раствором, а также текстильные материалы с экранирующими свойствами. Материалами для покрытия/пропитки являются волокнистые и/или пористые матрицы, которые после сушки приобретают свойства экранирования ЭМП, в том числе нетканые, текстильные и швейные материалы. В качестве волокнистых материалов в изобретении

используются целлюлоза, вискоза, полиэстер и другие полимерные нетканые, пряденые и вязаные материалы, а в качестве пористых материалов используются цемент, различные виды кирпича, штукатурка, гипсокартон, штукатурные плиты, цементные плиты, плиты OSB, аналогичные материалы других торговых марок, древесина, ламинаты, а также различные паропроницаемые и паронепроницаемые кровельные гидроизоляционные материалы. Материалы, пропитанные составом, такие как нетканые материалы, пряденые или вязаные материалы, или строительные материалы, такие как цемент, штукатурка, гипсокартон/штукатурные плиты/цементные плиты, керамические материалы, кирпич, силикатные блоки или дерево образуют композитную матрицу, поглощающие ЭМП материалы которой после сушки связываются с водой в виде микро- и нано-капель, инкапсулированных на поверхности пор/нанопор, и гранул модификатора в виде гидратирующей воды (связывающейся с солями с образованием гидратов) и воды, поглощенной общей массой (бентонит), а также диспергированных полимерных частиц и введенных частиц модификатора.

Существенным признаком настоящего изобретения является разработка экранирующего состава для пропитки волокнистых и/или пористых материалов, предназначенных для экранирования электромагнитных полей в диапазоне от низкочастотного (10^2 Гц) до радиочастотного, т.е. 10^6 Гц. Состав представляет собой смесь, содержащую: водный раствор неорганической соли, образующей гидраты, или сочетания солей, по меньшей мере одна из которых образует гидрат; водную дисперсию акрилового полимера или водную дисперсию стирол-акрилового полимера, или силиконовую эмульсию; добавки, выбираемые из группы, в состав которой входят поверхностно-активные вещества; алюмосиликаты и силикаты из группы соединений, в состав которой входят бентонит, каолин и тальк, водорастворимые и нерастворимые соединения кальция, оксиды металлов и металлоидов. Материалы, содержащие состав в соответствии с изобретением, такие, как нетканые, пряденые или вязаные материалы, и/или строительные материалы, такие как цементы, гипсокартон/штукатурные плиты/цементные плиты, керамические материалы/кирпич, силикатные блоки и/или дерево, представляют собой композитные матрицы статистической топологии, которая после высыхания экранирует электромагнитное излучение. Экранирующие свойства этого композитного материала связаны с диэлектрическим поглощением, возникающим из-за диэлектрических потерь всех составляющих композитного материала, и с поляризацией Максвелла-Вагнера, происходящей в этом композитном материале в связи с разностью между диэлектрической проницаемостью матрицы и наполнителей, а также инкапсулированной воды и модификаторов. Изменяя тип и топологию матрицы, а также тип и концентрацию гидратируемой соли, концентрацию дисперсии полимера, тип и концентрацию модификаторов, можно изменять полосу частот экранирования в соответствии с потребностями применения.

Предпочтительно, чтобы матрица имела поры, и/или щели, и/или капилляры. Предпочтительной является матрица, принадлежащая к группе, в состав которой входят ткани, вязаные материалы, нетканые материалы, керамика, дерево, пластмассы, строительные материалы и их различные системы. Были получены экранирующие ЭМП композитные материалы и проведены испытания на экранирование электрических полей для различных пористых матриц (из таких материалов, как керамика, нетканые материалы и другие аналогичные материалы), пропитанных пропиточными растворами различного состава. Было изучено влияние структуры и типа матрицы (в частности, пористости, массы, гидрофильных свойств), а также влияние температуры и влажности. Экраны, изготовленные в соответствии с изобретением, могут применяться для производства различных типов экранирующих конструкций, которые будут использоваться в строительстве, таких как нетканая кровля, кровельная гидроизоляция, кирпич, керамическая плитка, цемент, раствор и штукатурка, краска, грунтовка, шпатлевка, или могут наноситься непосредственно на стену здания для защиты живых организмов и электронных устройств от воздействия переменного ЭМП. Экранирующие материалы также могут использоваться непосредственно [у источников ЭМП], например, для электрических розеток и электрических кабелей. Еще одним способом применения пропиточного раствора является производство цельных матов. Экраны с матрицей из нетканых, пряденых или вязаных материалов могут также использоваться для производства одежды, простыней, одеял, палаток, спальных мешков и прокладок из пеноматериалов. Применение настоящего изобретения не исчерпывается защитой здоровья человека и электронных устройств. Изобретение может быть использовано для защиты помещений и зданий от утечки электронной информации и т.п. Примеры изобретения представлены на чертежах, где на фиг. 1 показана зависимость действительной и мнимой составляющих диэлектрической проницаемости (ϵ' , ϵ'') и диэлектрических потерь ($\tan\delta$) от частоты для серийно выпускаемого экрана из фольги, на фиг. 2 показана зависимость эффективности экранирования от частоты для различных экранов, на фиг. 3 показано сравнение зависимости эффективности экранирования от частоты для экрана в виде алюминиевой фольги толщиной 12 мкм и экрана, содержащего гель и водный раствор NH_4Cl и MgCl_2 , с добавлением SiO_2 , на фиг. 4 показано сравнение зависимости эффективности экранирования от электрической и магнитной составляющей (Э.С. и М.С.) для гелевого экрана при частоте 27 МГц, на фиг. 5 показано сравнение зависимости эффективности экранирования от частоты для экрана, содержащего водный раствор геля NH_4Cl и MgCl_2 с добавлением SiO_2 , и экрана, содержащего дополнительно гель геллан, на фиг. 6 показано сравнение зависимости эффективности экранирования SE электрического поля, определяемой как $\text{SE}=(E_0-E_c)/E_0$ в процентном выражении (где E_0 - напряженность электрического поля перед экраном, E_c - напряженность электрического поля за экраном) от частоты час-

тоте для экранов с матрицей в виде полиэтиленовой (ПЭ) фольги с карбонатом кальция (CaCO_3), пропитанной различными водными растворами гидратируемых солей с добавлением бентонита (указано массовая процентная концентрация добавок), а на фиг. 7 показано сравнение экранирования по изобретению, раскрываемому в патентной заявке PL 387274, и с применением состава по заявленному изобретению, с добавками для компенсации условий пониженной влажности.

Пример 1.

Чтобы проиллюстрировать преимущества изобретения, его характеристики сравнивали с известным ранее решением. В качестве аналога для представленного изобретения ниже описано изобретение, раскрытое в патентной заявке PL 387274, где гидрофильный текстильный материал, изготовленный из полиэстера, пропитывали раствором MgCl_2 при температуре, которая не превышает 117°C , чтобы получить экран ЭП. Раствор готовили в массовом отношении $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ к H_2O , составляющем 1:20, с добавлением дисперсии поли(винилацетата), относящейся к группе полимеров, используемых для нанесения отделки на ткань, для обеспечения образования связанного гидрата. Затем, после слива раствора ткань просушивали и оставляли до достижения влажности окружающей среды для отделения излишней воды от материала. После сушки ткань поглощала электрическую составляющую электромагнитных волн в низкочастотном диапазоне. Способность экранировать электрическое поле определяли с использованием прибора Maschek ESM-100. В качестве источника переменного электрического поля использовали генератор FG-220C производства компании C&C. Результаты измерений в диапазоне от 10^1 до 5×10^4 Гц представлены на фигуре, относящейся к уровню техники ("Уровень техники"), где показана зависимость от частоты напряженности электрического поля, измеренной с помощью прибора для измерения напряженности электрического поля, для модифицированного материала, полученного в соответствии с процедурой, описанной в примере 1, где указанный материал помещали между измерителем напряженности и антенной, подключенной к генератору (на графиках квадратами обозначены точки измерения результатов с применением модифицированной ткани, а треугольниками - точки контрольного измерения без применения модифицированной ткани). На фиг. 7 представлено сравнение экранирования согласно изобретению, раскрываемому в патентной заявке PL 387274, с применением состава по заявленному изобретению, содержащего 2,2% MgCl_2 , с добавлением 20% акриловой дисперсии и 5% кремнезема при относительной влажности в пределах от 25 до 37%.

Примеры изобретения представлены в таблицах и на графиках, где приведены результаты измерения эффективности экранирования. В таблице и на графике иллюстрации представлены результаты измерения эффективности экранирования $SE = (E_0 - E_c)/E_0$ (где E_0 - напряженность электрического поля перед экраном, E_c - напряженность электрического поля за экраном) или эффективность экранирования в дБ. Различные матрицы пропитывали различными составами в количестве 16 г/м^2 , после чего по истечении 24 часов измеряли эффективность экранирования. Время высыхания пропитанной матрицы было выбрано с запасом, так как уже через 10 ч никаких изменений в SE не наблюдалось. Полимеры, использованные в приведенных примерах, представляли собой дисперсии с отношением дисперсной фазы к воде 1:1. Напряженность электрического поля измеряли при температуре окружающей среды с использованием измерителя электромагнитного поля Maschek Elektronik, ESM-100 3D H/E в диапазоне частот от 5 Гц до 400 кГц. В качестве источника переменного электрического поля использовали стержневую антенну, подключенную к генератору FG-220C производства C&C. Для полипропиленового нетканого материала, пропитанного экранирующим компонентом, диэлектрические измерения также проводили при температуре окружающей среды с использованием широкополосного диэлектрического спектрометра производства компании Novocontrol GmbH в частотном диапазоне от 10^{-2} до 10^7 Гц. В табл. 1 показано повышение эффективности экранирования модели стены, изготовленной из матрицы (ПЭ+ CaCO_3) после пропитки различными пропиточными растворами: водным раствором MgCl_2 , смесью водного раствора MgCl_2 с дисперсией ПВС и смесью водного раствора MgCl_2 с дисперсией ПВС и различными модификаторами. Первые четыре результата на фигуре, обозначенной как соответствующей уровню техники, представляют результаты для изобретения, раскрываемого в польской патентной заявке PL 387274. В зависимости от используемого модификатора, наблюдалось повышение эффективности экранирования (SE) и значительное расширение диапазона частот экранирования в сторону более высоких частот по сравнению с ближайшим прототипом (см. результаты начиная с № 5 в табл. 1), где 20% концентрация добавленной дисперсии ПВС близка к оптимальной концентрации. Дальнейшие позиции табл. 1 отражают влияние модификаторов: бентонита, алюмосиликата натрия, каолина, титановых белил, кремнезема, талька, известковой муки, доломитовой муки, пеногасителя (эмульсии силиконового масла), диспергатора (полиакрилата натрия), поливинилового спирта, карбоксиметилцеллюлозы и биоцида (Kathon 886). В табл. 1 показана эффективность экранирования SE электрического поля, определяемой как $SE = (E_0 - E_c)/E_0$ в процентном выражении (где E_0 - напряженность электрического поля перед экраном, E_c - напряженность электрического поля за экраном) для матрицы в виде полиэтиленовой (ПЭ) фольги с карбонатом кальция (CaCO_3), пропитанной смесью водного раствора MgCl_2 с дисперсией ПВС и различными модификаторами (указана массовая концентрация добавок в процентах).

Таблица 1

№	матрица (ПЭ+СаСО) + наполнители	2 кГц	5 кГц	10 кГц	20 кГц	50 кГц	100 кГц	200 кГц	400 кГц
1	2.2% водный раствор MgCl ₂ (вод.р-р)	24.7	8.8	4.4	2.9	2.4	2.4	1.9	2.9
2	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 0.1% ПВС дис.	53.2	30.0	14.9	8.5	5.4	5.6	6.1	8.2
3	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 20% ПВС дис.	76.6	62.1	42.1	23.6	15.3	11.9	9.2	7.7
4	2.2% MgCl ₂ вод. р-р+95.4% ПВС дис.	62.8	42.1	27.1	19.5	15.6	12.5	9.0	7.4
5	№ 3 + 0.3% бентонит	97.8	95.9	94.1	92.2	85.7	77.3	65.3	52.9
6	№ 3 + 5% бентонит	97.2	95.8	95.0	92.2	81.3	70.6	51.0	30.0
7	№ 3 + 40% бентонит	82.9	64.4	43.9	24.6	8.9	4.1	3.1	4.2
8	№ 3 + 0.3% алюмосиликат натрия	96.9	96.3	95.4	93.7	89.0	82.2	72.7	61.9
9	№ 3 + 5% алюмосиликат натрия	95.2	93.0	91.1	85.3	72.0	59.9	36.6	19.5
10	№ 3 + 20% алюмосиликат натрия	90.3	78.3	64.2	45.3	21.6	11.5	5.1	2.0
11	№ 3 + 0.3% каолин	97.4	96.7	95.5	91.5	81.0	68.5	49.2	29.1
12	№ 3 + 5% каолин	96.5	96.2	94.9	92.3	82.1	72.6	49.9	34.4
13	№ 3 + 20% каолин	96.4	95.8	94.7	91.9	81.9	68.5	49.4	27.1
14	№ 3 + 0.3% титановые белила	96.6	96.1	94.7	92.2	83.1	69.6	55.0	37.3
15	№ 3 + 20% титановые белила	97.1	96.9	96.2	94.2	86.8	77.5	62.8	45.6
16	№ 3 + 40% титановые белила	96.6	95.6	93.4	89.4	77.2	60.5	39.2	20.0
17	№ 3 + 0.1% кремнезем	96.7	95.5	94.6	91.7	82.4	72.3	53.6	30.8
18	№ 3 + 5% кремнезем	95.4	92.1	86.7	76.3	51.5	29.9	12.3	6.5
19	№ 3 + 10% кремнезем	94.6	90.9	86.5	76.1	53.0	33.5	13.2	9.2
20	№ 3 + 0.3% синт. известковая мука	96.7	95.8	94.2	90.9	80.2	66.4	48.9	35.1
21	№ 3 + 5% синт. известковая мука	96.8	96.2	95.4	93.0	85.9	76.6	61.7	46.5
22	№ 3 + 20% синт. известковая мука	96.6	95.4	93.4	89.4	76.0	59.6	40.8	25.3
23	№ 3 + 0.3% нат. известковая мука	96.8	96.2	95.5	92.9	84.3	72.6	55.7	35.8
24	№ 3 + 5% нат. известковая мука	96.5	95.8	94.9	93.1	87.1	76.6	65.9	53.5
25	№ 3 + 20% нат. известковая мука	96.8	96.3	95.6	93.9	87.5	79.4	65.7	51.8
26	№ 3 + 0.3% доломитовая мука	97.2	96.5	94.8	90.9	79.3	64.6	44.4	25.2
27	№ 3 + 5% доломитовая мука	97.0	96.4	95.9	93.2	86.2	78.5	65.5	49.1
28	№ 3 + 20% доломитовая мука	96.9	96.8	96.2	94.9	89.2	80.9	68.6	54.2
29	№ 3 + 0.3% тальк	96.9	96.1	94.9	91.4	80.8	69.5	51.4	30.3
30	№ 3 + 5% тальк	96.9	96.5	95.8	94.3	88.1	79.3	67.5	55.7
31	№ 3 + 20% тальк	96.1	93.7	90.1	84.0	69.5	52.3	31.4	16.4
32	№ 3 + 0.01% пеногаситель	96.8	96.2	95.2	92.8	84.9	72.3	55.2	37.1
33	№ 3 + 0.6% пеногаситель	96.3	94.2	90.3	83.2	64.5	42.1	20.7	9.8
34	№ 3 + 5% пеногаситель	67.6	48.5	32.4	23.3	16.2	14.6	11.1	11.4
35	№ 3 + 0.01% диспергатор	95.8	95.3	94.4	91.6	82.9	71.8	53.8	35.1
36	№ 3 + 0.6% диспергатор	97.0	94.8	92.0	86.3	72.0	54.6	32.4	18.3
37	№ 3 + 5% диспергатор	87.7	75.0	57.6	40.6	13.6	4.7	2.7	4.7
38	№ 3 + 0.1% поли(виниловый спирт)	95.6	92.1	86.5	75.2	52.7	32.7	16.2	8.4
39	№ 3 + 0.3% поли(виниловый спирт)	96.0	95.0	93.0	88.1	76.7	60.1	38.5	18.9
40	№ 3 + 5% поли(виниловый спирт)	96.1	93.8	89.7	82.4	63.6	42.9	22.8	11.1
41	№ 3+0.1% карбоксиметилцеллюлоза	96.7	94.4	90.1	81.5	65.1	45.8	27.4	16.7
42	№ 3 + 0.3% карбоксиметилцеллюлоза	96.4	93.9	89.6	80.8	60.7	39.9	21.3	10.4
43	№ 3 + 1% карбоксиметилцеллюлоза	91.3	81.7	66.9	46.9	25.7	14.0	10.9	8.1
44	№ 3 + 0.01% БИОЦИД	95.7	92.6	88.3	79.7	61.5	42.2	22.3	11.3
45	№ 3+0.1% БИОЦИД	96.1	95.0	93.2	87.4	75.8	59.2	33.9	17.0
46	№ 3 + 0.6% БИОЦИД	95.2	94.1	91.8	85.8	70.8	52.2	27.9	14.4

Пример 2.

Проведенные испытания соответствовали примеру 1; в примере 2 показаны испытания эффективности экранирования ЭП в зависимости от частоты для экрана в виде матрицы в виде полиэтиленовой (ПЭ) фольги с карбонатом кальция (СаСО₃), пропитанной смесью водного раствора MgCl₂ с акриловой дисперсией и различными модификаторами (табл. 2), где эффективность экранирования SE электрического поля определяют как $SE = (E_0 - E_c) / E_0$ в процентном выражении (где E₀ - напряженность электрического поля перед экраном, E_c - напряженность электрического поля за экраном) для матрицы в виде полиэтиленовой (ПЭ) фольги с карбонатом кальция (СаСО₃), пропитанной смесью водного раствора MgCl₂ с акриловой дисперсией и различными модификаторами (указана массовая концентрация добавок в процентах).

Таблица 2

№	матрица (ПЭ+CaCO ₃)	2 кГц	5 кГц	10 кГц	20 кГц	50 кГц	100 кГц	200 кГц	400 кГц
1	2.2% MgCl ₂ Водный раствор (вод.р-р)	24.7	8.8	4.4	2.9	2.4	2.4	1.9	2.9
2	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 0.1% акрил. дис.	25.0	7.9	3.8	2.5	2.5	2.6	2.3	3.3
3	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 20% ПВС дис.	35.6	16.5	10.5	8.1	6.6	5.6	4.3	4.3
4	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 95.4% акрил. дис.	31.2	9.4	3.8	2.1	2.4	2.5	2.3	3.2
5	№ 3 + 0.3% бентонит	47.7	34.7	23.2	11.7	6.7	5.7	4.4	3.1
6	№ 3 + 1% бентонит	73.0	49.0	30.6	13.1	6.0	2.9	2.7	3.6
7	№ 3 + 2% бентонит	67.3	41.6	21.4	12.8	6.1	4.8	4.7	5.1
8	№ 3 + 5% бентонит	64.3	37.5	22.0	13.7	8.4	6.3	4.4	4.5
9	№ 3 + 40% бентонит	81.7	62.6	43.7	26.4	12.9	6.9	4.3	4.7
10	№ 3 + 0.3% алюмосиликат натрия	47.4	27.1	19.6	15.3	12.3	9.8	6.8	7.0
11	№ 3 + 5% алюмосиликат натрия	63.4	37.3	23.7	15.4	9.8	7.3	5.4	5.1
12	№ 3 + 20% алюмосиликат натрия	88.0	72.6	55.1	32.5	11.1	5.0	2.4	3.1
13	№ 3 + 0.3% каолин	57.5	38.1	26.5	16.9	9.1	6.1	2.8	3.3
14	№ 3 + 5% каолин	88.6	75.8	58.0	35.7	13.0	5.3	2.1	3.0
15	№ 3 + 20% каолин	97.6	96.6	94.2	89.3	75.2	56.9	33.6	14.8
16	№ 3 + 0.3% титановые белила	63.5	41.0	28.6	20.6	13.5	8.8	4.9	3.3
17	№ 3 + 20% титановые белила	79.1	55.3	34.0	16.3	5.9	3.1	2.0	3.7
18	№ 3 + 40% титановые белила	97.6	95.5	92.0	84.7	64.9	43.3	20.2	7.4
19	№ 3 + 0.1% кремнезем	39.9	17.8	9.6	5.3	3.5	3.0	2.0	4.1
20	№ 3 + 2% кремнезем	70.6	46.3	27.4	12.8	7.8	5.6	4.5	7.1
21	№ 3 + 5% кремнезем	96.6	94.7	91.0	83.3	63.8	41.1	18.4	6.7
22	№ 3 + 10% кремнезем	96.3	96.0	95.1	93.0	86.3	76.0	59.7	42.5
23	№ 3 + 0.3% нат. известковая мука	58.6	31.4	15.5	7.4	3.6	2.6	2.0	4.2
24	№ 3 + 5% нат. известковая мука	91.6	82.4	68.4	48.7	25.5	14.1	6.5	5.3
25	№ 3 + 20% нат. известковая мука	85.4	67.7	49.3	30.5	17.3	12.2	8.6	8.1

Пример 3.

Проведенные испытания соответствовали примеру 1; в примере 3 показаны испытания эффективности экранирования ЭП в зависимости от частоты для экрана в виде матрицы в виде полиэтиленовой (ПЭ) фольги с карбонатом кальция (CaCO₃), пропитанной смесью водного раствора MgCl₂ со стирол-акриловой дисперсией и различными модификаторами (табл. 3), где эффективность экранирования SE электрического поля определяют как $SE = (E_0 - E_e) / E_0$ в процентном выражении (где E₀ - напряженность электрического поля перед экраном, E_e - напряженность электрического поля за экраном) для матрицы в виде полиэтиленовой (ПЭ) фольги с карбонатом кальция (CaCO₃), пропитанной смесью водного раствора MgCl₂ со стирол-акриловой дисперсией и различными модификаторами (указана массовая концентрация добавок в процентах).

Таблица 3

№	матрица (ПЭ+CaCO ₃)	2 кГц	5 кГц	10 кГц	20 кГц	50 кГц	100 кГц	200 кГц	400 кГц
1	2.2% MgCl ₂ Водный раствор (вод. р-р)	24.7	8.8	4.4	2.9	2.4	2.4	1.9	2.9
2	2.2% MgCl ₂ + 0.1% стир.-акр. дисп.	25.0	10.9	8.2	5.8	5.5	5.6	5.0	6.1
3	2.2% MgCl ₂ + 20% стир.-акр. дисп.	29.7	15.3	9.9	6.5	6.0	4.9	3.0	4.2
4	2.2% MgCl ₂ + 95.4% стир.-акр. дисп.	91.3	80.6	65.4	44.0	20.5	10.8	5.8	5.0
5	№ 3 + 0.3% бентонит	37.2	15.3	8.3	6.3	6.0	5.5	4.8	6.0
6	№ 3 + 5% бентонит	93.9	88.7	79.6	63.6	36.8	19.7	10.5	7.7
7	№ 3 + 40% бентонит	93.9	87.1	77.2	61.1	33.8	17.3	6.3	7.5
8	№ 3 + 0.3% алюмосиликат натрия	59.4	35.1	20.1	12.8	8.9	7.1	5.8	6.4
9	№ 3 + 5% алюмосиликат натрия	64.6	37.8	22.0	13.0	7.7	5.8	4.5	5.3
10	№ 3 + 20% алюмосиликат натрия	83.5	62.5	41.6	20.2	7.2	4.9	4.0	4.9
11	№ 3 + 0.3% каолин	27.7	9.3	4.6	3.2	3.1	3.1	2.7	3.5
12	№ 3 + 5% каолин	56.8	30.6	20.0	12.8	9.5	9.1	7.4	8.7
13	№ 3 + 20% каолин	96.4	94.6	90.2	82.2	62.3	40.4	20.5	10.2
14	№ 3 + 0.3% титановые белила	47.2	24.0	13.7	9.0	6.7	5.6	4.7	5.3
15	№ 3 + 20% титановые белила	97.0	94.9	91.4	84.2	64.8	42.8	21.5	9.9
16	№ 3 + 40% титановые белила	95.9	94.7	92.2	87.1	72.4	52.3	28.9	12.3
17	№ 3 + 0.1% кремнезем	42.2	19.7	10.7	5.8	4.1	3.5	2.7	3.3
18	№ 3 + 5% кремнезем	96.4	96.1	95.0	92.4	84.4	72.5	53.7	34.2
19	№ 3 + 10% кремнезем	96.1	94.3	85.6	83.5	65.1	43.7	23.3	10.8
20	№ 3 + 0.3% синт. известковая мука	31.6	10.0	4.3	2.9	2.8	2.9	2.3	3.3
21	№ 3 + 5% синт. известковая мука	70.0	45.9	29.1	18.1	11.1	8.0	5.7	5.9
22	№ 3 + 20% синт. известковая мука	87.4	71.7	52.7	28.6	11.6	5.1	2.1	3.1
23	№ 3 + 0.3% нат. известковая мука	38.3	14.7	6.8	4.2	3.3	2.9	2.0	3.2
24	№ 3 + 5% нат. известковая мука	71.7	46.8	28.1	14.7	7.2	4.5	2.8	3.7
25	№ 3 + 20% нат. известковая мука	84.0	67.6	50.0	32.0	15.1	7.3	4.1	4.2
26	№ 3 + 0.3% тальк	36.3	15.9	9.1	5.8	4.7	4.1	3.4	4.7
27	№ 3 + 5% тальк	70.1	46.9	29.8	16.0	6.3	2.7	1.1	1.5
28	№ 3 + 20% тальк	74.0	55.6	42.7	32.9	23.8	16.9	10.4	6.6

Пример 4.

Проведенные испытания соответствовали примеру 1; в примере 4 показаны испытания эффективности экранирования ЭП в зависимости от частоты для экрана в виде матрицы в виде полиэтиленовой (ПЭ) фольги с карбонатом кальция (CaCO₃), пропитанной смесью водного раствора MgCl₂ с силиконовой эмульсией и различными модификаторами (табл. 4), где эффективность экранирования SE электрического поля определяют как $SE = (E_0 - E_e) / E_0$ в процентном выражении (где E₀ - напряженность электрического поля перед экраном, E_e - напряженность электрического поля за экраном) для матрицы в виде полиэтиленовой (ПЭ) фольги с карбонатом кальция (CaCO₃), пропитанной смесью водного раствора MgCl₂ с силиконовой эмульсией и различными модификаторами (указана массовая концентрация добавок в процентах).

Таблица 4

№	матрица (ПЭ+CaCO ₃)	2 кГц	5 кГц	10 кГц	20 кГц	50 кГц	100 кГц	200 кГц	400 кГц
1	2.2% MgCl ₂ Водный раствор (вод. р-р)	24.7	8.8	4.4	2.9	2.4	2.4	1.9	2.9
2	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 0.1% сил. эмульсия	95.8	93.6	90.8	85.4	68.1	51.8	32.3	18.5
3	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 20% сил. эмульсия	94.2	92.3	88.4	81.3	65.3	49.2	26.9	14.4
4	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 95.4% сил. эмульсия	62.7	37.8	20.4	13.9	10.5	8.0	5.5	6.4
5	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 0.3% тит. белила	36.4	13.7	8.8	6.2	5.1	4.8	4.6	4.7
6	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 20% тит. белила	38.1	20.3	12.7	8.5	7.7	5.7	4.2	4.2
7	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 40% тит. белила	97.2	96.2	94.2	90.4	79.6	63.7	43.2	24.0

Пример 5.

Проведенные испытания соответствовали примеру 1; в примере 5 показаны испытания эффективности экранирования ЭП в зависимости от частоты для экрана в виде матрицы в виде полиэтиленовой (ПЭ) фольги с карбонатом кальция (CaCO₃), пропитанной смесью водного раствора MgCl₂ с различными модификаторами (табл. 5), где экранирования SE электрического поля определяют как $SE = (E_0 - E_e) / E_0$ в процентном выражении (где E₀ - напряженность электрического поля перед экраном, E_e - напряженность электрического поля за экраном) для матрицы в виде полиэтиленовой (ПЭ) фольги с карбонатом кальция (CaCO₃), пропитанной смесью водного раствора MgCl₂ с различными модификаторами (указана массовая концентрация добавок в процентах).

Таблица 5

№	матрица (ПЭ+CaCO ₃)	2 кГц	5 кГц	10 кГц	20 кГц	50 кГц	100 кГц	200 кГц	400 кГц
1	2.2% MgCl ₂ Водный раствор (вод. р-р)	24.7	8.8	4.4	2.9	2.4	2.4	1.9	2.9
2	№ 1 + 0.3% бентонит	79.9	65.6	51.2	33.9	18.6	10.6	5.6	3.9
3	№ 1 + 5% бентонит	96.4	96.0	95.6	94.8	92.6	87.9	77.9	69.9
4	№ 1 + 40% бентонит	95.9	92.9	88.4	77.3	61.0	40.9	20.9	11.1
5	№ 1 + 0.3% натр.-алюм. силикат	53.2	28.6	12.8	3.4	3.1	2.4	1.4	2.0
6	№ 1 + 5% натр.-алюм. силикат	21.1	8.3	3.0	0.3	1.9	1.1	0.9	0.9
7	№ 1 + 20% натр.-алюм. силикат	18.3	4.1	0.4	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2
8	№ 1 + 0.3% каолин	90.9	84.1	79.3	75.9	68.5	55.9	40.5	30.6
9	№ 1 + 5% каолин	96.0	94.8	92.9	89.2	80.2	68.2	52.9	43.3
10	№ 1 + 20% каолин	97.3	97.1	96.8	95.9	92.4	86.3	76.8	67.0
11	№ 1 + 0.3% титановые белила	86.3	79.7	73.9	62.7	40.3	21.9	8.5	4.2
12	№ 1 + 20% титановые белила	95.5	92.4	86.5	75.8	52.1	28.0	12.1	8.1
13	№ 1 + 40% титановые белила	97.1	96.0	93.6	89.5	76.4	58.8	42.4	26.4
14	№ 1 + 0.1% кремнезем	87.3	79.5	69.6	54.1	32.5	15.8	6.6	2.7
15	№ 1 + 5% кремнезем	73.4	52.7	34.4	18.9	10.9	7.2	4.9	4.5
16	№ 1 + 10% кремнезем	72.6	51.1	33.4	16.7	9.2	5.2	2.8	2.0
17	№ 1 + 0.3% синт. известковая мука	59.0	35.7	19.4	8.7	6.5	5.0	3.6	4.1
18	№ 1 + 5% синт. известковая мука	94.1	93.8	93.5	92.4	88.8	81.3	70.5	60.7
19	№ 1 + 20% синт. известковая мука	96.8	96.2	95.2	93.1	87.5	78.7	66.4	52.7
20	№ 1 + 0.3% нат. известковая мука	61.7	45.0	26.9	13.7	8.5	6.0	4.2	4.7
21	№ 1 + 5% нат. известковая мука	88.5	78.5	66.4	49.6	29.2	17.2	10.1	6.6
22	№ 1 + 20% нат. известковая мука	96.8	96.4	95.8	94.2	90.8	85.2	77.1	65.1
23	№ 1 + 5% доломитовая мука	85.0	76.1	66.6	50.3	28.4	14.9	7.3	6.5
24	№ 1 + 0.3% доломитовая мука	76.6	63.4	48.8	29.6	15.2	7.9	3.8	3.4
25	№ 1 + 20% доломитовая мука	96.4	96.3	96.3	96.1	94.9	93.2	90.4	82.8
26	№ 1 + 0.3% тальк	76.6	59.6	43.6	23.7	12.4	6.6	3.1	2.1
27	№ 1 + 5% тальк	96.5	96.4	96.3	95.7	93.0	87.6	77.4	70.0
28	№ 1 + 20% тальк	96.1	95.6	95.0	93.3	87.4	78.0	61.7	48.7
29	№ 1 + 0.01% пеногаситель	39.9	17.5	8.1	4.4	4.3	3.3	2.5	2.8
30	№ 1 + 0.6% пеногаситель	86.1	77.7	69.9	56.2	33.5	16.4	4.8	2.2
31	№ 1 + 5% пеногаситель	56.8	33.8	19.8	9.6	6.3	3.7	1.4	0.9
32	№ 1 + 0.01% диспергатор	48.0	20.9	8.2	2.1	3.1	2.6	2.2	2.2
33	№ 1 + 0.6% диспергатор	78.0	65.4	50.5	31.6	17.8	9.5	4.5	2.8
34	№ 1 + 5% диспергатор	80.3	68.6	54.0	36.2	17.2	7.5	3.0	1.7

Пример 6.

Проведенные испытания соответствовали примеру 1; в примере 5 показаны испытания эффективности экранирования ЭП в зависимости от частоты для экрана в виде матрицы в виде полиэтиленовой (ПЭ) фольги с карбонатом кальция (CaCO₃), пропитанной смесью водного раствора MgCl₂ с различными модификаторами (табл. 6), где эффективность экранирования SE электрического поля определяют как $SE = (E_0 - E_e) / E_0$ в процентном выражении (где E₀ - напряженность электрического поля перед экраном, E_e - напряженность электрического поля за экраном) для матрицы в виде полиэтиленовой (ПЭ) фольги с карбонатом кальция (CaCO₃), пропитанной смесью водного раствора MgCl₂ с различными модификаторами (указана массовая концентрация добавок в процентах).

Таблица 6

№	матрица (ПЭ+CaCO ₃)	2 кГц	5 кГц	10 кГц	20 кГц	50 кГц	100 кГц	200 кГц	400 кГц
1	2.2% MgCl ₂ Водный раствор (вод. р-р)	24.7	8.8	4.4	2.9	2.4	2.4	1.9	2.9
2	2.2% MgCl ₂ + 0.6% моющее средство empilan 2502	81.8	63.6	42.5	28.0	10.7	7.3	6.6	8.6
3	2.2% MgCl ₂ + 0.6% моющее средство elfacoze 200	73.3	56.3	41.1	26.7	15.4	10.8	8.1	7.2
4	2.2% MgCl ₂ + 0.6% эмульгин	72.9	62.6	46.6	29.5	13.6	6.4	4.5	3.7
5	2.2% MgCl ₂ + 0.6% PEG 22	74.3	58.4	43.7	29.3	16.8	11.9	9.3	8.0

В заключение можно констатировать, что существует возможность получить экраны ЭП, обладающие высокой эффективностью в широком диапазоне частот поля. При этом высокая эффективность применения смеси из водного раствора MgCl₂ со стирол-акриловой дисперсией, которая должна быть добавлена в количестве: ~90% (табл. 3) и силиконовой эмульсией, где оказывается действенным добавление даже доли процента (табл. 4). Повышения эффективности экранирования и расширения частотного диапазона достигают за счет добавления: модификаторов, например, от нескольких процентов до нескольких десятков процентов бентонита, алюмосиликата натрия, титановых белил, известковой и доломитовой муки, и талька. В последующем, как видно из примеров 1-7, используются оптимальные концентрации указанных добавок, с применением водного раствора MgCl₂, в зависимости от типа матрицы и типа полимерной дисперсии.

Пример 7.

К порошкообразному гексагидрированному хлориду магния добавляли сыпучие строительные материалы (для увеличения частотного диапазона экранирования) в отношении, указанном в табл. 7. Использовали следующие материалы: синтетический гипс, натуральный гипс, цемент и гашеную известь, которые измельчали для получения однородной порошкообразной смеси. Для получения подходящей консистенции, к смеси добавляли воду, и полученный состав использовали для покрытия матрицы из нетканого полипропилена в количестве 25 г/м² исходного веса. После сушки получали экран ЭП, и проводили измерения эффективности экранирования в частотном диапазоне 2-400 кГц, результаты которых приведены в табл. 7, где показана эффективность экранирования SE электрического поля при различных частотах, где эффективность экранирования SE электрического поля определяют как $SE = (E_0 - E_e) / E_0$ в процентном выражении (где E_0 - напряженность электрического поля перед экраном, E_e - напряженность электрического поля за экраном) для экрана, полученного в соответствии с приведенным выше описанием (указана массовая концентрация добавок в процентах).

Таблица 7

№	Матрица: нетканый материал	2 кГц	5 кГц	10 кГц	20 кГц	50 кГц	100 кГц	200 кГц	400 кГц
1	2.2% MgCl ₂ Водный раствор (вод.р-р)	84.4	68.7	54.8	40.5	25.0	14.1	8.1	5.3
2	вод. р-р 50% синт. гипс- контроль	42.0	28.4	18.0	9.0	6.2	3.8	1.6	1.5
3	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 0.1% синт. гипс	95.8	93.6	89.5	81.6	63.6	42.4	24.3	13.0
4	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 5% синт. гипс	97.2	96.2	94.5	89.2	78.5	62.9	40.1	24.8
5	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 50% синт. гипс	97.8	97.6	96.8	95.0	89.4	80.8	70.0	58.5
6	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 70% синт. гипс	98.0	97.7	97.1	95.2	90.5	83.0	70.2	56.6
7	нат. гипс - контроль	41.4	27.0	17.0	8.7	6.7	4.6	2.8	3.6
8	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 0.1% нат. гипс	96.9	95.8	93.2	88.1	73.7	55.6	35.0	18.0
9	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 5% нат. гипс	97.1	96.4	94.9	90.4	80.5	65.4	44.7	27.8
10	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 50% нат. гипс	96.8	96.9	96.8	96.3	94.1	89.8	83.2	74.9
11	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 70% нат. гипс	96.9	96.8	96.2	94.2	89.0	80.1	64.1	48.8
12	50% цемент - контроль	2.8	1.3	0.6	0.2	0.1	0.3	0.2	0.6
13	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 0.1% цемент	96.8	95.6	93.1	88.4	75.6	58.9	38.8	23.6
14	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 5% цемент	97.0	96.4	94.9	90.8	80.9	66.2	46.1	30.6
15	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 10% цемент	97.0	96.8	96.1	94.0	87.6	77.0	62.2	48.9
16	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 30% цемент	96.4	94.4	90.8	82.2	65.5	46.2	24.1	11.6
17	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 50% цемент	82.1	63.1	47.4	32.3	16.5	7.2	1.3	0.2
18	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 70% цемент	55.0	37.5	26.3	11.7	4.6	1.2	0.9	0.1
19	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 0.1% Ca(OH) ₂	83.5	71.0	58.4	41.9	25.3	15.8	9.2	6.6
20	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 0.6% Ca(OH) ₂	93.8	86.8	77.1	60.9	38.9	24.1	13.9	9.9
21	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 5% Ca(OH) ₂	95.9	95.5	94.8	92.5	84.9	72.4	54.2	42.1

Пример 8.

Пропиточный раствор следующего состава - смесь водного 2,2% раствора MgCl₂ с 20% дисперсией ПВС и добавлением 0,3% бентонита - наносили на серийной выпускаемые строительные материалы в виде:

- а) гипсокартона,
- б) плиты гипсовой штукатурки,
- в) плиты OSB.

Измеренная эффективность экранирования для пропитанных и высушенных плит указана в табл. 8, где показано снижение напряженности электрического поля при частоте 50 Гц при использовании серийно выпускаемых строительных материалов в виде плит, до и после пропитки смесью водного раствора 2,2% MgCl₂ с 20% дисперсией ПВС и добавлением 0,3% бентонита.

Таблица 8

	Гипсокартон	Стенка из гипсовой штукатурки	Плита OSB
	В/м	В/м	В/м
Напряженность электрического поля (контроль)	150	150	150
Напряженность электрического поля после экранирование плитой	137	139	145
Напряженность электрического поля после экранирование плитой, однократно окрашенной экранирующей жидкостью	4	3	6
Напряженность электрического поля после экранирование плитой, двукратно окрашенной экранирующей жидкостью	1	2	3

Пример 9.

Использовали экран из фольги, разработанный для защиты больших поверхностей (крупногабаритных устройств, мест для сна) от низкочастотного ЭП (примерно до 20 кГц), изготовленный серийным способом. Нетканый полипропиленовый материал с исходной массой 25 г/м² непрерывно разматывали с горизонтально расположенного рулона, протаскивали через ванну, содержащую пропиточный раствор, при комнатной температуре, после чего отжимали с помощью валков и сушили при температуре 95°C (в течение 0,5 мин на расстоянии 5 м) и наматывали на рулон. Ванна содержала смесь 2,2% водного раствора MgCl₂ с 20% дисперсией ПВС, с добавлением 0,5% бентонита и 0,1% кремнезема. Исходная масса модифицированного нетканого текстильного материала увеличилась на 30% по сравнению с исходной массой немодифицированного нетканого материала. Затем нетканый материал подвергали еще одной обработке, предусматривавшей горячую пропитку с обеих сторон полиэтиленовой пленкой. Такой экран из фольги непроницаем для воды и может быть использован в качестве изоляции крыши, укладки под полом и в стенах. Диэлектрические измерения (фиг. 1) показывают, что полученный экран из фольги дает диэлектрические потери ($\tan\delta > 1$) в диапазоне низких частот от 10⁻² до 10⁷ Гц. Зависимость эффективности экранирования от частоты для этого экрана представлена виде кривой с точками данных на фиг. 2.

Пример 10.

Был разработан экранирующий ламинат для защиты больших поверхностей от низкочастотных ЭП. Использовали следующие вещества: смесь 2,2% водного раствора MgCl₂, 20% дисперсии ПВС и 30% акриловой клея с добавлением 0,5% бентонита и 0,1% кремнезема. Клей использовали для соединения двух слоев фольги, и после сушки при температуре окружающей среды в течение примерно одной недели, был получен ламинат, экранирующий ЭП. Фольгу изготавливали из паропроницаемой полиэтиленовой фольги с включениями карбоната кальция. Клей использовали в количестве 16 г на 1 м² фольги. Зависимость эффективности экранирования ЭП для такого ламината от частоты представлена кривой с точками данных на фиг. 2.

Пример 11.

Было разработано экранирующее основание для пола для защиты больших поверхностей от низкочастотного ЭП (примерно до 20 кГц) с использованием следующих веществ: смеси 2,2% водного раствора MgCl₂, 20% дисперсии ПВС и 3% акрилового клея с добавлением 0,5% бентонита, 0,1% кремнезема и 0,3% каолина. Клей распыляли на основания для пола из экструдированного пенополистирола и сушили при 60°C с вентиляцией. Клей использовали в количестве 5 г на 1 м² основания. Полученный материал поглощает электрическую составляющую ЭМП, что показано на кривой с точками данных на фиг. 2.

Пример 12.

Получили экранирующую краску с использованием следующих веществ: смесь 2,2% водного раствора MgCl₂, 20% дисперсии ПВС, 0,4% бентонита, 2% каолина, 0,1% кремнезема и 0,5% поверхностно-активных веществ. Грунтовку (из расчета 16 г/м²), предназначенную для покраски стен, наносили валиком с помощью окраски рулона на пористую фольгу, изготовленную из полиэтилена с включениями карбоната кальция, которая выступала в качестве модели стены. После сушки фольга, окрашенная грунтовкой, экранирует низкочастотное ЭП, как показано в табл. 9, где представлена эффективность экранирования SE электрического поля при различных частотах, где эффективность экранирования SE электрического поля определяют как $SE = (E_0 - E_e)/E_0$ в процентном выражении (где E₀ - напряженность электрического поля перед экраном, E_e - напряженность электрического поля за экраном) для матрицы в виде полиэтиленовой (ПЭ) фольги с карбонатом кальция (CaCO₃), окрашенной экранирующей грунтовкой.

Таблица 9

№	матрица (ПЭ+CaCO ₃)	50 Гц	2 кГц	5 кГц	10 кГц	20 кГц	50 кГц	100 кГц	200 кГц	400 кГц
1	Экранирующая грунтовка	98.9	97.1	95.3	92.2	85.8	67.2	49.1	27.7	12.0

Пример 13.

Был разработан гелевый экран высокочастотного ЭМП для экранирования оборудования для ядерного магнитного резонанса (ЯМР) и электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). В экране используется инкапсулированный герметичный гель, полученный на водной основе с применением 7% кремнезе-

ма, 5% NH_4Cl , 5% MgCl_2 и 1% силиката алюминия-натрия. На фиг. 3 представлены частотные характеристики эффективности ослабления поля для геля, располагаемого между двумя листами фольги из поли(винилхлорида) (ПВХ) фольги, между которыми помещали нетканый материал для поддержания толщины экрана на постоянном уровне. Толщина слоя геля составляла 1 мм. На фиг. 3 показана эффективность экранирования при частоте 27 МГц для этого же гелевого экрана.

Пример 14.

Был разработан гелевый экран высокочастотного ЭМП для экранирования оборудования для ядерного магнитного резонанса (ЯМР) и электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). В экране используется инкапсулированный герметичный гель, полученный на водной основе с применением геллана, кремнезема, хлорида аммония и хлорида магния. На фиг. 5 представлены частотные характеристики SE геля с добавками, располагаемого между двумя листами фольги из поли(винилхлорида) (ПВХ) фольги, между которыми помещали нетканый материал для поддержания толщины экрана на постоянном уровне. Толщина слоя геля составляла 1 мм.

В табл. 10 и 11 показано сравнение эффективности экранирования ЭП с применением экрана, где одна и та же матрица используется с различными наполнителями. В табл. 10 сравнивается эффективность экранирования ЭП с частотой 50 Гц с использованием матрицы в виде полиэтиленовой (ПЭ) фольги с карбонатом кальция (CaCO_3), пропитанной различными пропиточными растворами, а в табл. 11 показана эффективность экранирования с применением нетканого полипропиленового материала, пропитанного водным раствором MgCl_2 с различными модификаторами, концентрация которых указана в процентах.

Таблица 10

№	Матрица (ПЭ+ CaCO_3)	Акриловая дисперсия	Силиконовая дисперсия	Стир.-акр. дисперсия	Дисперсия ПВС	Без полимера
		[дБ]	[дБ]	[дБ]	[дБ]	[дБ]
1	2.2% MgCl_2 Водный раствор (вод. р-р)	X	X	X	X	10.4
2	2.2% MgCl_2 вод. р-р + 0.1% полим. дисп.	4.4	53.7	5.3	14.7	X
3	2.2% MgCl_2 вод. р-р + 20% полим. дисп.	6.0	46.3	5.5	42.4	X
4	2.2% MgCl_2 вод. р-р + 95.4% полим. дисп.	4.5	6.7	19.6	16.5	X
5	№ 3 + 0.3% бентонит	9.0	9.6	10.7	49.2	24.0
6	№ 3 + 5% бентонит	11.0	9.2	39.7	49.2	44.1

7	№ 3 + 40% бентонит	14.1	17.0	33.1	25.3	47.7
8	№ 3 + 0.3% натр.-алюм. силикат	9.0	9.8	11.7	51.2	16.0
9	№ 3 + 5% натр.-алюм. силикат	8.2	24.2	15.7	59.7	20.1
10	№ 3 + 20% натр.-алюм. силикат	24.3	15.6	17.3	34.3	20.5
11	№ 3 + 0.3% каолин	7.4	8.8	12.0	49.2	21.7
12	№ 3 + 5% каолин	26.7	4.9	10.7	49.2	45.2
13	№ 3 + 20% каолин	57.2	53.7	42.4	47.7	46.3
14	№ 3 + 0.3% титановые белила	6.5	9.2	8.4	49.2	17.8
15	№ 3 + 20% титановые белила	18.9	6.8	53.7	51.2	45.2
16	№ 3 + 40% титановые белила	47.7	53.7	53.7	53.7	42.4
17	№ 3 + 0.1% кремнезем	7.6	5.3	12.2	53.7	21.7
18	№ 3 + 5% кремнезем	49.2	9.3	59.7	57.2	31.2
19	№ 3 + 10% кремнезем	59.7	35.3	47.7	44.1	32.9
20	№ 3 + 0.3% синт. известковая мука	8.9	7.9	10.8	57.2	19.3
21	№ 3 + 5% синт. известковая мука	12.1	8.6	7.3	51.2	42.4
22	№ 3 + 20% синт. известковая мука	25.7	38.1	29.2	53.7	44.1
23	№ 3 + 0.3% нат. известковая мука	9.1	10.0	14.8	49.2	21.1
24	№ 3 + 5% нат. известковая мука	10.8	14.8	11.2	49.2	35.3
25	№ 3 + 20% нат. известковая мука	16.9	27.4	15.9	47.7	46.3
26	№ 3 + 0.3% доломитовая мука	8.6	8.5	11.9	63.2	17.8
27	№ 3 + 5% доломитовая мука	8.6	10.6	11.8	49.2	16.4
28	№ 3 + 20% доломитовая мука	39.1	28.4	34.3	49.2	40.3
29	№ 3 + 0.3% тальк	8.0	8.0	9.9	51.2	16.9
30	№ 3 + 5% тальк	8.5	7.9	11.5	51.2	42.4
31	№ 3 + 20% тальк	17.7	29.6	25.4	57.2	44.1
32	№ 3 + 0.01% пеногаситель	7.6	8.2	11.8	48.4	19.7
33	№ 3 + 0.6% пеногаситель	7.8	9.5	14.5	46.3	18.6
34	№ 3 + 5% пеногаситель	7.0	7.0	10.6	41.6	17.7
35	№ 3 + 0.01% диспергатор	5.6	7.8	11.3	49.2	21.2
36	№ 3 + 0.6% диспергатор	7.9	7.1	9.1	53.7	16.2
37	№ 3 + 5% диспергатор	6.0	6.1	11.2	43.2	16.5
38	№ 3 + 0.1% поли(виниловый спирт)	X	X	X	53.7	X
39	№ 3 + 0.3% поли(виниловый спирт)	X	X	X	46.3	X
40	№ 3 + 5% поли(виниловый спирт)	X	X	X	47.7	X
41	№ 3 + 0.1% карбоксиметилцеллюлоза	X	X	X	46.3	X
42	№ 3 + 0.3% карбоксиметилцеллюлоза	X	X	X	53.7	X
43	№ 3 + 1% карбоксиметилцеллюлоза	X	X	X	47.7	X
44	№ 3 + 0.01% БИОЦИД	X	X	X	51.2	X
45	№ 3 + 0.1% БИОЦИД	X	X	X	53.7	X
46	№ 3 + 0.6% БИОЦИД	X	X	X	45.2	X
47	0.1% MgCl ₂ водный раствор	X	X	X	X	0.6
48	MgCl ₂ насыщенный водный раствор	X	X	X	X	8.3

Таблица 11

№	ПП нетканая матрица	2 кГц	5 кГц	10 кГц	20 кГц	50 кГц	100 кГц	200 кГц	400 кГц
1	2.2% MgCl ₂ водный раствор (вод. р-р)	84.4	68.7	54.8	40.5	25.0	14.1	8.1	5.3
2	2.2% MgCl ₂ вод. р-р + 0.6% пропиленгликоль	93.9	87.0	77.2	61.8	42.2	26.7	14.8	9.3
3	2.2% MgCl ₂ + 0.6% консервант Euxyl K 120	96.5	93.6	88.5	77.9	58.1	39.1	20.3	9.3
4	2.2% MgCl ₂ + 0.6% консервант Euxyl K 702	95.4	92.1	86.4	77.1	57.4	38.5	23.9	14.0
5	2.2% MgCl ₂ + 0.6% консервант Euxyl 9010	96.5	93.4	93.5	78.9	59.0	41.9	26.4	15.0
6	2.2% MgCl ₂ + 0.6% ароматическая композиция Mystic Zen	94.5	87.6	77.2	62.5	40.9	23.2	9.9	3.4

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Применение состава, содержащего водный раствор неорганической соли, образующей гидраты, или сочетания солей, по меньшей мере одна из которых образует гидрат; водную дисперсию акрилового полимера или водную дисперсию стирол-акрилового полимера, или силиконовую эмульсию; и добавки, выбираемые из группы, в состав которой входят поверхностно-активные вещества, алюмосиликаты и силикаты из группы соединений, в состав которой входят бентонит, каолин и тальк, водорастворимые и нерастворимые соединения кальция, оксиды металлов и металлоидов, для покрытия/пропитки материалов, приобретающих способность экранировать переменные электромагнитные поля в частотном диапазоне от 10^{-2} до 10^6 Гц.

2. Применение по п.1, отличающееся тем, что материалами для покрытия/пропитки являются волокнистые и/или пористые матрицы, которые после сушки приобретают свойства экранирования ЭМП, в том числе нетканые, текстильные и швейные материалы.

3. Применение по п.1, отличающееся тем, что материалами для покрытия/пропитки являются строительные материалы: грунтовки, грунтовки под штукатурку/краску, краски, штукатурные растворы, ламинаты, используемые в конструкциях, включая материалы для гидроизоляции кровли, паропроницаемые ламинаты, фольга, покрытая экранирующим раствором, а также текстильные материалы с экранирующими свойствами.

4. Применение по п.1, отличающееся тем, что материалами для покрытия/пропитки являются пористые матрицы, которые после сушки приобретают свойства экранирования ЭМП, в том числе дерево для строительства, мебель.

5. Применение по любому из пп.1-4, отличающееся тем, что поверхностно-активными веществами в составе являются соединения, выбираемые из группы, в состав которой входят моющие средства, сурфактанты, эмульгаторы, амфифилы, предпочтительно пеногасители, диспергаторы и гликоли.

6. Применение по любому из пп.1-4, отличающееся тем, что нерастворимые соединения кальция в составе выбираются из группы, в состав которой входят известковая и доломитовая мука.

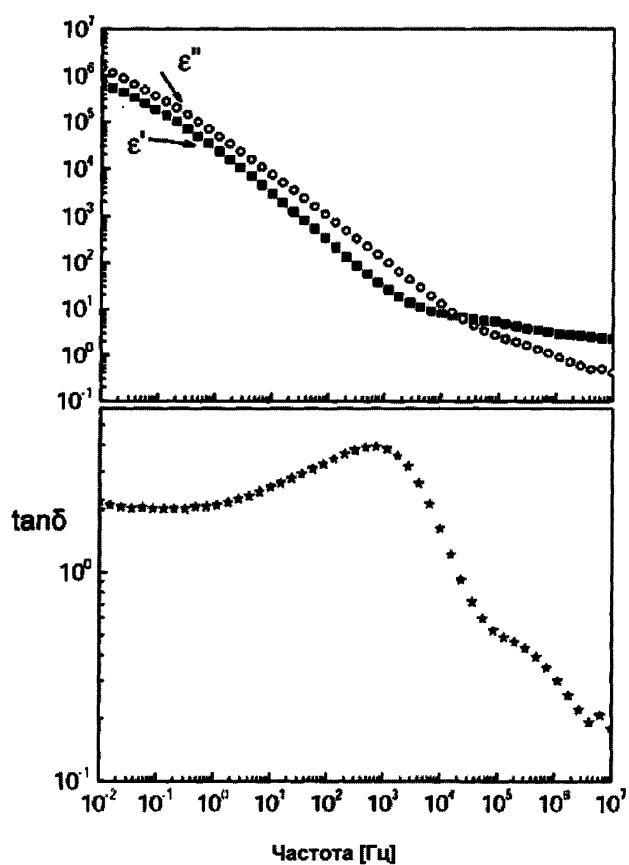
7. Применение по любому из пп.1-4, отличающееся тем, что состав содержит соединения, выбираемые из группы, в состав которой входят гипс, кальция гидроксид и портландцемент.

8. Применение по любому из пп.1-4, отличающееся тем, что состав дополнительно содержит смолы.

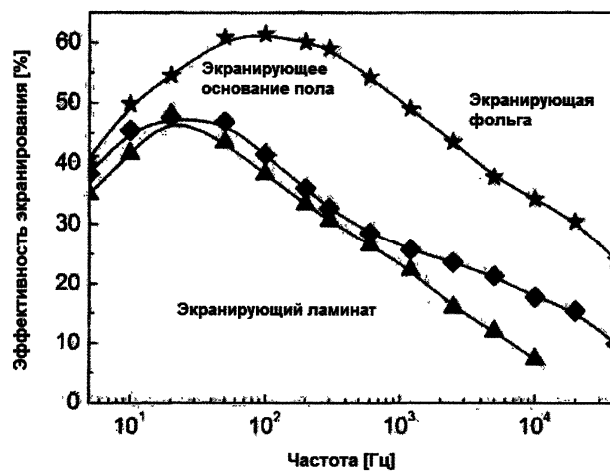
9. Применение по п.8, отличающееся тем, что в качестве смол используются алкидная смола в органическом растворителе и эпоксидная смола в твердом состоянии или в растворе, фенолформальдегидная смола в этаноле или силиконовая смола в растворе или суспензии.



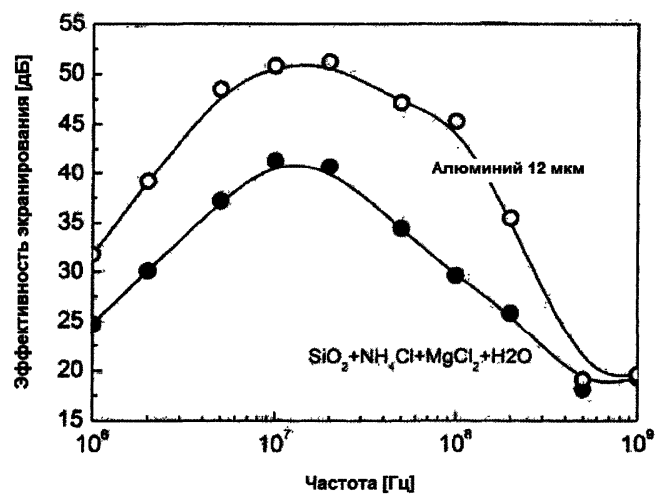
Уровень техники



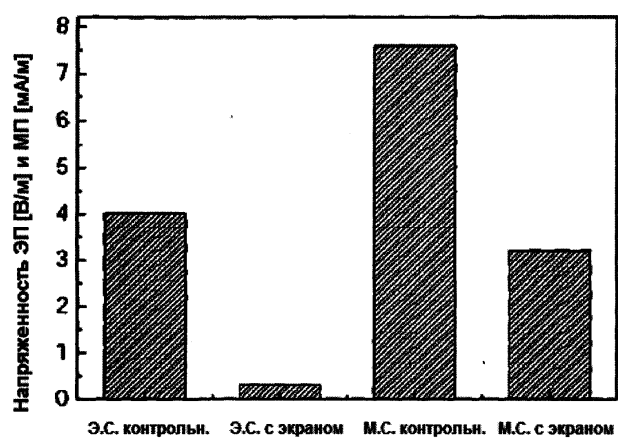
Фиг. 1



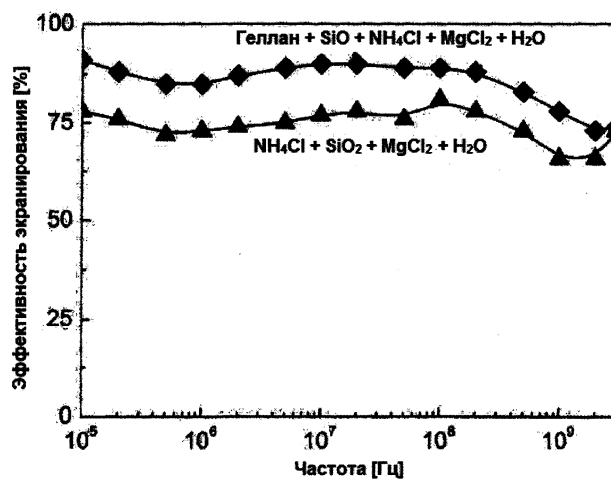
Фиг. 2



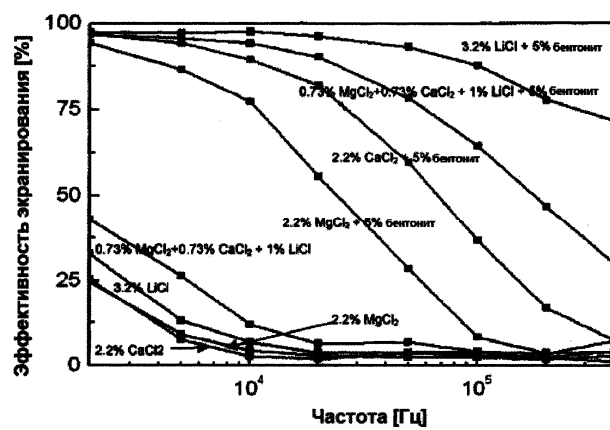
Фиг. 3



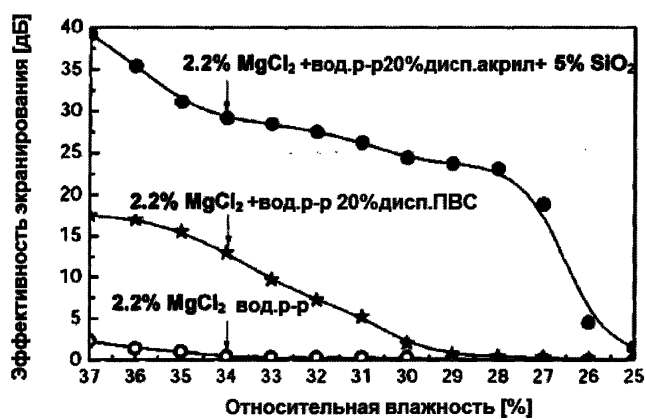
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2