



УКРАЇНА

(19) UA (11) 81888 (13) C2
(51) МПК

C08L 83/04 (2006.01)

C08K 13/06 (2006.01)

C08K 3/10 (2007.01)

C08K 3/22 (2007.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ТЕПЛОПРОВІДНА ГУМОВА СУМІШ

1	2
(21) а200705641	JP2004043778 A, 12.02.2004
(22) 22.05.2007	JP11116820 A, 27.04.1999
(24) 11.02.2008	
(72) ТАТАРІНОВ КОСТЯНТИН КОСТЯНТИНОВИЧ, UA, ОЛІЯРНИК БОГДАН ОЛЕКСІЙОВИЧ, UA, БОНДАРУК АРТУР БОГДАНОВИЧ, UA, ГРИНЬКОВИЧ ОРЕСТ СТЕПАНОВИЧ, UA, ЮРОВ ОЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ, UA, МЕЛЕХ ГЕОРГІЙ СТЕПАНОВИЧ, UA, СМУЛКА ІГОР СТЕПАНОВИЧ, UA, ТОКАРЕВ ВІКТОР СЕРГІЙОВИЧ, UA, ПЕЛЕХ ЯРОСЛАВ МИКОЛАЙОВИЧ, UA, ДАШКО ОЛЕКСАНДР МИКОЛАЙОВИЧ, UA, СВІЗІНСЬКИЙ ВАСИЛЬ ПАВЛОВИЧ, UA	(57) Теплопровідна гумова суміш, яка містить силосановий каучук СКТВ-1 або СКТФВ-803, метилфенілдиметоксисилан, мінеральні наповнювачі, яка відрізняється тим, що як мінеральні наповнювачі містить ферит барію і оксид алюмінію і додатково містить пасту на основі монопероксиду з аеросилом А-380 у співвідношенні 5 : 1 при наступному співвідношенні компонентів, мас.ч.: силосановий каучук СКТВ-1 або СКТФВ-803 95-105 ферит барію 100-150 оксид алюмінію 200-250 метилфенілдиметоксисилан 5-6 паста на основі монопероксиду з аеросилом А-380 у співвідношенні 5 ÷ 1 7-10.
(73) ОЛІЯРНИК БОГДАН ОЛЕКСІЙОВИЧ, UA	
(56) SU 810743, 07.03.1981	
SU 1413110 A1, 30.07.1988	
US 6 169 142, 02.01.2001	
EP 0 750 008 A2, 27.12.1996	

Теплопровідна гумова суміш відноситься до теплопровідних композицій на основі силікоксанових каучуків, які використовуються в радіоелектронній апаратурі (РЕА) для кріплення і відведення тепла від електрорадіовиробів (ЕРВ), а також як ізолюючі прокладки в місцях механічних з'єднань, наприклад, фланців хвильоводів, кріплення елементів підвищеної потужності, процесорів, модулів і т.п.

Відомі на даний час кріплення здійснюються через анодоване алюмінієве покриття, пасту КПТ-8, слюду з оксиду берилію.

Вище перелічені матеріали мають суттєві недоліки: отримання прокладок з анодованого алюмінію дорогий та трудоемкий процес, а отримане покриття є тонким, може легко пошкоджуватись, втрачаючи ізолюючі властивості, коефіцієнт теплового опору пасти КПТ-8 достатньо високий, слюда крихка і має низький коефіцієнт теплопровідності, оксид берилію характеризується

високою токсичністю, а прокладки на його основі крихкі.

Відома теплопровідна суміш (1), яка містить низькомолекулярний силосановий каучук, затверджувач, нітрид бору і карбід бору.

Недоліком вищезгаданої теплопровідної суміші є її низька теплопровідність, яка викликана малою щільністю упаковки суміші через структурну складову наповнювачів - нітриду бору і карбіду бору, а при малій щільності упаковки зменшується теплообмін, що не дозволяє встановлювати на ній ЕРВ великої потужності.

Крім того, дана, теплопровідна суміш має обмежені експлуатаційні можливості через відсутність магнітних властивостей, що не дозволяє використовувати її в РЕА, яка піддається діям вібрацій та перемінним ударним навантаженням.

Найбільш близькою за технічною суттю до запропонованої теплопровідної гумової суміші є

(13) C2

(11) 81888

(19) UA

гумова суміш ТПРС-9 (АУЗО.026.002ТУ) (2), яка містить наступні компоненти (ваг.ч.):

силікоксановий каучук СКТФ-803	100
аеросил А-380	4,0÷6,0
пероксол - 3 (оксид алюмінію модифікований)	280,0÷350,0
метилфенілдиметоксисилан (продукт СМ-2)	2,2÷3,4

Використання в теплопровідній гумовій суміші в якості наповнювача оксиду алюмінію модифікованого, дозволило в порівнянні з аналогом частково збільшити щільність упаковки, але не в достатній мірі, щоб забезпечити високу теплопровідність.

Крім того, дана теплопровідна гумова суміш має питому міцність, яка обумовлена низькою лінійною щільністю, що не дозволяє використовувати її в РЕА, яка піддається діям вібрацій та перемінним ударним навантаженням через можливість її руйнування.

Вище згадана теплопровідна гумова суміш має низьку величину відносного видовження, яка обумовлена складниками та структурною компоновкою, які не забезпечують їй необхідну пластичність, що приводить до розрушення виробів виготовлених із теплопровідної гумової суміші при дії на них таких зовнішніх факторів як висока температура, вібрація та перемінні ударні навантаження.

Експлуатаційні обмеження також обумовлені відсутністю у теплопровідній гумовій суміші магнітних властивостей.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалити теплопровідну гумову суміш шляхом використання нового наповнювача (фериту барію і оксиду алюмінію) та вулканізуючого агента (паста на основі монопероксида з аеросилом А-380), що приводить до збільшення щільності упаковки та покращення пластичності, а це, в свою чергу, збільшує теплопровідність і відносне видовження, а також надає суміші магнітних властивостей, що дозволяє розширити експлуатаційні можливості при одночасному підвищенні надійності роботи.

Поставлена задача вирішується тим, що теплопровідна гумова суміш, яка містить силікоксановий каучук, аеросил А-380, метилфенілдиметоксисилан (продукт СМ-2), згідно винаходу, додатково містить ферит барію, оксид алюмінію і пасту на основі монопероксиду з аеросилом А-380 у співвідношенні 5:1 при наступному співвідношенні компонентів (ваг.ч.):

силікоксановий каучук	95÷105
ферит барію	100÷150
оксид алюмінію	200÷250
метилфенілдиметоксисилан	5÷6
паста на основі монопероксида з аеросилом А-380 у співвідношенні 5 : 1	7÷10

Використання фериту барію та оксиду алюмінію в якості наповнювача дозволяє, за рахунок утворення ланцюгової структури, збільшити щільність упаковки теплопровідної гумової суміші та надати їй магнітних властивостей, що приводить до збільшення

теплопровідності та збільшення міцності кріплення РЕА до місця їх установки, тобто розширює експлуатаційні можливості дозволяючи використовувати теплопровідну гумову суміш в РЕА, яка піддається діям вібрацій та перемінним ударним навантаженням, а також дає можливість використовувати електро-радіовироби великої потужності.

Крім того, використання оксиду алюмінію дозволяє стабілізувати діелектричні параметри теплопровідної гумової суміші, що покращує експлуатаційні можливості.

Використання в теплопровідній гумовій суміші пасти на основі монопероксида з аеросилом А-380 у співвідношенні 5:1, дозволяє рівномірно розподілити зшиваючий агент по масі компонентів, що приводить до збільшення щільності упаковки та підвищення питомої міцності з одночасним покращенням пластичності, що приводить до збільшення відносного видовження.

Технічний ефект полягає в розширенні експлуатаційних можливостей теплопровідної гумової суміші при одночасному підвищенні її надійності за рахунок збільшення її теплопровідності та відносного видовження, а також надання їй магнітних властивостей.

Теплопровідну гумову суміш отримують наступним чином.

Спочатку на вальцях пластифікують силікоксановий каучук СКТВ-1 або СКТФВ-803 на протязі 3-5 хвилин, після цього до нього додають метилфенілдиметоксисилан і змішують їх на протязі 5+7 хвилин, потім вводять до них наповнювачі, відповідно оксид алюмінію, а після нього ферит барію, причому по мірі введення наповнювачів, збільшують зазор між валками і проводять охолодження маси, шляхом підтримання температури валків в діапазоні +45°÷+50°. і вводять вулканізуючий агент у вигляді попередньо отриманої пасти на основі монопероксида з аеросилом у співвідношенні 5-Н. і змішують масу до рівномірного розподілення в ній компонентів та отримання однорідної маси..

Пасту на основі монопероксиду з аеросилом А-380 (5:1) одержують перед проведенням вищезгаданого процесу, наступним чином. Монопероксин - хімічна назва: 1-(1-трет-бутилперокси-1 -метилетил)-4-ізопропілбензен, хімічна формула: $p-(CH_3)_3COOC(CH_3)_2C_6H_4CH(CH_3)_2$, синтезують згідно з методикою (4) порціями протягом 1 год. Утворену суміш перемішують протягом 1 години до утворення однорідної напівпрозорої пасти без видимих включень. Перед застосуванням пасту вистояють без перемішування не менше 1 доби. Одержаний продукт являє собою безколірну рідину з вмістом активного кисню $[O_{акт}]=6,2\%$. Для приготування пасти до монопероксиду (100м.ч.) при постійному перемішуванні за допомогою механічної мішалки додають аеросилу А-380 (20м.ч.) невеликим порціями протягом 1 год.

Вироби з гумової суміші виготовляються методом пресування суміші при температурі +150°С і тиску 100кГ/см² на протязі 10 хвилин з подальшою вулканізацією в сушильній шафі з

розрахунку, що для отримання товщини в 1мм необхідно 2 години при температурі 200°C.

Для отримання оптимального варіанту теплопровідної гумової суміші був проведений теоретичний розрахунок і виготовлено теплопровідну гумову суміш з різним співвідношенням компонентів в вагочастинах, результати яких наведені в таблиці 1, а отримані їхні технічні характеристики наведені в таблиці 2.

Теоретичний розрахунок проводився згідно правила сумішей:

Теоретичний розрахунок проводився згідно правила сумішей:

$$K = K_1 + V_m + K_2 + V_f (1),$$

де K , K_1 , K_2 - коефіцієнти теплопровідності композиції матриці та наповнювача;

V_m , V_f - об'ємні долі матриці і наповнювача відповідно.

При розрахунку за рівнянням (1) використовувались наступні дані: силосановий каучук ($K_1=0,17$ Вт/мК, $V_m=0,45$) наповнений оксидом алюмінію та феритом барію ($K_2=29$ Вт/мК, $V_f=0,25$) має коефіцієнт теплопровідності $K=7,3$ Вт/мК, що приблизно в 35 разів вище за ненаповнену гуму.

Більш точний розрахунок теплопровідності наповнених композицій було запропоновано Нельсоном (3)

$$\frac{K}{K_1} = \frac{1 + A \cdot B \cdot V_f}{1 - B \cdot f \cdot V_f} (2)$$

де:

$$B = \frac{\frac{K_2}{K_1} - 1}{\frac{K_2}{K_1} + A} (3)$$

де: $A = K_e - 1$, $K_e = 4$ - коефіцієнти Ейнштейна;

$f = 1,28$ - коефіцієнт, що враховує максимальну долю частинок;

$B = 0,98$

$$\text{Тоді } \frac{K}{K_1} = \frac{1 + 3 \cdot 0,98 \cdot 0,45}{1 - 0,98 \cdot 1,28 \cdot 0,45} = 5,33$$

Тобто коефіцієнти наповненого силосанового каучуку в 5,3 вищий коефіцієнту теплопровідності ненаповненого.

Для дослідів вимірювання перепаду температури використовувались транзистори 2Т825Б і 2Т85-7Б. Перепад температури між радіатором та корпусом транзистора вимірювали на блоці ЛГ1-В (БА3.086.24). Температуру контролювали за допомогою хромель-копелевої термопари Ø 0,2мм приклеєної до поверхні радіатора та корпусу транзистора клеєм БФ-4.

Паста на основі монопероксида з аеросилом А-380 в співвідношенні 5:1	7,5	8,0	9,0	
--	-----	-----	-----	--

Показники	1	2	3	4	5
Перепад температур між ЕРВ та теплоізолюючим елементом (°C)	14	14,5	13	17	17,5
Відносне видовження (%)	50	55	60	55	50
Коефіцієнт теплопровідності Вт/мК	3,0	3,5	3,2	3,0	3,0
Магнітна енергія (кДж/м³)	0,82	0,58	0,6	0,58	0,6

Як видно з таблиці 2 композиції приведені в прикладах 1, 2, 3 мають найкращі наступні технічні параметри, так перепад температур між ЕРВ та теплоізолюючим елементом в межах 13÷44,5°, відносне видовження в межах 50÷60 (%), коефіцієнт теплопровідності в межах 3,0÷3,5Вт/мК, магнітна енергія в межах 0,58÷0,82 (кДж/м³), а при використанні теплопровідної гумової суміші, де вміст вагочастих інгредієнтів є меншим від мінімальних граничних величин приведених в формулі винаходу (приклад 4) і при використанні гумової суміші де вміст вагочастих інгредієнтів є більшим від максимально граничних величин приведених в формулі (приклади 5, 6, 7), має технічні параметри значно нижчі за технічні параметри приведені в прикладах 1, 2, 3.

Крім того, як видно з таблиці 2, технічні параметри теплопровідних гумових сумішей, виготовлених згідно формули винаходу, значно перевищують технічні показники прототипу АУЗО.026002ТУ, так, наприклад, по перепаду температур в 1,42 рази відносне видовження в 1,66 рази, коефіцієнту теплопровідності в 1,36 рази, по магнітній енергії (в прототипі взагалі відсутня), що забезпечує високу надійність роботи РЕА при дії на неї теплових, ударних і вібраційних навантажень при підвищених температурах оточуючого середовища.

Література.

1. А.С. СССР №810743, МКИ C08L 83/04

2. Комплект документов на технологический процесс изготовления смеси резиновой теплопроводной марки ТпРС-9 АУЗО.026002ТУ

3. Nielsen L.T. Eng. Chem. Fundum 13, № 1, 1974р.

4. Дикий М.А., Вайда М.С., Пучин В.А., Касяков А.Н. Получение новых перекисных соединений п-диизопропилбензола // Журнал орг. химии. 1975-Т. 11, №7-С. 1902-1907

Назва компоненту	Вміст компоненту (вагочастини)						
	1	2	3	4	5	6	7
Силосановий каучук	100	100	100	100	100	100	100
Оксид алюмінію	200	220	250	150	230	250	300
Ферит барію	100	120	150	100	150	120	100
Метилфенілдиметоксисилан продукт СМ-2	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5