



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **114444** (13) **U**
(51) МПК (2017.01)
C09D 5/30 (2006.01)
C09D 131/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

| | |
|--|--|
| (21) Номер заявки: u 2016 09196 | (72) Винахідник(и): Барсуков В'ячеслав Зіновійович (UA), Сеник Ілона Володимирівна (UA), Хоменко Володимир Григорович (UA), Савченко Богдан Михайлович (UA), Крюкова Олена Анатоліївна (UA) |
| (22) Дата подання заявки: 02.09.2016 | |
| (24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.03.2017 | |
| (46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.03.2017, Бюл.№ 5 | (73) Власник(и): КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ, вул. Немировича-Данченка, 2, м. Київ-11, 01601 (UA) |

(54) КОМПОЗИЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІД ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

(57) Реферат:

Композиційний матеріал для захисту від електромагнітного випромінювання містить полімерну матрицю, вуглецевий наповнювач колоїдний графіт та розчинник. Додатково матеріал містить оксид перехідного металу, а в вуглецевий наповнювач додатково введена графітізована сажа, як полімерну матрицю вибрано полівінілбутираль, як розчинник вибрано етиловий спирт. Як оксид перехідного металу вибрано або оксид мангану (IV), або оксид нікелю (III), або змішаний оксид заліза (II, III).

UA 114444 U

Корисна модель належить до композиційних матеріалів для захисту від електромагнітного випромінювання та може бути використана при виробництві різноманітних електронних і радіотехнічних приладів, НВЧ-апаратури, тощо.

Відомий екран для захисту від електромагнітного випромінювання (ЕМВ), що проникає у нього або із нього (патент України № 30734А, МПК: H05K 9/00, 2000 р.), що містить скріплені між собою фальцовим з'єднанням металеві листи з пружинистими прокладками. Велика вага екранів, майже 100 % відбиття ними падаючого на них ЕМВ (що створює джерело вторинного випромінювання), не дозволяють використовувати їх для легкої і компактної апаратури в полімерних корпусах складного профілю.

Відомий композиційний матеріал для захисту від електромагнітного випромінювання (патент на винахід RU 2243980, МПК: C08L 23/00, C08L 25/06, C08L 27/06, C08K 3/04, C08J 9/24, G12B 17/02, H01Q 17/00, 2005 р.). Матеріал складається з полімерного сполучного, вибраного з групи, що включає поліолефіни (поліетилен, поліпропілен), полістирол, фторопласт або ПВХ-пластизол та електропровідного наповнювача, який містить модифікований графіт. Як модифікований графіт вибрано продукт модифікування графіту концентрованими сірчаною та азотними кислотами. Введення у склад матеріалу екологічно небезпечних концентрованих кислот призводить до обмеження його практичного використання.

Відомий також композиційний матеріал для захисту від електромагнітного випромінювання (патент винахід RU № 2472825, МПК: C09D 5/24; C09D 131/04; C09D 5/02, 2013 р.), що включає полімерну матрицю, вуглецевий наповнювач колоїдний графіт та розчинник. Композиційний матеріал являє собою електропровідну фарбу для радіопоглинаючих заповнювачів. Електропровідна фарба включає наступні компоненти (в мас/ %):

| | |
|--|-----------|
| полівінілацетатна матриця | 18,5-20,3 |
| вуглецевий наповнювач - колоїдний графіт | 22,3-23,0 |
| емульгатор ОП-10 | 0,02-0,03 |
| розчинник - вода | решта. |

Даний склад дозволяє отримати питомий опір струмопровідного покриття в межах 150-800 Ом·см. Для забезпечення прийнятних екрануючих властивостей необхідно наносити як мінімум 3 шари матеріалу. Крім цього, фарба не є водостійкою і не забезпечує надійної адгезії у вологій атмосфері.

В основу корисної моделі поставлена задача створення такого композиційного матеріалу для захисту від електромагнітного випромінювання, в якому введенням нових компонентів забезпечилися б надійна адгезія до матеріалів корпусу, вологостійкість, екрануючі властивості не менш ніж - 25...-30 дБ (за абсолютною величиною) в широкому діапазоні частот від 30 МГц до 30 ГГц.

Поставлена задача вирішується тим, що композиційний матеріал для захисту від електромагнітного випромінювання, що включає полімерну матрицю, вуглецевий наповнювач колоїдний графіт та розчинник, згідно з корисною моделлю, додатково містить оксид перехідного металу, а в вуглецевий наповнювач додатково введена графітизована сажа, як полімерну матрицю вибрано полівінілбутираль, як розчинник вибрано етиловий спирт, при цьому компоненти взяті, при наступному співвідношенні, мас. %:

| | |
|--------------------------|-----------|
| вуглецеві наповнювачі: | |
| колоїдний графіт | 6,25-21,4 |
| графітизована сажа | 3,6-13,0 |
| полімерна матриця: | |
| полівінілбутираль | 7,15-9,4 |
| оксид перехідного металу | 0,7-13,3 |
| розчинник: | |
| етиловий спирт | решта. |

При цьому як оксид перехідного металу вибрано оксид мангану (IV).

Крім цього, як оксид перехідного металу вибрано оксид нікелю (III).

Крім цього, як оксид перехідного металу вибрано змішаний оксид заліза (II, III).

За рахунок введення перелічених компонентів в такий композит забезпечуються достатні екрануючі властивості (-25...-30 дБ) в широкому діапазоні частот (від 30 МГц до 30 ГГц); досягається надійна адгезія до матеріалів деталей, вологостійкість, невелика собівартість та відносна простота одержання.

Як полімерну матрицю вибрано розчин полівінілбутиралу (ПВБ) ГОСТ 9439-85. Зокрема, було використано ПВБ "лаковий" марки SDW-1A виробництва PRC (Китай), який відповідає маркам ЛА та ЛБ по ГОСТ 9439-85. Вміст сухого залишку 10 %.

5 Як колоїдний графіт вибрано колоїдно-графітовий препарат марки КГП С-1, ТУ 113-08-48-63-90 (виробник - Заваллєвський графіт, Україна) з середнім розміром часток d50 1,75-2,00 мкм, або аналогічний за дисперсністю та електропровідністю.

10 Як графітізовану сажу з підвищеною електропровідністю вибрано комерційний продукт торгової марки PureBlack (виробник - Superior Graphite Co, Chicago, IL, USA) (Novel materials for electrochemical power sources-introduction of PUREBLACK ®Carbons / Barsukov I. V., Gallego M. A., Doninger J. E. // J. Power Sources. - 2006. - № 2-P. 288-299), або близьку по електропровідності ацетиленову сажу інших виробників.

Як інші важливі домішки вибрані оксиди металів - мангану (IV) ГОСТ 4470-79, оксид нікелю (III) ГОСТ 4331-78 або змішаний оксид заліза (II, III).

15 Склад зразків композитних матеріалів для екранування електромагнітного випромінювання та залежність втрат електромагнітної енергії від складу представлені в таблиці.

Затухання електромагнітного випромінювання (в дБ) вимірювалось неруйнівним хвильовим методом рупорних антен в діапазоні частот 17-27 ГГц. Результати вимірювання представлені в таблиці.

20 Найкращі зразки додатково перевірялись на затухання в спеціалізованій метрологічній лабораторії (м. Київ) в більш широкому діапазоні частот від 30 МГц до 30 ГГц. Дослідження підтвердили ефективність екранування в цьому широкому діапазоні.

25 На фіг. 1. показаний графік залежності втрат електромагнітної енергії, які вносить композитний матеріал, в залежності від вмісту в ньому струмопровідного компоненту, на фіг. 2 показаний графік залежності втрат електромагнітної енергії, які вносять композитні зразки 5-7, на фіг. 3. показана залежність втрат електромагнітної енергії від вмісту в композитному зразку нікелю (III) оксиду (представлений зразок № 8), на фіг. 4 показана залежність втрат електромагнітної енергії від вмісту в композитному зразку марганцю (IV) оксиду (зразок № 9), на фіг. 5 показана залежність втрат електромагнітної енергії від вмісту в композитному зразку змішаного оксиду заліза (II, III) (зразок № 10), на фіг. 6 - СЕМ-зображення поверхні композиту № 8 після висихання, на фіг. 7 - мікрофотографії поверхні липкої стрічки після відриву від поверхні композиту № 8 за методом сітки подряпин: а - зразок покриття без верхнього шару полімеру; б - зразок покриття з верхнім шаром полімеру.

30 Найкращі зразки додатково перевірялись на затухання в спеціалізованій метрологічній лабораторії (м. Київ) в більш широкому діапазоні частот від 30 МГц до 30 ГГц. Дослідження підтвердили ефективність екранування в цьому широкому діапазоні.

35 Відповідно до отриманих результатів досліджень (фіг. 1), при низькому наповненні полімерної матриці струмопровідними добавками (20 мас. %) екрануючий ефект дуже низький - 1...-2 дБ. При збільшенні вмісту струмопровідного компоненту в системі рівень електромагнітних втрат зростає, так для композитного матеріалу з вмістом графітізованої сажі рівень електромагнітних втрат зростає вдвічі від -8 дБ до -16 дБ при зміні концентрації з 40 % до 60 %. Для композитного матеріалу з вмістом, в якості наповнювача, колоїдного графітового препарату ці втрати лежать в діапазоні -10 дБ (для 40 % КГП) та -13,8 дБ (для 60 % КГП).

40 Отримані результати (фіг. 2) відображають загальні електромагнітні втрати композитних зразків при різному співвідношенні струмопровідних компонентів. Так, при взаємному співвідношенні графітізованої сажі та колоїдного графітового препарату 1:2 відповідно (зразок 5) досягається екрануючий ефект на рівні -17...-19 дБ. При взаємному співвідношенні графітізованої сажі та колоїдного графітового препарату 1:3 (зразок 6) відповідно вдалося покращити екрануючий ефект до -25... - 23 дБ. Зразок 7 містить в своєму складі графітізовану сажу та колоїдний графітовий препарат у співвідношенні 1:5 відповідно, та забезпечує екрануючий ефект на рівні -27,4... -26 дБ. Загальний вміст струмопровідного наповнювача в системі складав 80 мас. % у всіх варіантах. При нанесенні композитних зразків 5 та 6 на дослідну поверхню (субстрат) не відмічалось наскрізного розтріскування та відшарування матеріалу від субстрату, шар фарби рівномірно наносився та не збігався при висиханні. При нанесенні на субстрат композитного зразка 7 спостерігалось розтріскування покриття під час висихання, що призводило до його легшого відпадання від субстрату та крихкість. Таким чином, беручи до уваги отримані результати, оптимальним співвідношенням струмопровідних наповнювачів один до одного, для забезпечення максимально можливого екрануючого ефекту при можливості отримання якісного покриття, пропонується 1:3, де 1 частина - графітізована сажа, 3 частини - колоїдний графітовий препарат.

Для забезпечення ефективного екранування електромагнітного поля в широкому діапазоні частот (фіг. 3, 4) необхідно підібрати правильний склад та співвідношення компонентів для максимального екранування електричної та магнітної складової поля.

Найбільш оптимальний вміст оксидів мангану (IV) та нікелю (III) в композиті (фіг. 3, 4) складає 13,3 % і екрануючий ефект таких композитів складає -27 дБ та -30,4 дБ (зразки 8 та 9 в таблиці 1) відповідно. При меншому їхньому вмісті в композиті (від оптимального) ефективність екранування зменшується внаслідок недостатнього екранування магнітної складової поля, при більшому їхньому вмісті в композиті (від оптимального) ефективність екранування зменшується внаслідок зменшення електропровідності системи і відповідно недостатнього екранування електричної складової поля в діапазоні частот 17-27 ГГц.

Оптимальна концентрація вмісту змішаного оксиду заліза (II, III) в композиті (фіг. 5) складає 6,7 мас. %, при якій досягається екрануючий ефект -30,5 дБ. При збільшенні вмісту оксидів заліза ефективність екранування падає, так для композиту з вмістом змішаного оксиду заліза (II, III) 14,3 % ефективність екранування падає практично вдвічі та складає - 14 дБ. При меншому вмісті (від оптимального) ефективність екранування також зменшується, так, наприклад, для композитів з вмістом змішаного оксиду заліза (II, III) 3,5 % та 1,4 % екрануючий ефект складає - 20 дБ та -23 дБ.

Запропонований композитний матеріал дозволяє отримувати та контролювати питомий опір струмопровідного покриття в межах 0,4-2,19 Ом-см, крім того, характеризується:

достатньо широким робочим частотним діапазоном 17-27 ГГц;
екрануючим ефектом, що складає не менше -30 дБ в робочому частотному діапазоні;
антикорозійним захистом.

адгезією (клас 5В) до широкого кола матеріалів різних типів (пластик, кераміка, шкіра, метал, скло, папір), яка вимірювалась за методом ASTM D3359-2009 - фіг. 6, 7.

Таблиця

| п/п | Компонент | Склад зразків фарби, мас. % | | | | | | | | | | Найближчий аналог |
|-----|---|-----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------------|
| | Зразок № | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| | Колоїдний графіт КГП-С1 (ТУ 113-08-48-63-90) | 6,25 | 13,0 | — | — | 8,7 | 21,4 | 25,0 | 20 | 20 | 20 | 22,3 |
| | Графітизована сажа PureBlack | — | — | 6,25 | 13,0 | 4,3 | 7,15 | 3,6 | 6,7 | 6,7 | 6,7 | — |
| | Полівінілбутираль (ГОСТ 9439-85) | 9,4 | 8,7 | 9,4 | 8,7 | 8,7 | 7,15 | 7,15 | 6,7 | 6,7 | 6,7 | — |
| | Оксид мангану (IV) | — | — | — | — | — | — | — | 13,3 | — | — | — |
| | Оксид нікелю (III) | — | — | — | — | — | — | — | — | 13,3 | — | — |
| | Змішаний оксид заліза (II, III) | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 6,7 | — |
| | Полівінілацетатне зв'язуюче - з дисперсії ПВА (ГОСТ 18992-80) | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 20,3 |
| | Емульгатор ОП-10 (ГОСТ 8433-81) | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | 0,2 |
| | Спирт етиловий (96 %) | Все інше | Все інше | Все інше | Все інше | Все інше | Все інше | Все інше | Все інше | Все інше | Все інше | — |
| | Вода | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | Все інше |
| | Товщина покриття, мкм | 104 | 160 | 205 | 230 | 300 | 310 | 355 | 308 | 270 | 449 | 100 |
| | Питомий опір покриття, Ом-см | 7,490 | 4,060 | — | 2,680 | 4,303 | 0,402 | 2,190 | 0,424 | 0,187 | 1,530 | 150 |
| | Затухання, -dB | 10,1 | 13,4 | 7,8 | 16,1 | 17,8 | 24,0 | 26,4 | 30,4 | 27 | 30,4 | — |

Запропонований гібридний композиційний матеріал перевірений при виготовленні дослідних партій тепловізорів (200 шт.) на підприємстві Thermal Vision Technologies (м. Київ), а також приладів радіаційного контролю (15 шт.) торговельної марки Ecotest на підприємстві Спаринг-віст центр (м. Львів). Виконані випробування підтвердили, що захисне вуглець-полімерне покриття забезпечує:

надійну адгезію до корпусних деталей виробів та повну відсутність відшарування покриття;
цілком достатнє екранування електромагнітного випромінювання від вказаних виробів і послаблення взаємного впливу цих виробів на роботу іншого електронного обладнання та оточуюче середовище в діапазоні частот від 30 мГц до 30 ГГц.

Таким чином, застосування розробки в електронній техніці сприяє зменшенню "помітності" обладнання, захисту від електромагнітного випромінювання, зменшенню взаємного впливу працюючого поряд електронного обладнання і має важливий соціо-гуманітарний ефект.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

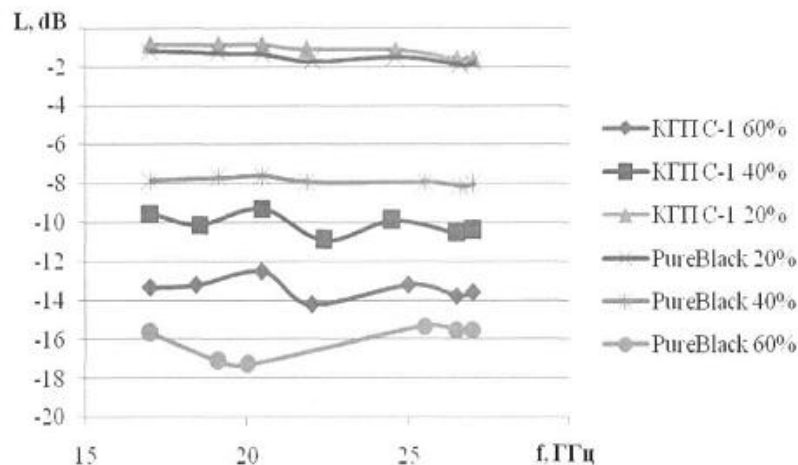
1. Композиційний матеріал для захисту від електромагнітного випромінювання, що містить полімерну матрицю, вуглецевий наповнювач колоїдний графіт та розчинник, який **відрізняється** тим, що додатково містить оксид перехідного металу, а в вуглецевий наповнювач додатково введена графітізована сажа, як полімерну матрицю вибрано полівінілбутираль, як розчинник вибрано етиловий спирт, причому компоненти взяті, при наступному співвідношенні, мас. %:

| | |
|--------------------------|-----------|
| вуглецеві наповнювачі: | |
| колоїдний графіт | 6,25-21,4 |
| графітізована сажа | 3,6-13,0 |
| полімерна матриця: | |
| полівінілбутираль | 7,15-9,4 |
| оксид перехідного металу | 0,7-13,3 |
| розчинник: | |
| етиловий спирт | решта. |

2. Композиційний матеріал за п. 1, який **відрізняється** тим, що як оксид перехідного металу вибрано оксид мангану (IV).

3. Композиційний матеріал за п. 1, який **відрізняється** тим, що як оксид перехідного металу вибрано оксид нікелю (III).

4. Композиційний матеріал за п. 1, який **відрізняється** тим, що як оксид перехідного металу вибрано змішаний оксид заліза (II, III).



Фиг. 1

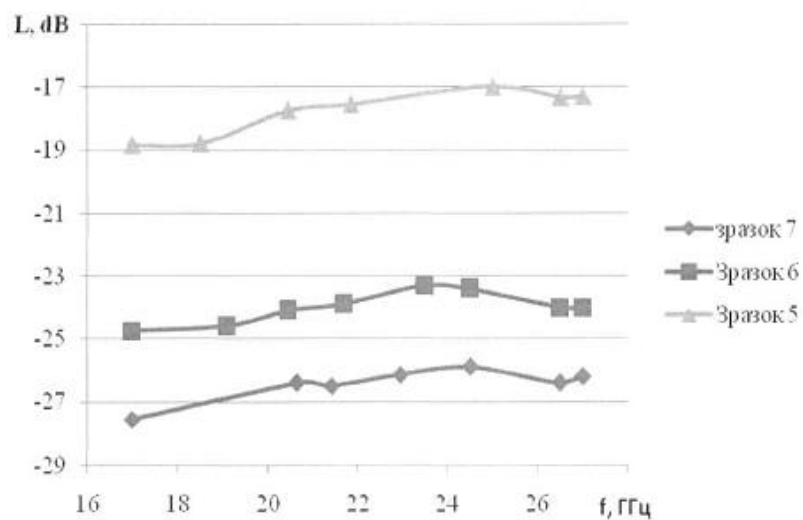


Fig. 2

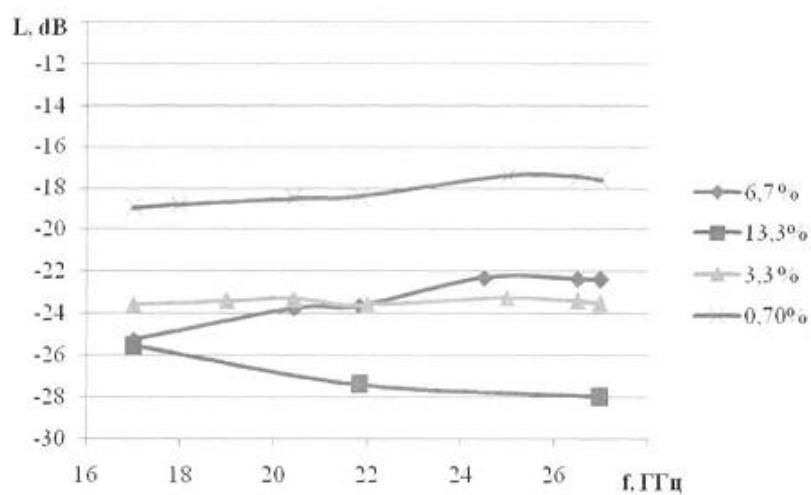


Fig. 3

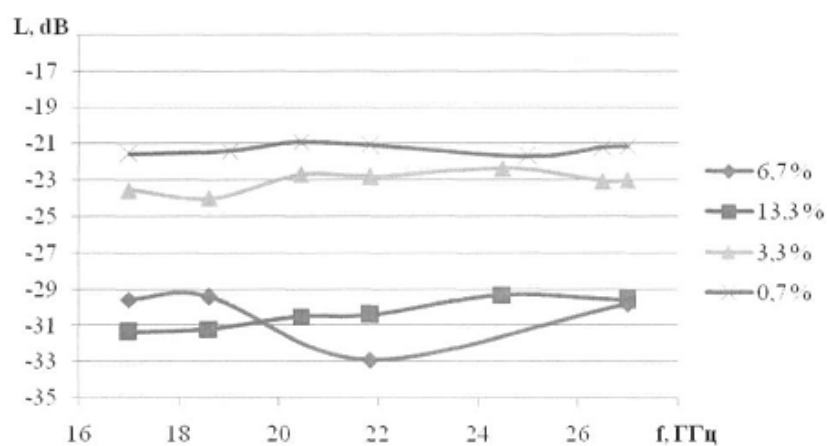


Fig. 4

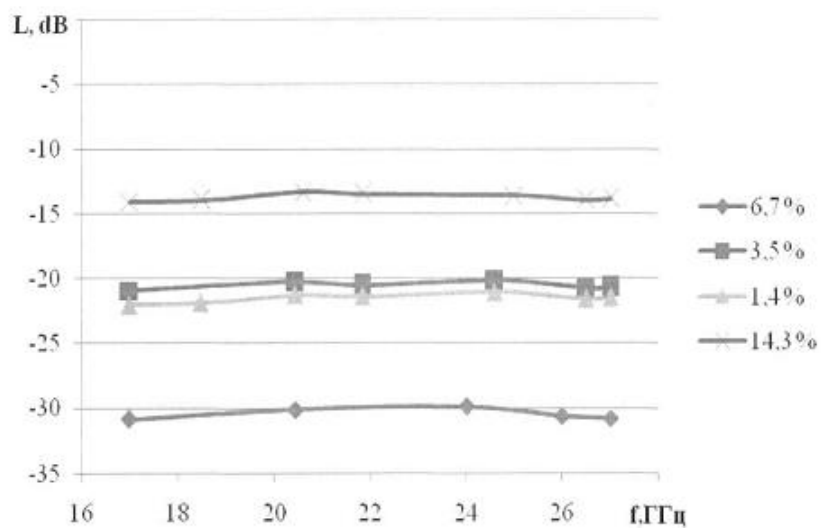


Fig. 5

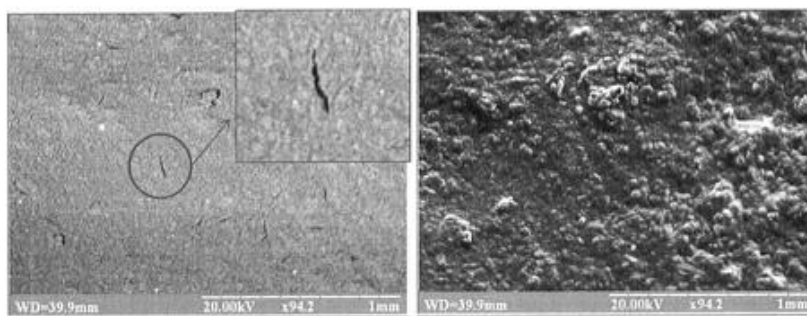


Fig. 6

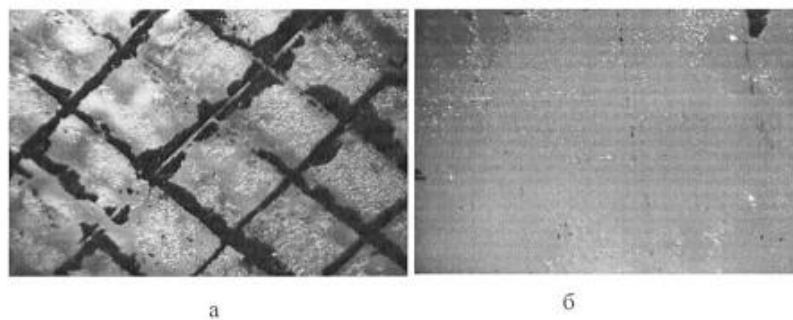


Fig. 7

Комп'ютерна верстка О. Гергіль

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601