



УКРАЇНА

(19) UA (11) 45868 (13) U
(51) МПК (2009)
H05B 3/54

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) РЕЗИСТИВНИЙ НАГРІВАЛЬНИЙ КАБЕЛЬ З АНІЗОТРОПНИМИ ВИПРОМІНЮВАЛЬНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

1

2

(21) u200906981

(22) 03.07.2009

(24) 25.11.2009

(46) 25.11.2009, Бюл.№ 22, 2009 р.

(72) МОТРЕЧКО ОЛЕГ МИХАЙЛОВИЧ, СИРОТА ВИТАЛИЙ АНТОНОВИЧ, СИРОТА АНАСТАСІЯ СЕРГІЙВНА

(73) МОТРЕЧКО ОЛЕГ МИХАЙЛОВИЧ, СИРОТА ВИТАЛИЙ АНТОНОВИЧ

(57) 1. Резистивний нагрівальний кабель з анізотропними випромінювальними властивостями, що містить нагрівальний елемент (струмопровідну жилу), який виконаний у вигляді тонкої стрічки з металевого аморфного сплаву заданого хімічного складу і покритий принаймні одним шаром електроізолятора, який **відрізняється** тим, що він додатково обладнаний відбивачем теплового випромінювання, який виконаний у вигляді стрічки, розміщеної уздовж всієї довжини кабелю, а електроізоляційний шар має з однієї з широких сторін, уздовж всього кабелю, принаймні два буртики, виконаних з того ж матеріалу, що і електроізоляційний шар, на яких розміщений відбивач теплового випромінювання.

2. Резистивний нагрівальний кабель з анізотропними випромінювальними властивостями за п. 1, який **відрізняється** тим, що електроізоляційний шар виконаний з матеріалу, який має адгезивні властивості.

3. Резистивний нагрівальний кабель з анізотропними випромінювальними властивостями за п. 1, який **відрізняється** тим, що відбивач теплового випромінювання виконаний з електропровідного матеріалу.

4. Резистивний нагрівальний кабель з анізотропними випромінювальними властивостями за п. 3, який **відрізняється** тим, що відбивач теплового випромінювання виконаний з полірованої алюмінієвої стрічки.

5. Резистивний нагрівальний кабель з анізотропними випромінювальними властивостями за п. 4, який **відрізняється** тим, що ширина алюмінієвої стрічки дорівнює ширині електроізоляційного шару.

6. Резистивний нагрівальний кабель з анізотропними випромінювальними властивостями за п. 1,

який **відрізняється** тим, що він додатково обладнаний екрануючою стрічкою, розміщеною на гладкій стороні кабелю уздовж всієї його довжини.

7. Резистивний нагрівальний кабель з анізотропними випромінювальними властивостями за пп. 3, 6, який **відрізняється** тим, що відбивач теплового випромінювання і екрануюча стрічка виконані з одного матеріалу.

8. Резистивний нагрівальний кабель з анізотропними випромінювальними властивостями за п. 4, який **відрізняється** тим, що відбивач теплового випромінювання виконаний з полірованої алюмінієвої стрічки, покритої шаром теплоізоляційного матеріалу, наприклад спіненим поліетиленом.

9. Резистивний нагрівальний кабель з анізотропними випромінювальними властивостями за п. 4, який **відрізняється** тим, що відбивач теплового випромінювання додатково покритий захисною плівкою, наприклад поліпропіленовою плівкою з нанесенням на неї клейовим шаром на акриловій основі.

10. Резистивний нагрівальний кабель з анізотропними випромінювальними властивостями за п. 9, який **відрізняється** тим, що клейовий шар нанесений з обох сторін захисної плівки.

11. Резистивний нагрівальний кабель з анізотропними випромінювальними властивостями за п. 1, який **відрізняється** тим, що відбивач теплового випромінювання виконаний з металізованої полієфірної плівки.

12. Резистивний нагрівальний кабель з анізотропними випромінювальними властивостями за п. 11, який **відрізняється** тим, що товщина металізованого шару плівки складає $> 0,2$ мікрон.

13. Резистивний нагрівальний кабель з анізотропними випромінювальними властивостями за п. 1, який **відрізняється** тим, що відбивач теплового випромінювання виконаний перфорованим.

14. Резистивний нагрівальний кабель з анізотропними випромінювальними властивостями за п. 1, який **відрізняється** тим, що він додатково покритий зовнішньою захисною електроізолюючою оболонкою, наприклад з поліетилену, протилежні плоскі поверхні якої виконані різного кольору.

U
(13)

45868
(11)

UA
(19)

Корисна модель відноситься до електротехніки зокрема до кабельної техніки та може бути використана при виготовленні елементів для опалення приміщень, в технологічному обладнанні, для обігріву трубопроводів, резервуарів, тротуарів та ін.

Відомі резистивні нагрівальні кабелі, які включають нагрівальний елемент ізольований одним або декількома шарами ізоляційного матеріалу. В нагрівальних кабелях тепло виділяється нагрівальним елементом при протіканні по ньому електричного струму. Спеціально підібрані значення питомого опору його матеріалу дозволяють одержувати необхідні значення потужності на одиницю довжини. В якості нагрівального елемента як правило, використовують мідний, сталевий або ніхромовий дріт [1, 2, 3].

Мала площа поверхні дрітного нагрівального елемента не забезпечує достатньої тепловіддачі від дроту в навколишнє середовище. Це приводить до значного перепаду температур між нагрівальним елементом і навколишнім середовищем. Досить висока температура нагрівального елемента ($90-100^{\circ}\text{C}$ і вище) накладає підвищені вимоги, що до матеріалу ізоляційного покриття кабелю, зменшує ККД. нагрівача. Одним з шляхів підвищення ефективності нагрівальних кабелів є застосування плоских нагрівальних елементів.

Найбільш близькою по технічній суті до пропонуваного є резистивний нагрівальний кабель, що включає нагрівальний елемент (струмопровідну жилу), яка виконана у вигляді тонкої стрічки з металевого аморфного сплаву заданого хімічного складу, яка покрита принаймні одним шаром електроізолятора [4]. В відомому кабелі для виготовлення струмопровідної стрічки використовуються аморфні сплави на залізній або кобальтовій основі. Ці сплави відрізняються високим значенням питомого опору $1,2-1,6 \times 10^{-6} \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

До недоліків відомого нагрівального кабелю слід віднести те, що він випромінює тепло в обидві сторони своїх плоских поверхонь. В багатьох випадках це приводить до вимушених витрат енергії, погіршує ККД. пристроїв у яких використовується відомий нагрівальний кабель. Це змушує вживати додаткові заходи по теплоізоляції однієї з сторін кабелю, хоча вони не завжди приводять до бажаного результату.

В даній корисній моделі ставиться технічна задача підвищення експлуатаційних характеристик резистивного нагрівального кабелю і пристроїв у яких він використовується за рахунок надання йому анізотропних випромінювальних властивостей. Це дозволить зменшити витрати електроенергії на обігрів приміщень, технологічного устаткування, спортивних майданчиків, відповідальних ділянок доріг та інше, тому подібне. Крім того, використання пристрою, що заявляється дозволить спростити заходи по теплоізоляції, зменшити витрати на їх застосування.

Суттєвими ознаками резистивного нагрівального кабелю з анізотропними випромінювальними властивостями загальними для прототипу і пропонуваного рішення є наявність у нього нагрівального елемента (струмопровідної жили), який виконано у вигляді тонкої стрічки з металевого аморфного сплаву заданого хімічного складу, який покрито принаймні одним шаром електроізолятора. Згідно корисної моделі кабель додатково обладнано відбивачем теплового випромінювання виконаного у вигляді стрічки, розміщеної уздовж усієї довжини кабелю, а електроізоляційний шар має з однієї з широких сторін, уздовж всього кабелю, принаймні два буртика, виконаних з того ж матеріалу, що і електроізоляційний шар, на яких розміщено відбивач теплового випромінювання.

Другою, суттєвою відмінністю є те, що електроізоляційний шар виконано з матеріалу який має адгезивні властивості.

Третьою відмінністю є те, що відбивач теплового випромінювання виконано з електропровідного матеріалу.

До відмінностей нагрівального кабелю, що заявляється, відноситься те, що відбивач теплового випромінювання виконано з полірованої алюмінієвої стрічки. При цьому ширина алюмінієвої стрічки дорівнює ширині електроізоляційного шару.

Однією з відмінностей є те, що він додатково обладнаний екрануючою стрічкою розміщеною на гладкій стороні кабелю уздовж усієї його довжини.

Ще однією відмінністю також є те, що відбивач теплового випромінювання і екрануюча стрічка виконані з одного матеріалу.

Відмінністю також є те, що відбивач теплового випромінювання виконано з полірованої алюмінієвої стрічки покритої шаром спіненого поліетилену.

Відмінністю також є те, що відбивач теплового випромінювання додатково покрито захисною плівкою, наприклад поліпропіленовою плівкою з нанесеним на неї клейовим шаром на акриловій основі. При цьому клейовий шар може бути нанесений з обох сторін захисної плівки.

До відмінностей нагрівального кабелю, що заявляється, відноситься те, що відбивач теплового випромінювання виконано з металізованої поліефірної плівки. Для того щоб металізована поліефірна плівка відбивала теплове випромінювання товщина її металізованого шару повинна складати більше 0,2 мікрон.

Крім того, відмінністю є те, що відбивач теплового випромінювання виконано перфорованим.

Відмінністю також є те, що кабель додатково покритий зовнішньою захисною електроізолюючою оболонкою, наприклад з поліетилену, протилежні плоскі поверхні якої виконані різного кольору.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де на Фіг.1 зображено схеми теплового випромінювання відомого кабелю Фіг.1а і кабелю, що заявляється Фіг.1б; на Фіг.2 - схематично зображено поперечний розріз резистивного нагрівального кабелю з анізотропними випромінювальними

властивостями; на Фіг.3, 4 і 5 - варіанти конструктивного виконання кабелю.

Резистивний нагрівальний кабель з анізотропними випромінювальними властивостями (див. Фіг.2) складається з нагрівального елементу 1, який виконано у вигляді тонкої стрічки з металевого аморфного сплаву покритого шаром електроізолятора 2. Як правило для цього використовується стрічка товщиною 20-30 мікрон. Ширина стрічки, в залежності від призначення кабелю, може складати 5-30мм. Електроізоляційний шар 2 має з однієї з широких сторін, уздовж всього кабелю, принаймні два буртика 3, на яких розміщено відбивач теплового випромінювання 4 виготовленого, наприклад, з полірованої алюмінієвої фольги. Для надання кабелю більшої жорсткості, при застосуванні широкого нагрівального елементу 1, буртиків 3 може бути більше ніж два (див. Фіг.2б). На гладкій стороні кабелю уздовж усієї його довжини може бути розміщено екрануючу стрічку 5, яка також може бути виготовлена з алюмінієвої фольги.

Електроізоляційний шар 2 наноситься на нагрівальний елемент 1 екструзією. При цьому на поверхні шару електроізолятора 2 одночасно формуються буртики 3. В тих випадках, коли електроізолятор 2 виконано з матеріалу який має адгезію до металів, стрічку відбивача теплового випромінювання 4 і, при необхідності, екрануючу стрічку 5 приклеюють до гарячого електроізолятора 2 одразу на виході кабелю з екструдера.

Відбивач теплового випромінювання 5 може бути покритий шаром теплоізоляційного матеріалу 6 (див. Фіг.3), наприклад спіненим поліетиленом. Крім того, відбивач теплового випромінювання 4 може бути покрито захисною плівкою 7, наприклад поліпропіленовою плівкою з нанесеним на неї клейовим шаром на акриловій основі (див. Фіг.4). Клейовий шар може бути нанесено з обох сторін захисної плівки 7. В тих випадках коли кабель додатково покритий зовнішньою захисною електроізолюючою оболонкою 8, наприклад з поліетилену (див. Фіг.5), її протилежні пласкі поверхні виконують різного кольору або наносять на них позначки, які дозволяють відрізнити "гарячу" і "холодну" сторони кабелю.

Відбивач теплового випромінювання 5 може бути виконано з металізованої, як за звичай алюмінієм, поліефірної плівки. Для забезпечення достатніх відбивальних властивостей товщина металізованого шару повинна складати більш ніж 0,2 мікрона. Це обумовлено тим, що скін-шар для алюмінію складає приблизно 0,05 мікрона, і для того, щоб ефективно відбити тепловий потік товщина алюмінієвого шару повинна складати не менше трьох-чотирьох скін-шарів. (Скін-шар - відстань від поверхні металу, на якому щільність

потіку випромінювання зменшується в $e=2,718$ разів.)

В тих випадках коли передбачається можливість попадання вологи в повітряний прошарок між електроізоляційним шаром 2 і відбивачем теплового випромінювання 4 останній виконується перфорованим невеликими отворами уздовж його довжини. Отвори роблять для можливості вільного виходу вологи (пари).

Резистивний нагрівальний кабель з анізотропними випромінювальними властивостями працює таким чином.

При підключенні кабелю до джерела електричного живлення електричний струм проходить через нагрівальний елемент 1, на якому виділяється тепло, величина якого Q відповідає закону Джоуля-Ленца $Q=I^2RT$, де I - струм, що протікає через нагрівальний елемент, R - електричний опір нагрівального елемента, T - час проходження струму через нагрівальний елемент 1.

В відомому нагрівальному кабелі тепловий потік $Q_{\text{тепл}}$ від нагрівального елементу 1 рівномірно розповсюджується в усі сторони (див. Фіг.1а). На відміну в кабелі, що заявляється (див. Фіг.1б), в "гарячу" сторону тепловий потік $Q_{\text{тепл}}$ проходить майже без перешкод через тонкий електроізоляційний шар 2 і далі в сторону об'єкту що нагрівається. В "холодну" сторону кабелю на шляху теплового потоку між електроізолятором 2 і відбивачем теплового випромінювання 4 знаходиться повітряний прошарок, теплопровідність якого дуже мала. Тепло через цей прошарок переноситься за допомогою випромінювання. Відбивачем теплового випромінювання 4 більша частина теплового потоку віддзеркалюється в бік "гарячої" сторони кабелю і там також передається до об'єкту, який нагрівається. Полірована алюмінієва поверхня може відбивати до 95-97% теплового потоку. Очевидно, що частина теплового потоку від нагрівального елемента 1 попаде і на "холодну" сторону кабелю, але більша частина потоку буде спрямована на його "гарячу" сторону.

Таким чином конструкція кабелю, що заявляється забезпечує йому анізотропні випромінювальні властивості.

Джерела інформації:

1. Нагрівальні кабелі "Silicord" фірми OMERIN www.groupe-omerin.com/data_produits/pdf/ODP_CVFRFR_FR.PDF.

2. Резистивні кабелі Tash Фінської компанії Ensto www.ensto.ru/index/home_electrification/electricalheating.html

3. Нагрівальні кабелі EasyCable фірми Nelson Easyheat, США, www.teplypol.ru/easycable.html

4. Патент США US5641421 Amorphous metallic alloy electrical heater systems.

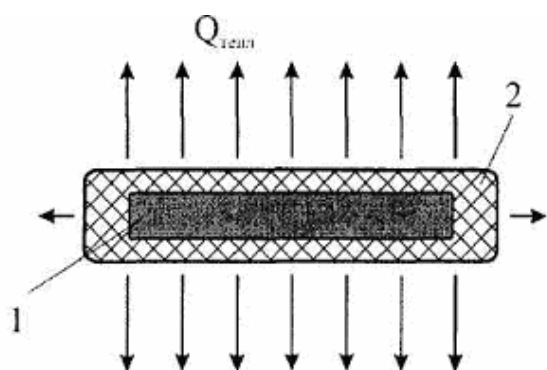


Fig. 1a

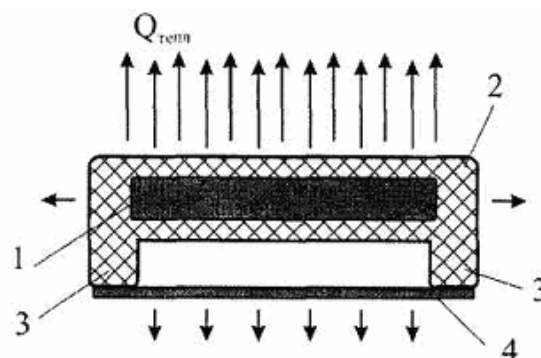


Fig. 1б

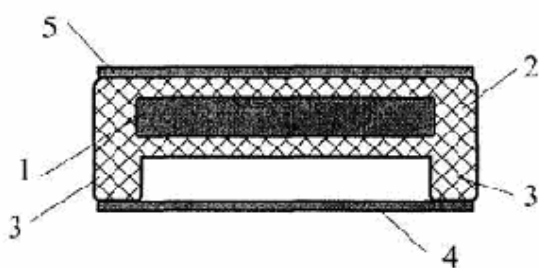


Fig. 2a

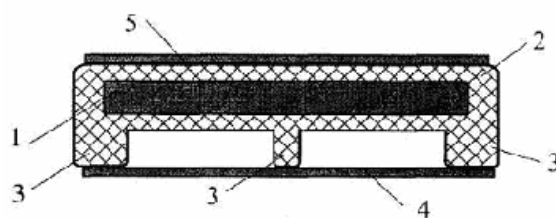


Fig. 2б

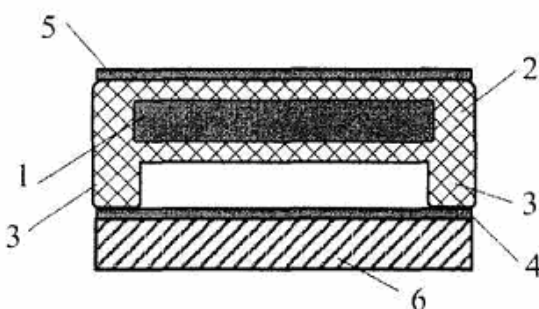


Fig. 3

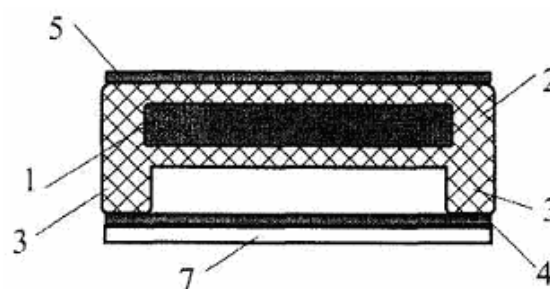


Fig. 4

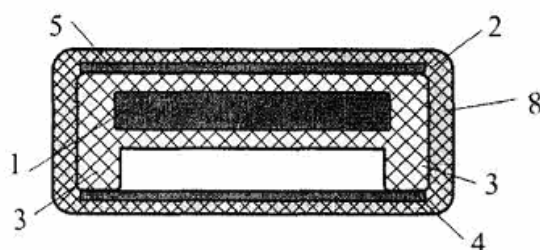


Fig. 5