



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **106540**

(13) **U**

(51) МПК

**G21F 1/12** (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2015 11380**

(22) Дата подання заявки: **18.11.2015**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **25.04.2016**

(46) Публікація відомостей **25.04.2016, Бюл.№ 8**  
про видачу патенту:

(72) Винахідник(и):

(73) Власник(и):

**ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
"КОНСТРУКТОРСЬКЕ БЮРО "ПІВДЕННЕ"  
ІМ. М.К. ЯНГЕЛЯ",  
вул. Криворізька, 3, м. Дніпропетровськ,  
49008 (UA)**

## (54) КОНСТРУКЦІЙНИЙ ВУГЛЕПЛАСТИК

### (57) Реферат:

Конструкційний вуглепластик складається з тришарового матеріалу. При цьому матеріал першого шару має низьке відношення атомного номера до атомної маси, другий шар - високе відношення атомного номера до атомної маси і третій шар - низьке відношення атомного номера до атомної маси. Другий шар виконаний у вигляді неметалевої матриці з рівномірно розподіленою в ній дискретною фазою з вольфраму з високим відношенням атомного номера до атомної маси.

**UA 106540 U**



Конструкційний вуглепластик належить до матеріалів, які екранують радіаційне випромінювання космосу, і призначений для виготовлення конструкцій КА, що забезпечують захист апаратури КА від впливу радіаційного випромінювання (РВ) на геостаціонарній орбіті, належить до галузі ракетно-космічної техніки.

Відомі [1] вуглепластики тришарової структури для екранування апаратури від радіації на різних орбітах з зовнішнім шаром із елементів з низьким відношенням атомного номера до атомної маси ( $Z/A$ ), послаблюючим електронне і протонне випромінювання, та центральним шаром із танталу - матеріалу з високим відношенням атомного номера до атомної маси ( $Z^2/A$ ) для ослаблення гальмівного випромінювання.

Конструкція вуглепластика, де комбінуються елементи з високим і низьким атомним номером найбільш ефективна для захисту від радіаційного випромінювання космосу. Така конструкція забезпечує зниження ваги КА на 25 %, у порівнянні з алюмінієм на орбітах, де превалює електронне випромінювання. Кращі результати отримані при використанні середнього шару із вольфраму [2]. Основним недоліком таких конструкцій є розшарування матеріалу при термоциклюванні на орбіті із-за великої різниці коефіцієнтів лінійного термічного розширення шарів, тобто зниження надійності виробу.

Найближчим аналогом по технічній суті є вуглепластик, який забезпечує екранування апаратури космічного апарата на орбіті від випромінювання електронів та протонів [3]. Перший шар виготовлено з матеріалів з низьким відношенням  $Z/A$  - композит на основі тканини або волокна з неметалевою матрицею - і послаблює випромінювання електронів та протонів. Другий шар виготовлено з матеріалів з високим відношенням  $Z^2/A$  - композит, на який нанесений будь-яким методом матеріал з високим відношенням атомного номера до атомної маси ( $Z^2/A$ ) або металеві фольги - і послаблює гальмівне випромінювання, що випускається електронами при розсіюванні. Третій шар виготовлений із матеріалів з низьким відношенням  $Z/A$  - композит на основі тканини або волокна з неметалевою матрицею - і послаблює фотоелектрони другого шару, які вилітають з речовини під впливом електромагнітного випромінювання, а також електрони та протони, які пройшли через 1 і 2 шари. Шари захисної конструкції мають близьке теплове розширення, що мінімізує внутрішні напруження в матеріалі.

Недоліком даного вуглепластику є недостатня надійність із-за різних коефіцієнтів теплового розширення шарів (КЛТР), так як при експлуатації на орбіті декілька разів на добу відбуваються циклічні змінення температур в діапазоні мінус 150 - плюс 150 °С. В даних умовах навіть незначна різниця у величині КЛТР призводить з часом до руйнування матеріалу, тобто до зниження надійності конструкції.

Задачею заявленої корисної моделі є підвищення надійності вуглепластикових конструкцій РКТ, екрануючих радіаційне випромінювання космосу, за рахунок виконання їх з тришарового композиційного матеріалу з однаковим коефіцієнтом лінійного розширення у всіх шарах.

Дана задача вирішується за рахунок введення середнього шару у вигляді неметалевої матриці з рівномірною розподіленою в ній дискретною фазою з високим відношенням  $Z^2/A$  із вольфрамового порошку або сітки.

Сукупність відомих загальних ознак запропонованого конструкційного вуглепластику, який екранує радіаційне випромінювання космосу:

Перший шар виготовлений з матеріалів з низьким відношенням  $Z/A$  - композит на основі вуглетканини або вуглеволокна з неметалевою матрицею,

Другий шар виготовлений з матеріалів з високим відношенням  $Z^2/A$  і послаблює гальмівне випромінювання,

Третій шар виготовлений із матеріалів з низьким відношенням  $Z/A$  і послаблює фотоелектрони другого шару, а також електрони та протони, які пройшли через 1 і 2 шари - композит на основі вуглетканини або вуглеволокна з неметалевою матрицею.

Та нових ознак:

другий шар виконаний у вигляді неметалевої матриці з рівномірно розподіленою в ній дискретною фазою з високим відношенням атомного номера до атомної маси,

дискретна фаза впроваджується у вигляді вольфрамового порошку в зв'язуюче.

Конструкційний вуглепластик дозволяє:

забезпечити однаковий КЛТР у всіх шарах вуглепластика та виключити внутрішнє напруження в матеріалі, виникаюче при використанні важких металів у вигляді неперервної фази (фольги) і підвищити надійність вуглепластикових конструкцій, які працюють в умовах циклічного змінення температур,

забезпечити рівень екранування РВ не нижче, ніж при використанні фольги з важких металів з однаковою масою.

Це дало можливість створити конструкційний вуглепластик, який екранує радіаційне випромінювання космосу від 2,5 до 10,4 разів ефективніше, ніж алюміній, та має однаковий коефіцієнт лінійного термічного розширення усіх шарів, що знижує внутрішнє напруження в матеріалі при термоциклюванні і підвищує його надійність. Використання пропонованого конструкційного вуглепластика, який екранує радіаційне випромінювання космосу, дозволяє отримати новий технічний результат: зниження маси космічного апарата шляхом заміни традиційних алюмінієвих конструкцій на екрануючий радіаційне випромінювання конструкційний вуглепластик.

Експерименти показали, що при опромінюванні електронами з енергіями 2-6 Мев, розроблений вуглепластик показав кращу ефективність від 2,5 до 10,4 разів, ніж алюміній, при цьому ефективність екранування електронного випромінювання залежить тільки від поверхневої щільності вольфрамового наповнювача, і не залежить від його дисперсності і виду (дискретні частки, сітка, фольга).

Розроблений конструкційний вуглепластик, який екранує радіаційне випромінювання, ефективний для космічних апаратів, які експлуатуються на геостационарній орбіті, тому що тут основний внесок (майже 100 %) в дозу випромінювання вносять електрони.

Таким чином, отримано конструкційний вуглепластик, який екранує радіаційне випромінювання космосу на геостационарній орбіті в 2,5-10,4 разів ефективніше ніж алюміній, що підтверджується експериментальними даними. При цьому отриманий конструкційний вуглепластик має однаковий коефіцієнт термічного розширення у всьому об'ємі матеріалу, що дозволяє виключити внутрішнє напруження в матеріалі та підвищити надійність конструкції. Новий конструкційний вуглепластик, який екранує радіаційне випромінювання космосу, має меншу питому вагу, ніж алюмінієві сплави, які традиційно використовуються в конструкціях КА, що забезпечує зниження маси космічного апарату.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Конструкційний вуглепластик, який складається з тришарового матеріалу, при цьому матеріал першого шару має низьке відношення атомного номера до атомної маси, другий шар - високе відношення атомного номера до атомної маси і третій шар - низьке відношення атомного номера до атомної маси, який **відрізняється** тим, що другий шар виконаний у вигляді неметалевої матриці з рівномірно розподіленою в ній дискретною фазою з вольфраму з високим відношенням атомного номера до атомної маси.

---

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

---

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

---

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