



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **91891**

(13) **U**

(51) МПК

B64G 1/58 (2006.01)

B64C 1/38 (2006.01)

B64C 3/36 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2013 13658**

(22) Дата подання заявки: **25.11.2013**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **25.07.2014**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **25.07.2014, Бюл.№ 14**

(72) Винахідник(и):

**Потапов Олександр Михайлович (UA),
Шевцов Євген Іванович (UA),
Тихий Віктор Григорович (UA),
Гусарова Ірина Олександрівна (UA),
Скороход Валерій Володимирович (UA),
Фролов Геннадій Олександрович (UA),
Солнцев Віктор Петрович (UA)**

(73) Власник(и):

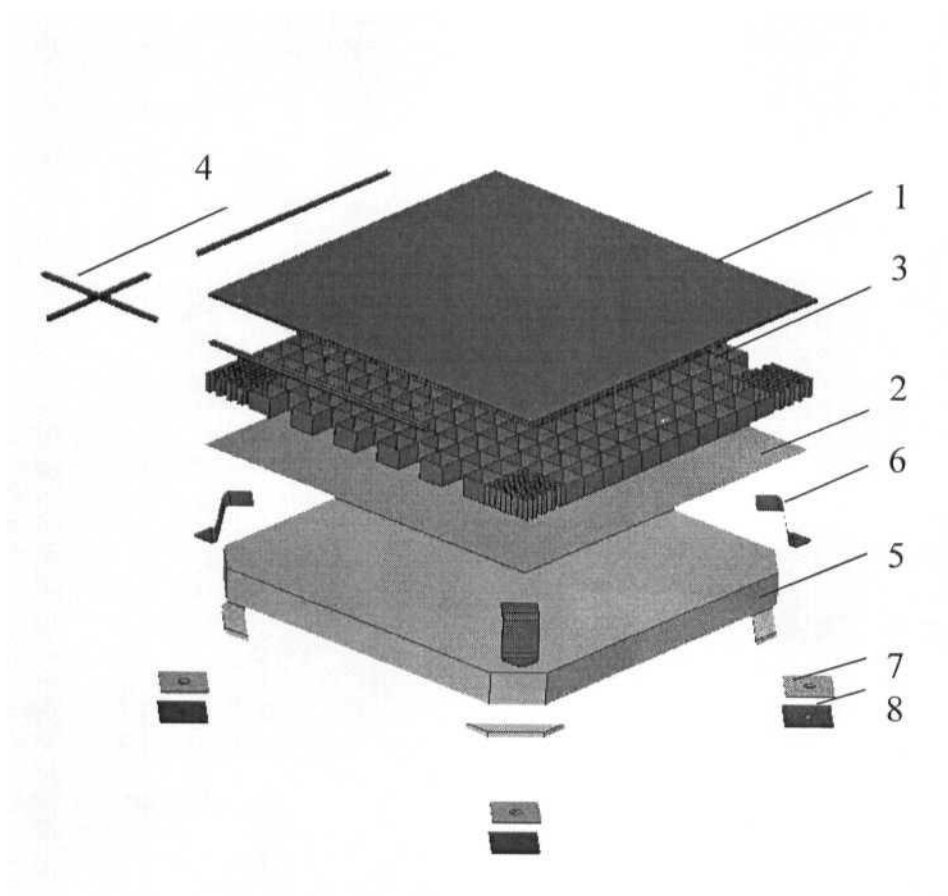
**ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"КОНСТРУКТОРСЬКЕ БЮРО "ПІВДЕННЕ"
ІМ. М.К. ЯНГЕЛЯ",
вул. Криворізька, 3, м. Дніпропетровськ,
49008 (UA)**

(54) БАГАТОШАРОВА ТЕПЛОЗАХИСНА СИСТЕМА БАГАТОРАЗОВОГО КОСМІЧНОГО АПАРАТА

(57) Реферат:

Багатошарова теплозахисна система багаторазового космічного апарата складається із зовнішньої металевої структури, теплоізоляційного шару з волокнистого матеріалу низької щільності та системи кріплення до силового набору несучої обшивки космічного апарата. Зовнішня металева структура виконана з жаростійкого сплаву, на зовнішній обшивці якого виконані "U"-подібні виштамповки, металеві стійки системи кріплення виконані "Z"-подібними і прикріплені до корпусу багаторазового космічного апарата через термомости, при цьому під зовнішньою металевою структурою прикріплена теплоізоляція, виконана із блоків на основі кварцових волокон, укладених щільно один до одного.

UA 91891 U



Багатошарова теплозахисна система (надалі БТС) для багаторазових космічних апаратів (КА), які повертаються, належить до галузі космічної техніки і призначена для захисту несучої конструкції КА, які повертаються, від зовнішніх діючих факторів, та забезпечення заданих температурних режимів конструкції при виведенні багаторазових КА на орбіту, космічному польоті та сході з орбіти, ширяння в атмосфері та посадці.

Відомі системи теплозахисту багаторазових аерокосмічних апаратів - книга Гофина М.Я. "Жаростойкие и теплозащитные конструкции многоразовых аэрокосмических аппаратов". - М., 2003. - С.103,. Перші космічні кораблі-літаки, які були повернені, СПЕЙС ШАТТЛ і БУРАН були оснащені плитковими теплозахисними конструкціями з неметалевих матеріалів. Недоліком керамічних плиток є їхня надзвичайна крихкість і низька міцність, а також незручності наземного обслуговування та проведення ремонтних робіт. Нероз'ємне з'єднання плиткового теплозахисту затрудняє не тільки контроль якості їх установки, але й створює певні проблеми при заміні і ремонтних роботах.

При проектуванні орбітального корабля ГЕРМЕС розроблене знімне плиткове теплозахисне покриття у вигляді металевої багатошарової панелі із внутрішнім пакетом багатошарової ізоляції для температур вище 700 °С. Внутрішня ізоляція складається із легкої фольги з високою відбивною здатністю, розділена шарами керамічного волокна низької щільності.

Інша панель металевого теплозахисту - це багатошаровий пакет, який складається з декількох шарів фольги із вафельним тисненням (решітка 20 × 20 мм, товщиною від 30 до 70 мкм, які були дифузійно з'єднані в перехрестях решіток) - книга Гофина М.Я. "Жаростойкие и теплозащитные конструкции многоразовых аэрокосмических аппаратов". - М., 2003. - С. 104,.

Ці системи не витримують багаторазового впливу високих температур через їхню негерметичність внаслідок наявності зазорів між плитками. Необхідний рівень випромінювальної здатності металевої фольги забезпечується нанесенням покриттів. Проте в умовах різкої зміни температур покриття руйнується, що неминуче веде до погіршення експлуатаційних характеристик виробу.

Існує багатошаровий теплозахист, розроблений для багаторазового носія Х-33, здатний витримувати навантаження аеродинамічного тиску та забезпечувати теплозахист корабля - книга Гофина М.Я. "Жаростойкие и теплозащитные конструкции многоразовых аэрокосмических аппаратов". - М., 2003. - С. 220. Ця конструкція є найбільш близькою по технічній суті до заявленої БТС і складається із стільникових типу сандвіч ромбоподібних металевих панелей теплозахисного екрана з волоконною ізоляцією, яка загорнута у фольгу та прикріплена до внутрішньої сторони панелей теплозахисного екрана. Для забезпечення функції несучої обшивки КЛ між панелями створені ущільнення метал - метал.

Ця БТС не здатна витримувати тривалі польоти, так як має декілька істотних недоліків. Недоліком цих систем теплозахисту є необхідність герметизації зазорів між пакетами волокнистої теплоізоляції. Теплове випромінювання проникає у середину між пакетами волокнистої теплоізоляції, яка запечатувалася у фольгу Inconel, і розташовувалась під кожною металевою плиткою, залишаючи зазори.

Інший недолік пов'язаний з необхідністю нанесення покриттів на поверхню для надання їй необхідного рівня випромінювальної здатності. Зовнішня поверхня панелей теплозахисту пофарбована термофарбою ПИРОМАРК 2500 для досягнення порівняно високої постійної випромінювальної здатності. При тривалій експлуатації в умовах різкої зміни температур фарба руйнується й відшаровується від підкладки, що неминуче веде до погіршення експлуатаційних характеристик виробу.

Задачею заявленого технічного рішення є підвищення надійності та стійкості до високих температур при багаторазовому використанні космічного апарата, який повертається, забезпечення зручності і простоти обслуговування між пусками.

Поставлена задача вирішується наступним чином:

1. Зовнішня металева структура виготовлена зі спеціального жаростійкого сплаву, що дозволяє значно підвищити надійність системи теплозахисту при її багаторазовому використанні за рахунок забезпечення необхідного рівня випромінювальної здатності без використання спеціальних покриттів.

2. Зовнішня поверхня виготовлена безперервною за рахунок з'єднання окремих панелей між собою за допомогою "U"-подібних виштамповок, які забезпечують пружну деформацію всієї зовнішньої поверхні, що дозволяє їй витримувати навантаження аеродинамічного тиску і в той же час залишатися досить пружною, щоб компенсувати теплові розширення конструкції.

Додаткова компенсація теплових розширень забезпечується тим, що як жорсткі кріпильні елементи використовуються плоскі пружні "Z"-подібні стійки, жорстко вмонтовані в корпус багаторазового космічного апарата через термомости.

3. Теплоізоляційні блоки на основі кварцових волокон, прикріплені під зовнішньою металевою структурою та укладені щільно один до одного, дозволяють виключити можливість проникнення теплового випромінювання всередину.

5 Сукупність відомих ознак запропонованої багатошарової теплозахисної системи багаторазового космічного апарата: зовнішня металева структура, теплоізоляційний шар з волокнистого матеріалу низької щільності та система кріплення до силового набору несучої обшивки космічного апарата.

І нових ознак:

10 зовнішня металева структура виконана із жаростійкого сплаву з необхідним рівнем випромінювальної здатності, на зовнішній обшивці якого виконані "U"-подібні, здатні пружно деформуватися, виштамповки, які забезпечують цілісність панелі, утворюючи безперервну зовнішню поверхню, і одночасно компенсують теплові розширення,

металеві стійки системи кріплення виконуються "Z"-подібними та кріпляться до корпусу багаторазового космічного апарата через термомости,

15 під зовнішньою металевою структурою прикріплена теплоізоляція, виконана із блоків на основі кварцових волокон, укладених щільно один до одного,

забезпечує отримання нового технічного результату: підвищення надійності та стійкості до високих температур при багаторазовому використанні космічного апарата, якій повертається, а також зручність і простоту обслуговування між пусками і при проведенні ремонтних робіт.

20 Для пояснення конструкції запропонованої БТС додається схема багатошарової теплозахисної системи багаторазового космічного апарата, де поз. 1-3 - зовнішня металева структура, виконана з жаростійкого сплаву, яка складається з верхньої поз. 1 і нижньої поз. 2 обшивок і стільникового заповнювача поз. 3. На зовнішній обшивці виконані "U"-подібні виштамповки поз. 4, які забезпечують цілісність панелі, утворюючи квадратні комірки, і
25 одночасно компенсують теплові розширення. Під зовнішньою металевою структурою прикріплена теплоізоляція, виконана із блоків на основі кварцових волокон поз. 5, укладених щільно один до одного. Металеві стійки системи кріплення поз. 6 виготовляються "Z"-подібними та кріпляться до корпусу багаторазового космічного апарата через термомости поз. 7-8.

30 Багатошарова теплозахисна система багаторазового космічного апарата працює наступним чином:

Зовнішня металева структура поз. 1-3 виконана зі спеціального жаростійкого сплаву, який забезпечує стійкість в окисному середовищі при надвисоких температурах і необхідний рівень випромінювальної здатності без використання спеціальних покриттів. Ступінь чорноти зовнішньої поверхні $\geq 0,8$, що забезпечує відведення тепла радіацією. При цьому на внутрішній
35 поверхні зовнішньої обшивки поз. 1 забезпечується низький коефіцієнт теплового випромінювання, а $\leq 0,1$, що мінімізує тепловий потік, який проникає у внутрішні шари ТЗС. Комбінація цих якостей дозволяє значно підвищити надійність системи теплозахисту при її багаторазовому використанні.

40 Усі теплозахисні панелі з'єднані між собою "U"-подібними виштамповками поз. 4, здатними пружно деформуватися, за рахунок чого вони:

утворюють безперервну зовнішню поверхню, здатну витримувати навантаження аеродинамічного тиску та забезпечувати стійкість до впливу аеродинамічного потоку з дощем, градом, піском, пилом і твердими частками ґрунту. Безперервна зовнішня поверхня БТС запобігає потраплянню вологи всередину.

45 при різкій зміні температури компенсують теплові розширення конструкції за рахунок пружної деформації "U"-подібних виштамповок поз. 4.

Додаткова компенсація теплових розширень забезпечується тим, що як жорсткі кріпильні елементи використовуються плоскі пружні "Z"-подібні стійки поз.6, жорстко вмонтовані в корпус багаторазового космічного апарата через термомости поз. 7-8. Компенсація теплових
50 розширень дозволяє мінімізувати виникаючі при різких змінах температур внутрішні напруження, що значно підвищує надійність запропонованої БТС.

Теплоізоляція, виконана із блоків на основі кварцових волокон, укладених щільно один до одного, що виключає наявність зазору між ними і проникнення теплових потоків до нижче
55 лежачих структур, за рахунок низького коефіцієнта теплопровідності запобігає прогріву несучої обшивки КА вище допустимих температур.

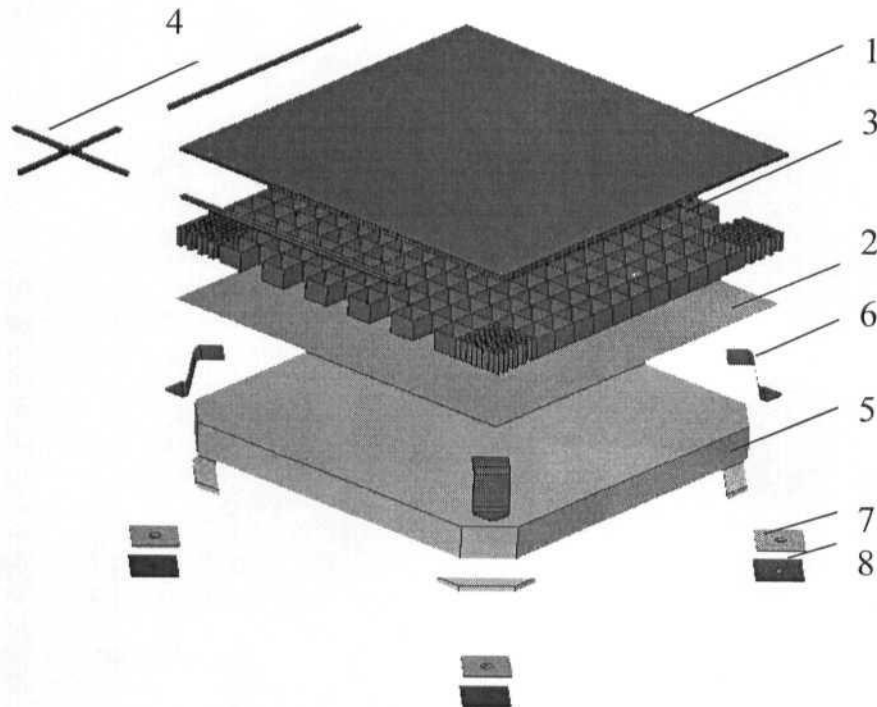
Зручність і простота обслуговування між пусками багатошарової теплозахисної системи, яка складається із зовнішньої металевої структури, досягається за рахунок застосування засобів автоматизації та механізації, що суттєво утруднене на існуючих керамічних теплоізоляційних структурах КА, які повертаються. Можливість демонтажу окремих фрагментів або панелей БТС

забезпечує, при необхідності, зручність проведення ремонтних робіт. Тому використання запропонованої БТС дозволяє значно скоротити строки міжпускового обслуговування.

- Таким чином, отриманий новий технічний результат: підвищення надійності і стійкості до високих температур при тривалому багаторазовому використанні космічних апаратів, які повертаються (температури до 1200 °С протягом 100 польотів), а також зручність і простота обслуговування між пусками.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 10 Багатошарова теплозахисна система багаторазового космічного апарата, яка складається із зовнішньої металевої структури, теплоізоляційного шару з волокнистого матеріалу низької щільності та системи кріплення до силового набору несучої обшивки космічного апарата. Зовнішня металева структура виконана з жаростійкого сплаву, на зовнішній обшивці якого виконані "U"-подібні виштамповки, металеві стійки системи кріплення виконані "Z"-подібними і
- 15 прикріплені до корпусу багаторазового космічного апарата через термомости, при цьому під зовнішньою металевою структурою прикріплена теплоізоляція, виконана із блоків на основі кварцових волокон, укладених щільно один до одного.



Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

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