



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 123023

(13) U

(51) МПК

B64G 1/58 (2006.01)

B64C 1/38 (2006.01)

B64C 3/36 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ****(21)** Номер заявки: **u 2017 07161****(22)** Дата подання заявки: **07.07.2017****(24)** Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **12.02.2018****(46)** Публікація відомостей  
про видачу патенту: **12.02.2018, Бюл.№ 3****(72)** Винахідник(и):

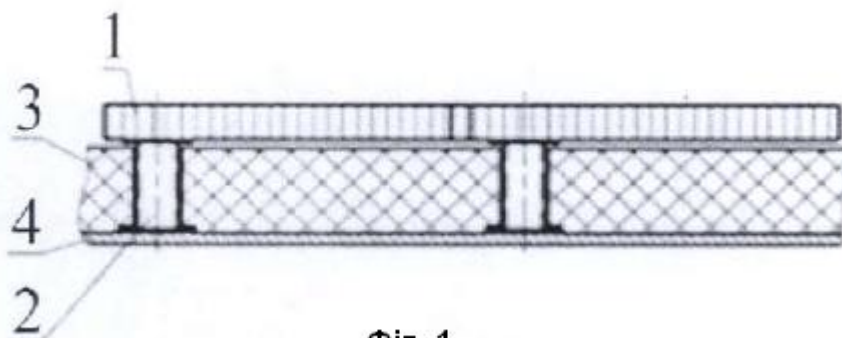
Потапов Олександр Михайлович (UA),  
Шевцов Євген Іванович (UA),  
Гусарова Ірина Олександрівна (UA),  
Онофриєнко Володимир Іванович (UA),  
Гусєв Вячеслав Васильович (UA),  
Дерев'янко Ігорь Ігорєвич (UA)

**(73)** Власник(и):

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

**(54) ТЕПЛОЗАХИСНА КОНСТРУКЦІЯ БАГАТОРАЗОВОГО КОСМІЧНОГО АПАРАТА****(57)** Реферат:

Теплозахисна конструкція багаторазового космічного апарата містить зовнішню металеву панель з кромками, що перекриваються, внутрішню теплоізоляцію низької щільності і систему кріплення до силового набору несучої обшивки космічного апарата. Зовнішня металевая панель жорстко закріплена на корпусі космічного апарата трубчастою опорою, установленою в одному з кутів кожної панелі теплозахисної конструкції, при цьому кожна панель оберта на дві протилежні опори кромки суміжних панелей.



Фіг. 1

UA 123023 U



Корисна модель, а саме теплозахисна конструкція (ТЗК) багаторазового космічного апарата (БКА) із зовнішньою металевою панеллю з кромками, що перекриваються, і внутрішньою теплоізоляцією належить до галузі космічної техніки і призначена для захисту несучої конструкції БКА, що повертається, від зовнішніх діючих факторів, та забезпечення заданих температурних режимів конструкції при виведенні БКА на орбіту, космічному польоті та сходженні з орбіти, пересуванні в атмосфері та посадці.

ТЗК БКА із зовнішньою металевою панеллю і внутрішньою теплоізоляцією здатні витримувати навантаження аеродинамічного тиску та забезпечувати теплозахист БКА. Вперше їх було розроблено для багаторазового носія Х-33 (прототип - книга Гофіна М.Я. "Жаростойкие и теплозащитные конструкции многоразовых аэрокосмических аппаратов", С. 220, Москва, 2003 р.). Ця конструкція складається із стільникових (типу "сендвіч") ромбовидних металевих панелей теплозахисного екрана з волоконною ізоляцією, яка загорнута у фольгу та прикріплена до внутрішньої сторони панелі теплозахисного екрана. Для забезпечення функції несучої обшивки БКА між панелями створені ущільнення метал-метал.

Найбільш близьким аналогом є конструкція ARMOR (Development of Advanced Metallic Thermal-Protection-System Prototype Hardware / M.L. Blosser, R.R. Chen, I.H. Schmidt и др. // Journal of space craft and rockets. - March-April 2004. - Vol. 41, No 2. - p. 183-194), що складається з окремих зовнішніх металевих панелей з кромками, що перекриваються, і внутрішньою теплоізоляцією. Зовнішні металеві панелі кріпляться до корпусу БКА чотирма опорами, по одній у кожному куті панелі.

Одним із недоліків існуючих ТЗК із зовнішньою металевою панеллю та внутрішньою теплоізоляцією є відсутність надійної системи кріплення до корпусу БКА. Проблема полягає в тому, що при нагріванні панелі до робочої температури 1100-1200 °С, відбувається збільшення її геометричних параметрів за рахунок теплового розширення матеріалів. При цьому опори повинні забезпечувати переміщення панелі при нагріванні. У всіх відомих ТЗК кріплення панелі до корпусу здійснюється за допомогою чотирьох опор, з яких принаймні три є рухомими. Опори забезпечують переміщення панелі при нагріванні за рахунок деформації або переміщення опор, однак при цьому в опорах і в кутах панелі виникають напруги, співмірні з межею міцності матеріалу, та при тривалій експлуатації відбувається пластична деформація або руйнування конструкції. Крім того система кріплення металевих панелей до корпусу БКА з чотирьох опор значно підвищує масу ТЗК.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення ТЗК до зменшення її маси та підвищення надійності при багаторазовому використанні БКА, який повертається.

Поставлена задача вирішується тим, що теплозахисна конструкція багаторазового космічного апарата, що містить зовнішню металеву панель з кромками, що перекриваються, внутрішню теплоізоляцію низької щільності і систему кріплення до силового набору несучої обшивки космічного апарата, згідно з корисною моделлю, зовнішня металева панель жорстко закріплена на корпусі космічного апарата трубчастою опорою, установленою в одному з кутів кожної панелі теплозахисної конструкції, при цьому кожна панель оберта на дві протилежні опорі кромки суміжних панелей.

Сукупність відомих ознак запропонованої ТЗК БКА: зовнішня металева панель з кромками, які перекриваються, і внутрішня теплоізоляція низької щільності.

Нові ознаки:

- кріплення кожної панелі до корпусу БКА здійснюється за допомогою єдиної жорстко закріпленої трубчастої опори в одному з кутів панелі. Така схема кріплення є більш простою і надійною та дозволяє знизити масу ТЗК за рахунок зменшення кількості опор;

- обпирання панелі відбувається не тільки на опору, але й на дві протилежні опорі кромки сусідніх панелей, що істотно знижує згинаюче навантаження на трубчасті опори та напруги в конструкції, як наслідок підвищує надійність ТЗК БКА.

Технічним результатом є зменшення маси ТЗК та підвищення її надійності при багаторазовому використанні БКА, який повертається.

Даний технічний результат досягається наступним чином:

Кріплення панелей до корпусу БКА здійснюється за допомогою єдиної жорстко закріпленої трубчастої опори в одному з кутів панелі, що приводить до зменшення маси БКА за рахунок зменшення кількості опор.

По двох сторонах панель рухомо спирається вільними кромками зовнішньої та внутрішньої обшивки панелі на суміжні панелі. Так як на корпусі БКА кожна окрема панель ТЗК спирається своїми двома вільними кромками на сусідні панелі, це істотно знижує згинаюче навантаження на трубчасті опори та напруги в конструкції.

Наявність лише однієї нерухомої опори, яка практично не схильна до загального вигину під дією зовнішніх навантажень (в тому числі температурних), простота кріплення нерухомої опори до корпусу БКА, а також відносно мала площа вирізів під зону розміщення кронштейнів в теплоізоляції забезпечує підвищення надійності конструкції.

5 Суть корисної моделі пояснюється кресленням, де: фіг. 1 - ТЗК МКА вигляд збоку, фіг. 2 - ТЗК МКА вигляд зверху, фіг. 3 - ТЗК МКА вигляд знизу, фіг. 4 - покомпонентне представлення тришарової металеві панелі ТЗК БКА.

10 ТЗК БКА містить: зовнішню тришарову металеву панель 1, жорстко закріплену трубчасту опору 2, внутрішню теплоізоляцію низької щільності 3, обшивку корпусу БКА 4, точку жорсткого кріплення трубчастої опори до зовнішньої металеві панелі 5, зону обпирання протилежних трубчастих опорі кромок панелі на суміжні панелі 6, зовнішню обшивку панелі 7, стільниковий заповнювач панелі 8, внутрішню обшивку панелі 9, зону кромок на зовнішній та внутрішній панелях (показана умовно) 10.

15 ТЗК БКА із зовнішньою металеві панеллю і однією трубчастою опорою працює наступним чином. Зовнішні металеві тришарові панелі поз. 1 виконані зі спеціального жаростійкого сплаву та збираються в єдину ТЗК з перекриттям кромок сусідніх панелей.

20 ТЗК з перекриттям верхніх кромок панелей виготовляють з двох типів панелей, що відрізняються виконанням зовнішньої обшивки. Частина зовнішньої обшивки панелі виконується з підштампуваннями, а частина з відбортками, які перекривають зазори між панелями, герметизуючи їх.

25 Кріплення панелі до трубчастої опори поз. 2, нерухомо закріпленої на корпусі БКА, здійснюється в одній кутовій точці панелі поз. 5. По двох сторонах панель рухомо спирається вільними кромками зовнішньої та внутрішньої обшивок панелі на суміжні панелі поз. 6. Так як на корпусі БКА поз. 4 кожна окрема панель спирається своїми двома вільними кромками на суміжні панелі, це істотно знижує згинаюче навантаження на трубчасті опори та напруги в конструкції БКА.

30 Внутрішня теплоізоляція, виконана з блоків на основі кварцових волокон, укладених впритул один до одного, за рахунок низького коефіцієнту теплопровідності попереджує прогрів несучої обшивки БКА вище допустимих температур. Для установки трубчастої опори в теплоізоляції робляться спеціальні вирізи. При встановленні однієї нерухомої опори для установки кожної панелі виконується тільки один виріз (замість 4-х, як у прототипі), при цьому зазори для переміщення опори при розширенні зовнішньої металеві панелі виключаються, так як опора нерухомо, що виключає проникнення теплових потоків до нижнього рівня структур та підвищує надійність конструкції БКА.

35 Перевагою даної ТЗК є наявність лише однієї точки кріплення панелі до кронштейна та до корпусу БКА, простота кріплення нерухомої трубчастої опори до корпусу БКА, а також відносно мала площа вирізів під зону розміщення трубчастої опори у внутрішній теплоізоляції ТЗК. Наявність лише однієї трубчастої опори дозволяє мінімізувати масу ТЗК. Крім того, трубчата опора практично не схильна до загального вигину під дією зовнішніх навантажень (в тому числі температурних).

Робота пропонованої ТЗК БКА здійснюється з наступними параметрами конструкційних елементів з порошкового сплаву на основі ніхрому з 3 % алюмінію, що має межу міцності при розтягу  $\sigma_B=1020$  МПа і межу текучості  $\sigma_{0,2}=720$  МПа:

- ширина зовнішньої та внутрішньої обшивок панелі - 150 мм;
- 45 - довжина зовнішньої та внутрішньої обшивок панелі - 150 мм;
- товщина стільникового заповнювача панелі - 15 мм;
- висота панелі - 50 мм;
- товщини: зовнішньої обшивки панелі - 0,5 мм, внутрішньої обшивки панелі - 0,3 мм, сотового заповнювача панелі - 0,05 мм, трубчастої опори з  $\varnothing$  40 мм - 1 мм.

50 Для підтвердження надійності ТЗК з однією трубчастою опорою з кромками, що перекриваються, проведено аналіз її напружено-деформованого стану при навантаженні максимальним робочим тиском 0,065 МПа.

55 Проведені дослідження підтвердили надійність при роботі в умовах максимального робочого тиску (0,065 МПа) панелі ТЗК з кромками, що перекриваються, на одній трубчастій опорі і принципову можливість створення на їх основі ТЗК БКА.

60 Таким чином використання корисної моделі дозволяє зменшити масу ТЗК та підвищити її надійність при багаторазовому використанні БКА, який повертається. Зменшення маси ТЗК відбувається за рахунок зменшення кількості опор. Наявність лише однієї нерухомої трубчастої опори, яка практично не схильна до загального вигину під дією зовнішніх навантажень (в тому числі температурних), простота кріплення нерухомої опори до корпусу БКА, а також відносно

мала площа вирізів під зону розміщення трубчастої опори у внутрішній теплоізоляції ТЗК забезпечує підвищення надійності при багаторазовому використанні БКА.

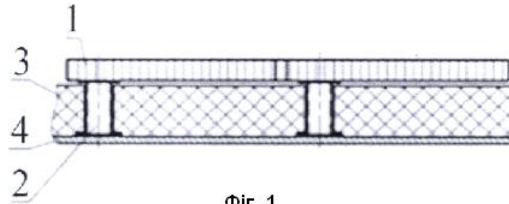
# ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

5

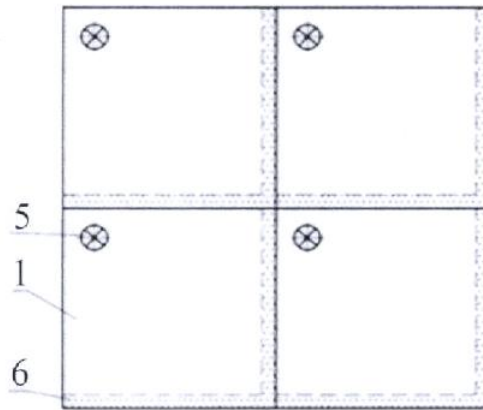
Теплозахисна конструкція багаторазового космічного апарата, що містить зовнішню металеву панель з кромками, що перекриваються, внутрішню теплоізоляцію низької щільності і систему кріплення до силового набору несучої обшивки космічного апарата, яка **відрізняється** тим, що зовнішня металеві панель жорстко закріплена на корпусі космічного апарата трубчастою опорою, установленою в одному з кутів кожної панелі теплозахисної конструкції, при цьому

10

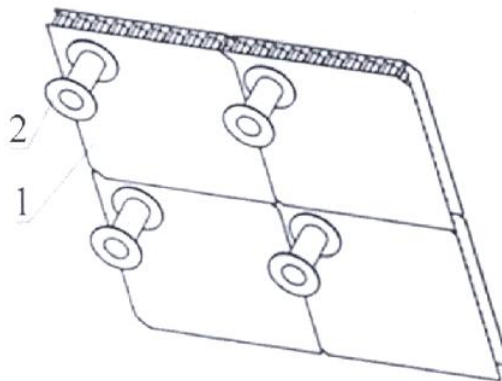
кожна панель обперта на дві протилежні опори кромки суміжних панелей.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

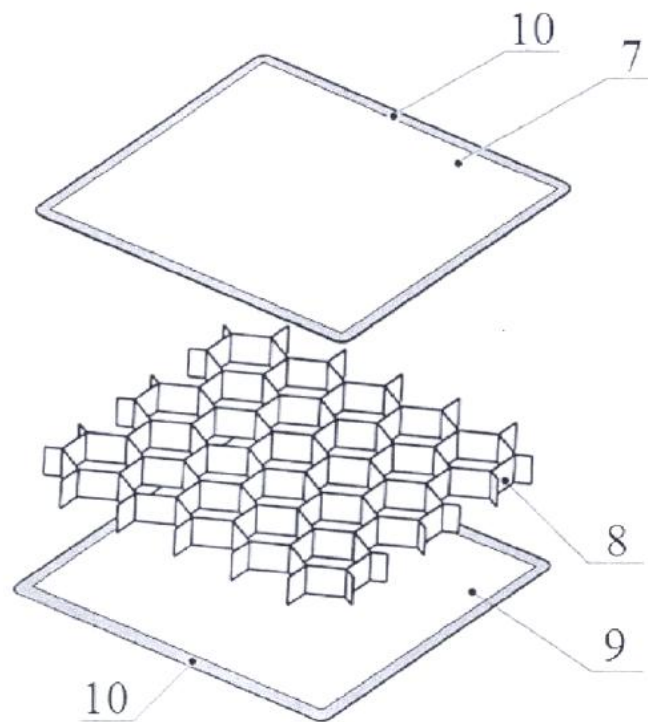


Fig. 4

---

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

---

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

---

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