



УКРАЇНА

(19) UA (11) 84001 (13) C2
(51) МПК (2006)
F02K 9/96 (2006.01)
F02K 9/32 (2008.01)
F16M 11/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ТА СТЕНД ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ РАКЕТНОГО ДВИГУНА З ВІЛЬНО ВКЛАДЕНИМ ЗАРЯДОМ ТВЕРДОГО ПАЛИВА ТА З СОПЛОМ, РОЗТАШОВАНИМ ПІД КУТОМ ДО ОСІ КОРПУСУ ДВИГУНА

1

(21) а200506156

(22) 21.06.2005

(24) 10.09.2008

(46) 10.09.2008, Бюл.№ 17, 2008 р.

(72) БЕЗКРОВНИЙ ІВАН БОРИСОВИЧ, UA, КИРИЧЕНКО АНАТОЛІЙ СЕМЕНОВИЧ, UA, БАЛІЦЬКИЙ ІВАН ПЕТРОВИЧ, UA, КОРОЛЬОВ ВОЛОДИМИР ГЕОРГІЙОВИЧ, UA, МІКУЛЯК МИХАЙЛО ВІКТОРОВИЧ, UA, ХАРЧЕНКО ВОЛОДИМИР МИКОЛАЙОВИЧ, UA

(73) ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО "КОНСТРУКТОРСЬКЕ БЮРО "ПІВДЕННЕ" ІМ. М.К. ЯНГЕЛЯ", UA

(56) Конструкция и отработка РДТТ / Под ред. А. М. Веницкого. -М.: Машиностроение, 1980. - С. 98-107.

RU 2135976, 27.08.1999

RU 2133457, 20.07.1999

(57) 1. Спосіб випробування ракетного двигуна з вільно вкладеним в нього зарядом твердого палива та з соплом, розташованим під кутом до осі корпусу двигуна, відповідно з яким ракетний двигун встановлюють на стенді для випробування, з

2

горизонтальним розміщенням осі сопла, закріплюють його та запускають, який відрізняється тим, що перед запуском двигун розвертають у вертикальну площину соплом вверх, струшують і повертають у вихідне положення передньою опорою донизу.

2. Стенд для випробування ракетного двигуна з вільно вкладеним в нього зарядом твердого палива та з соплом, розташованим під кутом до осі корпусу двигуна, що складається з горизонтальної рухомої платформи та встановленого на ній кронштейна для закріплення ракетного двигуна, який відрізняється тим, що кронштейн встановлений на горизонтальній рухомій платформі шарнірно, з двома можливими положеннями, в одному з яких кронштейн забезпечує фіксоване розміщення осі сопла – горизонтально, а в іншому – розміщення осей сопла та корпусу двигуна у вертикальній площині соплом вверх, при цьому в останньому положенні кронштейн має можливість коливання в межах виконаного в горизонтальній рухомій платформі паза.

Винахід відноситься до способів випробування ракетних двигунів на твердому паливі, а більш конкретно до способів випробування малогабаритних ракетних двигунів з вільно вкладеним зарядом твердого палива та з соплом, розташованим під кутом до осі корпусу і може бути використаний в сферах ракетобудування та авіабудування.

Широко відомі способи випробування ракетних двигунів на твердому паливі (РДТП), які використовуються в світовому ракетобудуванні, описані в книзі "Конструкция и отработка РДТТ" за редакцією А.М. Веницкого, видавництво "Машиностроение", 1980 рік (сторінки 98-101). Це горизонтальний, вертикальний та похилий способи випробування ракетних двигунів в залежності від того, як зорієнтовані корпуси двигунів відносно поверхні землі.

Вертикальний та похилий способи випробування ракетних двигунів імітують в більшій ступені

умови розміщення ракетних двигунів при випробуванні відповідно до умов розміщення їх при польоті ракети, але тому, що при вертикальних та похилих способах випробування має вплив маси двигуна на вимір його тяги, ці способи найменш поширені при випробуванні.

Найбільшу перевагу надають горизонтальному способу випробування ракетних двигунів. При його використанні виключається вплив маси двигуна на вимір тяги. Відповідно результати випробувань отримують найбільш достовірними.

Недоліком горизонтального способу випробування є те, що умови розміщення двигунів при випробуванні не завжди відповідають умовам розміщення двигунів при польоті ракети (натурним умовам розміщення).

Широко відомі стенди для здійснення горизонтального, вертикального та похилого способів випробування ракетних двигунів на твердому паливі,

(13) C2

(11) 84001

(19) UA

які використовуються в світовому ракетобудуванні, описані в книзі "Конструкция и отработка РДТТ" за редакцією А.М. Виницкого, видавництво "Машиностроение", 1980 рік (сторінки 101-107).

Ці стенди складаються з рухомої платформи та різного виду кронштейнів кріплення випробувального двигуна.

Недоліком вертикальних та похилих стендів є те, що вони дуже не зручні при використанні і при випробуванні на них двигунів має місце вплив маси двигуна на вимір тяги.

Горизонтальні стенди найбільш прості і надійні, але умови розташування двигунів на них при випробуванні не завжди відповідають умовам розміщення двигунів на ракеті при її польоті.

З усіх способів випробування ракетних двигунів на твердому паливі найбільш близьким по технічній суті до запропонованого способу є, вибраний у якості прототипу, горизонтальний спосіб випробування ракетних двигунів, описаний в книзі "Конструкция и отработка РДТТ" за редакцією А.М. Виницкого, видавництво "Машиностроение", 1980 рік (сторінки 98-101), відповідно з яким вісь сопла ракетного двигуна розміщують на стенді для випробування горизонтально (для забезпечення виміру тяги при випробуванні), закріплюють ракетний двигун і запускають.

З усіх стендів для випробування ракетних двигунів на твердому паливі найбільш близьким по технічній суті до запропонованого стенду є, вибраний у якості прототипу, горизонтальний стенд для випробування ракетних двигунів, описаний в книзі "Конструкция и отработка РДТТ" за редакцією А.М. Виницкого, видавництво "Машиностроение", 1980 рік (сторінки 101-107).

Цей стенд складається з горизонтальної рухомої платформи, кронштейна кріплення двигуна з розташуванням осі сопла в горизонтальній площині.

Основним недоліком прототипів способу та стенду для випробування ракетного двигуна на твердому паливі, незважаючи на їх високі експлуатаційні показники (простота, надійність), є те, що при випробуванні ракетного двигуна з вільно вкладеним зарядом твердого палива, що складається з шашок, та з соплом, розташованим під кутом до осі корпусу, не створюються умови розміщення двигуна на стенді такі, що забезпечують гарантоване знаходження шашок своїми торцями на передній опорі корпусу двигуна, а це не дозволяє достовірно підтвердити працездатність шашок.

В існуючих та заново розроблюваних ракетах застосовується для різного призначення багато допоміжних малогабаритних ракетних двигунів з вільно вкладеним зарядом твердого палива, що складається з шашок, та з соплом, розташованим під кутом до осі корпусу. В цих двигунах шашки вільно розташовані в середині корпусу між сопловою решіткою та передньою опорою з гарантованим зазором (це робиться тому, що коефіцієнт лінійного розширення шашок приблизно на порядок більший ніж у металевих або склопластикових корпусу).

При випробуванні таких двигунів потрібно чітко відтворювати умови розміщення двигунів на стенді

відповідно до умов розміщення цих двигунів в ракеті під час її польоту (натурні умови розміщення). Це потрібно тому, що такі двигуни, виконуючі допоміжні функції в ракеті, запускаються в процесі польоту ракети. При цьому двигуни розташовані в ракеті так, що шашки завжди одним своїм торцем знаходяться на передній опорі (передній частині корпусу), а гарантований зазор знаходиться між сопловою решіткою та другим торцем шашки. В момент запуску такого двигуна від дії запального пристрою двигуна (який знаходиться в передній частині корпусу двигуна) шашки переміщуються з великою швидкістю в бік соплової решітки та б'ються об неї. Якраз ці умови для підтвердження працездатності шашок і двигуна в цілому і потрібно відтворити на стенді при випробуванні таких двигунів.

Тобто при випробуванні ракетного двигуна з вільно вкладеним зарядом твердого палива, що складається з шашок, та з соплом, розташованим під кутом до осі корпусу для підтвердження працездатності шашок і двигуна в цілому на стенді шашки завжди повинні одними своїми торцями знаходитись на передній опорі, а гарантований зазор повинен знаходитись між сопловою решіткою та другими торцями шашок.

Але ці умови не відтворюються при використанні способу та стенду (прототипів) для випробування таких ракетних двигунів тому, що шашки вільно розташовані в середині корпусу. А якщо так, то вони і займають довільне положення в ньому.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення способу випробування ракетного двигуна з вільно вкладеним в нього зарядом твердого палива, що складається з шашок, та з соплом, розташованим під кутом до осі корпусу, та стенду для його здійснення з метою більш достовірного підтвердження працездатності (відпрацьованості) шашок і двигуна в цілому при випробуванні за рахунок відтворення умов розміщення двигуна на стенді таких, що дозволяють забезпечити гарантоване знаходження шашок своїми торцями на передній опорі корпусу двигуна.

Задача удосконалення способу випробування ракетного двигуна з вільно вкладеним в нього зарядом твердого палива, що складається з шашок, та з соплом, розташованим під кутом до осі корпусу двигуна вирішується тим, що у відомому способі при якому ракетний двигун встановлюють на стенді для випробування, з горизонтальним розміщенням осі сопла, закріплюють його та запускають, відповідно до винаходу, перед запуском двигун розвертають у вертикальну площину соплом вверх, струшують і повертають у вихідне положення передньою опорою до низу.

Задача удосконалення стенду для здійснення способу випробування ракетного двигуна з вільно вкладеним в нього зарядом твердого палива, що складається з шашок, та з соплом, розташованим під кутом до осі корпусу двигуна вирішується тим, що у відомому стенді, який складається з горизонтальної рухомої платформи та встановленого на ній кронштейна для закріплення ракетного двигуна, відповідно до винаходу, кронштейн встановлений

на горизонтальній рухомій платформі шарнірно, з двома можливими положеннями, в одному з яких кронштейн забезпечує фіксоване розміщення осі сопла горизонтально, а в іншому - розміщення осей сопла та корпусу двигуна в вертикальній площині соплом вгору, при цьому в останньому положенні кронштейн має змогу коливання в межах виконаного в горизонтальній рухомій платформі паза.

Для доказу причинно-наслідкового зв'язку між ознаками винаходу і очікуваним технічним результатом заявник відмічає наступне.

Можливість більш достовірного підтвердження працездатності (відпрацювання) шашок і двигуна в цілому при випробуванні забезпечується за рахунок відтворення умов розміщення двигуна на стенді відповідно до умов, що дозволяють забезпечити гарантоване знаходження шашок своїми торцями на передній опорі двигуна.

При випробуванні на стенді двигуна ставиться завдання, крім підтвердження внутрібалістичних характеристик двигуна, також і підтвердження працездатності (відпрацюваності) кожного вузла двигуна в тому числі і шашок.

Особливу увагу приділяють підтвердженню працездатності шашок, вільно розташованих в середині корпусу між сопловою решіткою та передньою опорою з гарантованим зазором, виготовлених з балістичних порохів.

Фізико-механічні характеристики (міцність при стисканні. Ударна в'язкість тощо) таких шашок дуже змінюються зі зміною температури. (Так зниження температури шашок до 223°K (-50°С) приводить до підвищення її крижості у 4...5 разів.) Особливо механічна міцність шашок з балістичних порохів залежить від швидкості навантаження (удару) шашок. Чим більша швидкість навантаження, тим більше проявляється крижкість шашок і можливість появи тріщин (мікро тріщин) в шашках, навіть не залежно від температури шашок.

Тому важливо для більш достовірного підтвердження працездатності (відпрацюваності) шашок і двигуна в цілому потрібно, щоб при випробуванні двигуна відтворювалися умови розміщення (стан) двигуна на стенді однакові з умовами розміщення (стану) двигуна при польоті ракети. Тобто шашки повинні гарантовано знаходитись своїми торцями на передній опорі корпусу двигуна. Тоді при випробуванні двигуна на горизонтальному стенді повністю імітуються умови його запуску. Тобто при випробуванні двигуна підтвердження працездатності шашок проводиться у повному обсязі їх навантажень.

Для того, щоб перед випробуванням на стенді шашки знаходились своїми торцями на передній опорі корпусу двигуна їх треба туди опустити, а для цього корпус двигуна розвертають вертикально передньою опорою до низу і, щоб шашки гарантовано опустились - струшують (для виключення сил тертя між шашками та між шашками та теплозахисним покриттям корпусу діють на корпус імпульсом сили), а потім розміщують корпус двигуна на стенді похило-передньою опорою до низу (для зберігання положення шашок своїми торцями на передній опорі після струшування двигуна).

Кількісне значення імпульсу сили і періодичність його дії на корпус двигуна залежить від конструкції двигуна і визначається експериментально.

Тобто спосіб випробування ракетного двигуна, коли перед запуском двигун розвертають у вертикальну площину соплом вгору, струшують і повертають у вихідне положення передньою опорою до низу дозволяє відтворити умови розміщення (стан) двигуна на стенді відповідно до умов розміщення двигуна (стану) в ракеті під час її польоту і тим самим забезпечити гарантоване знаходження шашок своїми торцями на передній опорі корпусу двигуна перед його запуском з метою більш достовірного підтвердження працездатності (відпрацюваності) шашок і двигуна в цілому.

Здійснення способу випробування ракетного двигуна з вільно вкладеним в нього зарядом твердого палива, що складається з шашок, та з соплом, розташованим під кутом до осі корпусу двигуна вирішується тим, що кронштейн встановлений горизонтальній рухомій платформі шарнірно, з двома можливими положеннями, в одному з яких кронштейн забезпечує фіксоване розміщення осі сопла - горизонтально, а в іншому - розміщення сопла та корпусу двигуна в вертикальній площині соплом вгору, при цьому в останньому положенні кронштейн має змогу коливання в межах виконаного в горизонтальній рухомій платформі паза.

Тобто кронштейн шарнірно встановлений на горизонтальній рухомій платформі забезпечує положення осі сопла та корпусу в вертикальній площині соплом вгору з змогою коливання в межах виконаного в горизонтальній платформі паза.

Це дозволяє в цьому положенні переміщувати кронштейн для кріплення двигуна разом з двигуном в межах паза та струшувати їх, тобто діяти через кронштейн для закріплення двигуна на корпус двигуна імпульсом сили, для того, щоб шашки гарантовано опустились своїми торцями на передню опору двигуна. Кількісне значення імпульсу сили дозується довжиною паза.

Після того, як шашки гарантовано опустились своїми торцями на передню опору двигуна (завдяки струшуванню) кронштейн для кріплення двигуна разом з двигуном переміщують у друге положення, в якому кронштейн забезпечує фіксоване горизонтальне розміщення осі сопла, з забезпеченням горизонтального знаходження торців шашок на передній опорі двигуна (після того, як вони опустились на неї).

Тобто на стенді відтворюються умови розміщення шашок у двигуні відповідно до умов їх розміщення у двигуні перед його запуском під час польоту ракети, а це дає можливість більш достовірно підтвердити працездатність шашок і двигуна в цілому під час його випробування.

Для доказу можливості промислового використання способу та стенду для випробування ракетного двигуна з вільно вкладеним зарядом твердого палива та з соплом, розташованим під кутом до осі корпусу наводяться креслення, на яких зображені:

На Фіг.1 - стенд для випробування ракетного двигуна з вільно вкладеним зарядом твердого па-

лива та з соплом, розташованим під кутом до осі корпусу двигуна;

На Фіг.2 - переріз Б-Б

На Фіг.3 - переріз В-В;

На Фіг.4 - винесений елемент.

Стенд складається з горизонтальної рухомої платформи 1, кронштейна 2 для кріплення двигуна 3 з розташуванням осей сопла і корпусу в вертикальній площині та похилим передньою опорою до низу корпусом. Шарнірне закріплення кронштейна 2 для кріплення двигуна з горизонтальною рухомою платформою 1 забезпечується віссю 4. Перше фіксоване положення кронштейна 2 для кріплення двигуна з розташуванням осі сопла в горизонтальній площині (див. Фіг.1) забезпечується за допомогою штиря 5. Для забезпечення гарантованого знаходження шашок своїми торцями на передній опорі корпусу двигуна, перед запуском двигуна виймається штир 5 (розфіксується перше положення кронштейна 2) і кронштейн 2 разом з двигуном 3 розвертається в вертикальній площині і фіксується в другому положенні за допомогою штиря 5 (див. Фіг.3) в пазі 6.

Корпус двигуна 3 в другому фіксованому положенні займає вертикальне положення (див. Фіг.4) з можливістю коливатись в межах пазу 6. Для струшування двигуна кронштейн 2 разом з двигуном 3 відхиляються в межах паза 6 в бік першого фіксованого положення (вліво) і відпускаються. А так, як центр мас кронштейну 2 та двигуна 3 знаходиться зліва від осі 4 кронштейну 2, то кронштейн 2 з двигуном 3 під дією сили тяжіння переміщуються в межах паза і тим самим струшують імпульсом сили шашки вниз на передню опору

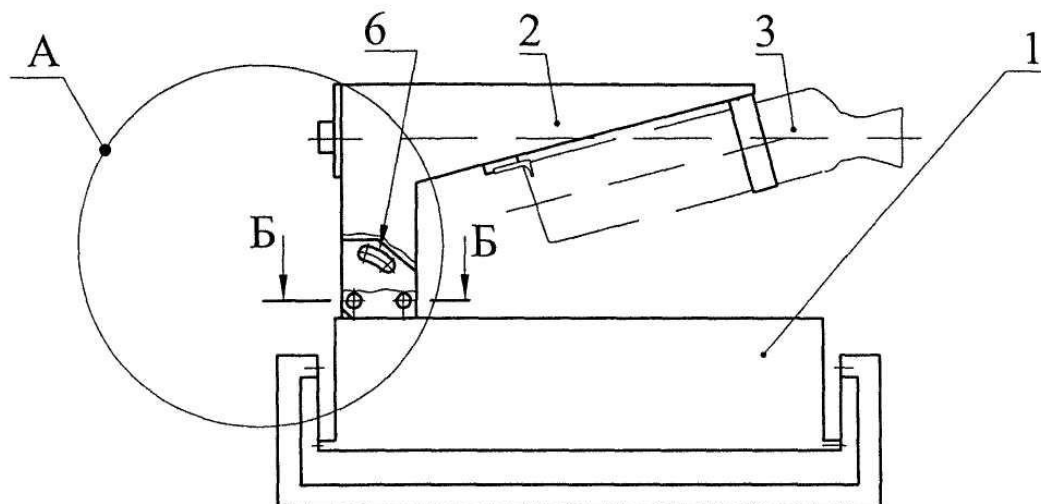
корпуса двигуна. Після струшування штир 5 виймається з пазу і кронштейн 2 разом з двигуном 3 розвертається і фіксується в першому положенні за допомогою штиря 5 в якому і проводиться випробування двигуна (див. Фіг.1).

Реалізація вище згаданих технічних рішень по способу та стенду для випробування ракетного двигуна з вільно вкладеним зарядом твердого палива та з соплом, розташованим під кутом до осі корпусу дозволила:

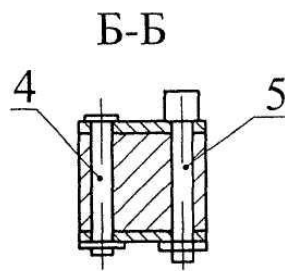
- більш достовірно підтвердити працездатність шашок заряду твердого палива і двигуна в цілому при стендових випробуваннях;

- без значних доробок (матеріальних затрат) застосувати для випробувань існуючий горизонтальний стенд.

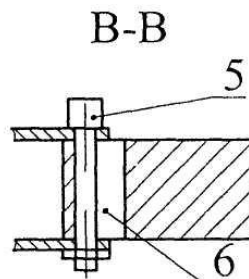
Запропоновані технічні рішення по способу та стенду для випробування ракетного двигуна з вільно вкладеним зарядом твердого палива та з соплом, розташованим під кутом до осі корпусу, удосконалили спосіб випробування ракетного двигуна та стенд для його здійснення, забезпечивши більш достовірне підтвердження працездатності (відпрацьованості) шашок заряду твердого палива і двигуна в цілому за рахунок відтворення умов розміщення (стану) двигуна на стенді відповідно до умов розміщення (стану) двигуна в ракеті під час її польоту, забезпечивши гарантоване знаходження шашок своїми торцями на передній опорі корпусу двигуна перед його запуском при випробуванні і, а також дозволили без значних доробок (матеріальних затрат) застосувати для випробувань існуючий горизонтальний стенд.



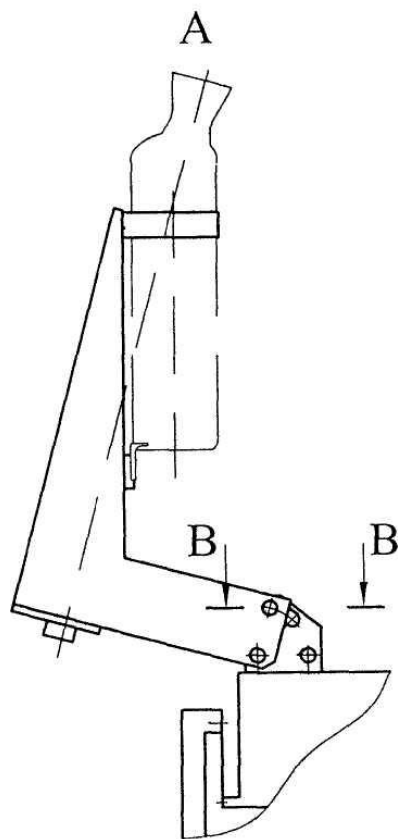
Фіг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

