



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **162913** (13) **U**
(51) МПК (2026.01)
B64G 99/00

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2025 05430	(72) Винахідник(и): Рассамакін Борис Михайлович (UA), Рогачов Валерій Андрійович (UA), Козак Дмитро Віталійович (UA), Поштаренко Юрій Анатолійович (UA), Баранник Олександр Нікіфорович (UA), Демчишин Анатолій Анатолійович (UA), Коломієць Катерина Миколаївна (UA)
(22) Дата подання заявки: 06.11.2025	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 07.05.2026	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 06.05.2026, Бюл.№ 18	(73) Володілець (володільці): НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО", просп. Берестейський, 37, м. Київ, 03056 (UA)

(54) ІМІТАТОР ВИПРОМІНЮВАННЯ ЗЕМЛІ ДЛЯ ТЕРМОВАКУУМНИХ КАМЕР**(57) Реферат:**

Імітатор випромінювання Землі для термовакуумних камер містить систему випромінювальних секцій та інфрачервоні випромінювальні нагрівачі омичного типу, які розташовані всередині термовакуумної камери. Випромінювальні секції мають круглу форму, виконані разом з інфрачервоними випромінювальними нагрівачами омичного типу як одне ціле і з'єднані таким чином, що утворюють циліндричну випромінювальну порожнину, у якій виконано не менше двох вирізів. Кріплення імітатора до внутрішньої частини термовакуумної камери виконано опорним фланцем і стійками, біля вихідного перерізу випромінювального потоку для його стабілізації встановлено додаткову випромінювальну секцію з інфрачервоними випромінювальними нагрівачами омичного типу у формі кільця.

UA 162913 U

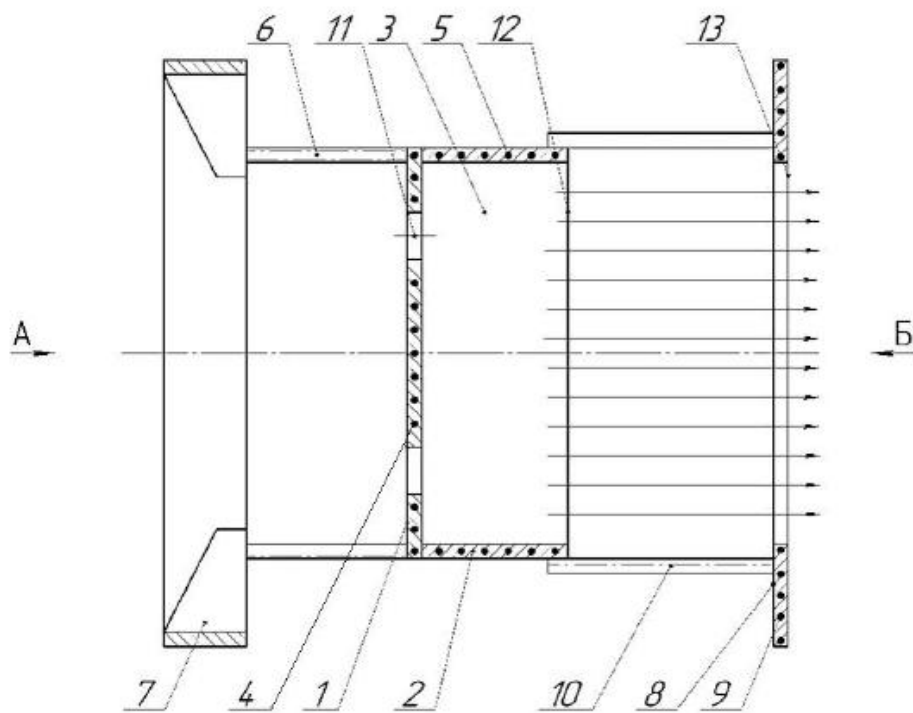


Fig. 1

Корисна модель належить до галузі випробувальної техніки, зокрема до засобів імітації теплових потоків випромінювання Землі, які застосовують у наземних космічних термовакуумних камерах при термовакуумних випробуваннях і тестуванні космічних апаратів (КА) та їх елементів.

Основна вимога, яку ставлять до імітатора випромінювання Землі (ІВЗ) - це точне відтворення у вакуумній камері натурних теплових потоків певних параметрів, а саме потоків власного випромінювання та альbedo Землі, які опромінюють зовнішню поверхню КА під час орбітального польоту, а отже роблять суттєвий вклад у тепловий баланс КА і впливають на тепловий режим його елементів. У зв'язку з цим у наземних термовакуумних установках намагаються застосовувати не дуже складні засоби імітації, допускаючи при цьому деяку неточність відтворення натурних теплових потоків випромінювання. Суттєві конструктивні спрощення ІВЗ можуть бути отримані, у першу чергу, внаслідок порушення кутового розподілу та недотримання спектра теплового випромінювання в результаті застосування невеликої кількості інфрачервоних нагрівачів, ламп розжарювання та інших джерел випромінювання. Такі спрощені імітатори зручні в експлуатації і виявляються ефективними при випробуваннях апаратів з достатньо простою геометричною формою оболонки і активною системою терморегулювання та не призводять до великих похибок у визначенні температурного стану компонентів КА при їх термовакуумних випробуваннях.

Відома конструкція імітатора планетного випромінювання фірми Філко (див. книгу: Андрейчук О.В., Малахов Н.Н. Тепловые испытания космических аппаратов (Теплові випробування космічних апаратів). - М.: Машиностроение, 1982. - С. 48, рис.3.21). Імітатор представляє собою куполоподібний корпус півсферичної форми, вихідний перетин якого замкнений круглою плитою, перфорованою великою кількістю конічних полірованих отворів. Нагрівання внутрішньої поверхні корпусу, пофарбованої у білий колір, здійснюється за допомогою джерел випромінювання у вигляді дугових ксенонових ламп, розташованих по периметру круглої перфорованої плити. Промені від ламп, спрямовані на внутрішню поверхню корпусу, відбиваються від неї, далі потрапляють в отвори перфорованої плити, які остаточно формують та спрямовують променеві потоки видимого та дифузного інфрачервоного спектра на об'єкт дослідження з певною індикатрисою випромінювання. Об'єкт дослідження знаходиться всередині термовакуумної камери в області опромінення імітатора. Регулюючи потужність дугових ксенонових ламп і температуру зовнішньої оболонки корпусу, можна змінювати інтенсивність випромінювання обох складових спектру випромінювання імітатора.

Недоліком відомого імітатора є труднощі його експлуатації та тривалої підтримки постійної температури зовнішньої поверхні корпусу в процесі термовакуумних випробувань, а також достатньо великі габарити імітатора, що ускладнює його розміщення у термовакуумній камері і підвищує капітальні та експлуатаційні витрати на утримання термовакуумної установки в цілому.

Відомий імітатор для виконання вимог по імітації планетного випромінювання в термовакуумних випробуваннях (див. книгу: Андрейчук О.В., Малахов Н.Н. Тепловые испытания космических аппаратов (Теплові випробування космічних апаратів). - М.: Машиностроение, 1982. - С. 49, рис.3.23, рис.3.24), розташований в термовакуумній камері напроти об'єкта дослідження. Імітатор складається з джерел інфрачервоного (ІЧ) випромінювання у вигляді інфрачервоних ламп або нагрітих поверхонь твердих тіл, які забезпечують певну інтенсивність випромінювання. Джерела ІЧ випромінювання мають допоміжні пристрої для регулювання інтенсивності випромінювання та зміни його напрямку. Як тепловиділяючі елементи в них можуть бути використані металеві трубки або стрічки, які нагріваються з середини за допомогою електричного струму, що підводять до торців трубок або стрічок, з нанесенням на робочу поверхню трубки або стрічки тепловипромінювального покриття з боку об'єкта дослідження. Для формування індикатриси випромінювання часто використовують рефлектори, які змінюють напрямок та концентрацію ІЧ-променів.

Недоліком відомого імітатора є наявність рефлекторів у джерелах живлення ІЧ-випромінювання, які знаходяться, як правило, всередині термовакуумної камери і суттєво погіршують імітацію космічного простору. Тому при випробуваннях космічної техніки, для яких таке погіршення є неприйнятним, вимкнені джерела ІЧ випромінювання, заради точності моделювання космічного простору, повинні бути вилучені з робочої зони термовакуумної камери, що загалом ускладнює проведення експерименту.

Як найближчий аналог обрано імітатор випромінювання Землі (див. статтю: Гаврилов Р.В., Кислов А.М. Меленский Ю.А., Церковный А.И. Имитатор излучения Земли для термовакуумных испытаний (Імітатор випромінювання Землі для термовакуумних випробувань). Космічна наука і технологія, 2004. - Т. 10, № 5/6. - С. 35-38. рис.2, 3), який представляє собою систему

випромінювальних секцій, що містять нагрівачі інфрачервоного випромінювання омичного типу, які живлять джерелом електричного струму. За допомогою електричного струму випромінювальні секції нагрівають до температур, що відповідають необхідним значенням густини теплових потоків, що поглинаються елементами КА. Імітатор розташований всередині термовакuumної камери навпроти об'єкта досліджень.

Недоліком найближчого аналога є громіздкість конструкції імітатора та велика кількість випромінювальних секцій, що ускладнює управління і регулювання випромінюючими тепловими потоками під час проведення термовакuumних випробувань, а також неможливість забезпечення коректної імітації опромінення тепловим потоком Землі важливого елемента КА, а саме, круглого об'єкта оптико-електронної системи зондування Землі та орієнтації КА на орбіті.

Ще одним недоліком найближчого аналога є затінення випромінювальними секціями внутрішньої низькотемпературної поверхні термовакuumної камери, що зумовлює відносне зменшення роздільних кутових коефіцієнтів випромінювання падаючих від ІВЗ між робочими сторонами нагрівачів випромінювальних секцій та досліджуваних елементів КА.

Недоліком також є додатковий фактор, а саме, незначне паразитне засвічення деяких досліджуваних елементів КА, яке породжується нагрівачами випромінювальних секцій та зумовлене вторинним розсіюванням випромінювання на частинах конструкції імітатора.

В основу корисної моделі покладено задачу підвищити компактність імітатора, створити умови та можливість для дослідження об'єктів круглої форми, зменшити затінення імітатором внутрішньої поверхні вакуумної камери і збільшити кутовий коефіцієнт випромінювання імітатора, а також усунути паразитне засвічення нагрівачами випромінювальних секцій елементів КА.

Поставлена задача вирішується тим, що в імітаторі випромінювання Землі для термовакuumних камер, який містить систему випромінювальних секцій та інфрачервоні випромінювальні нагрівачі омичного типу, які розташовані всередині термовакuumної камери, у якому новим є те, що випромінювальні секції мають круглу форму, виконані разом з інфрачервоними випромінювальними нагрівачами омичного типу як одне ціле і з'єднані таким чином, що утворюють циліндричну випромінювальну порожнину, у якій виконано не менше двох вирізів, а кріплення імітатора до внутрішньої частини термовакuumної камери виконано опорним фланцем і стійками, біля вихідного перерізу випромінювального потоку встановлено додаткову випромінювальну секцію з інфрачервоними випромінювальними нагрівачами омичного типу у формі кільця. 3

У переважних прикладах виконання, вирізи циліндричної випромінювальної порожнини виконані у вигляді круглих отворів.

Виконання заявленої конструкції ІВЗ забезпечує зменшення її габаритів, внаслідок чого зменшується затінення внутрішньої поверхні термовакuumної камери і усувається паразитне засвічення елементів КА від випромінювальних секцій, полегшується управління і регулювання випромінюючими тепловими потоками під час проведення термовакuumних випробувань. Імітатор забезпечує коректне дослідження оптичних характеристик круглих об'єктів оптико-електронних пристроїв КА за рахунок їх сканування через виконання щонайменше двох вирізів.

Виконання закріплення імітатора до внутрішньої частини термовакuumної камери опорним фланцем і стійками дозволяє зменшити затінення внутрішньої поверхні термовакuumної камери та засвічення нагрівачами випромінювальних секцій елементів КА. Циліндрична форма конструкції імітатора підвищує кутові коефіцієнти опромінення і формує у вихідному перерізі імітатора однорідний потік теплового випромінювання. Додаткова випромінювальна секція зі вбудованими нагрівачами омичного типу дозволяє формувати однорідний падаючий потік теплового опромінення.

Суть корисної моделі пояснюють креслення:

на фіг.1 представлено загальний вигляд імітатора випромінювання Землі;

на фіг.2 наведено вид А на фіг. 1;

на фіг. 3 зображено вид Б на фіг. 1.

Імітатор випромінювання Землі (фіг. 1, 2, 3) складається з випромінювальних секцій 1 та 2 круглої форми, з'єднання яких утворює випромінювальну циліндричну порожнину 3. Інфрачервоні випромінювальні нагрівачі 4 та 5 омичного типу, відповідно, вбудовані у випромінювальні секції 1 та 2, утворюючи таким чином з ними одне ціле. За допомогою стійок 6 випромінювальну циліндричну порожнину 3 кріплять до опорного фланця 7, який приєднують до внутрішньої частини термовакuumної камери, чим жорстко фіксують розташування імітатора всередині термовакuumної камери. У вихідному перерізі випромінювальної циліндричної порожнини 3 біля вихідного перерізу випромінювального потоку 12 встановлюють додаткову

5 випромінювальну секцію 8 з нагрівачами 9 у формі кільця за допомогою опорних стійок 10, таким чином, що вихідний отвір 13 додаткової випромінювальної секції 8 розташований співвісно відносно до вихідного перерізу випромінювального потоку 12 випромінювальної циліндричної порожнини 3. У стінці випромінювальної секції 1 циліндричної випромінювальної порожнини 3 виконані наскрізні вирізи у формі круглих отворів 11 (фіг. 1, 2, 3).

Робота запропонованого ІВЗ полягає в наступному.

10 При підведенні електричного струму до інфрачервоних нагрівачів 4, 5, 9 випромінювальні секції 1, 2, 8 нагріваються до температур, що відповідають необхідним значенням густин теплових випромінювальних потоків, що поглинаються об'єктом дослідження. Всередині випромінювальної циліндричної порожнини 3 у результаті численного перевипромінювання від її нагрітих стінок генерується тепловий потік променів, який остаточно у поперечному перерізі вихідного отвору 13 циліндричної порожнини 3 формується у круглий осесиметричний пучок теплового випромінювання (на фіг. 1 показано стрілками). Додаткова випромінювальна секція 8 стабілізує і підвищує однорідність падаючого теплового потоку у вихідному отворі 13 імітатора (на фіг.1 показано стрілками). Наявність наскрізних круглих отворів 11 (фіг. 1, 2, 3) в імітаторі 15 забезпечує коректне дослідження при впливі опромінення Землі на оптичні характеристики круглих об'єктів оптико-електронних пристроїв КА під час проведення термовакuumних випробувань. При цьому засіб спостереження та контролю за оптикою, наприклад коліматор, встановлюють зовні термовакuumної камери навпроти внутрішньої частини термовакuumної камери, до якої прикріплено ІВЗ. 4

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Імітатор випромінювання Землі для термовакuumних камер, який містить систему 25 випромінювальних секцій та інфрачервоні випромінювальні нагрівачі омичного типу, які розташовані всередині термовакuumної камери, який **відрізняється** тим, що випромінювальні секції мають круглу форму, виконані разом з інфрачервоними випромінювальними нагрівачами омичного типу як одне ціле і з'єднані таким чином, що утворюють циліндричну випромінювальну порожнину, у якій виконано не менше двох вирізів, а кріплення імітатора до внутрішньої частини 30 термовакuumної камери виконано опорним фланцем і стійками, біля вихідного перерізу випромінювального потоку для його стабілізації встановлено додаткову випромінювальну секцію з інфрачервоними випромінювальними нагрівачами омичного типу у формі кільця.
2. Імітатор за п. 1, який **відрізняється** тим, що вирізи циліндричної випромінювальної порожнини виконані у вигляді круглих отворів.

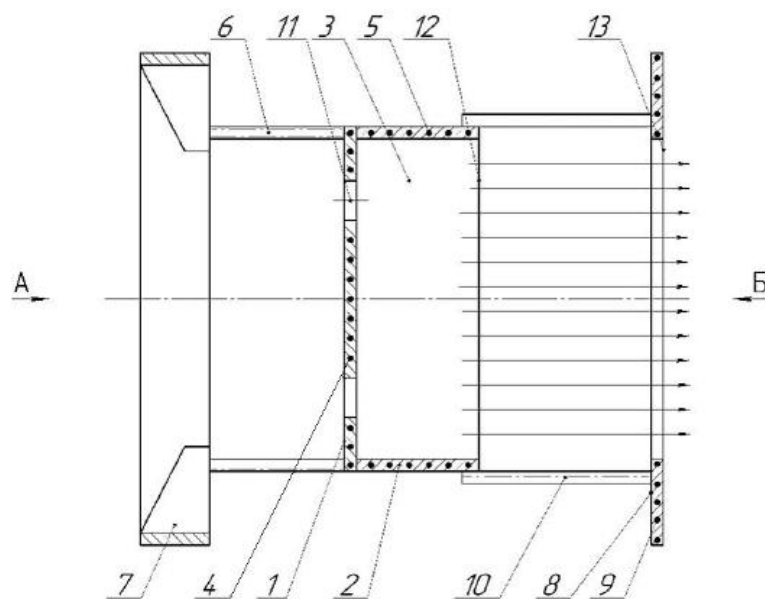
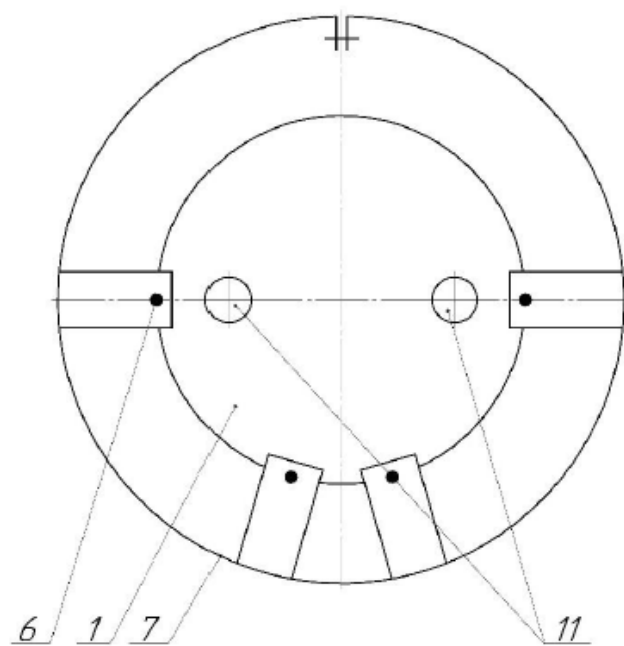


Fig. 1



Фиг. 2