



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **118679** (13) **U**
(51) МПК (2017.01)
B01L 7/00
F25D 3/10 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

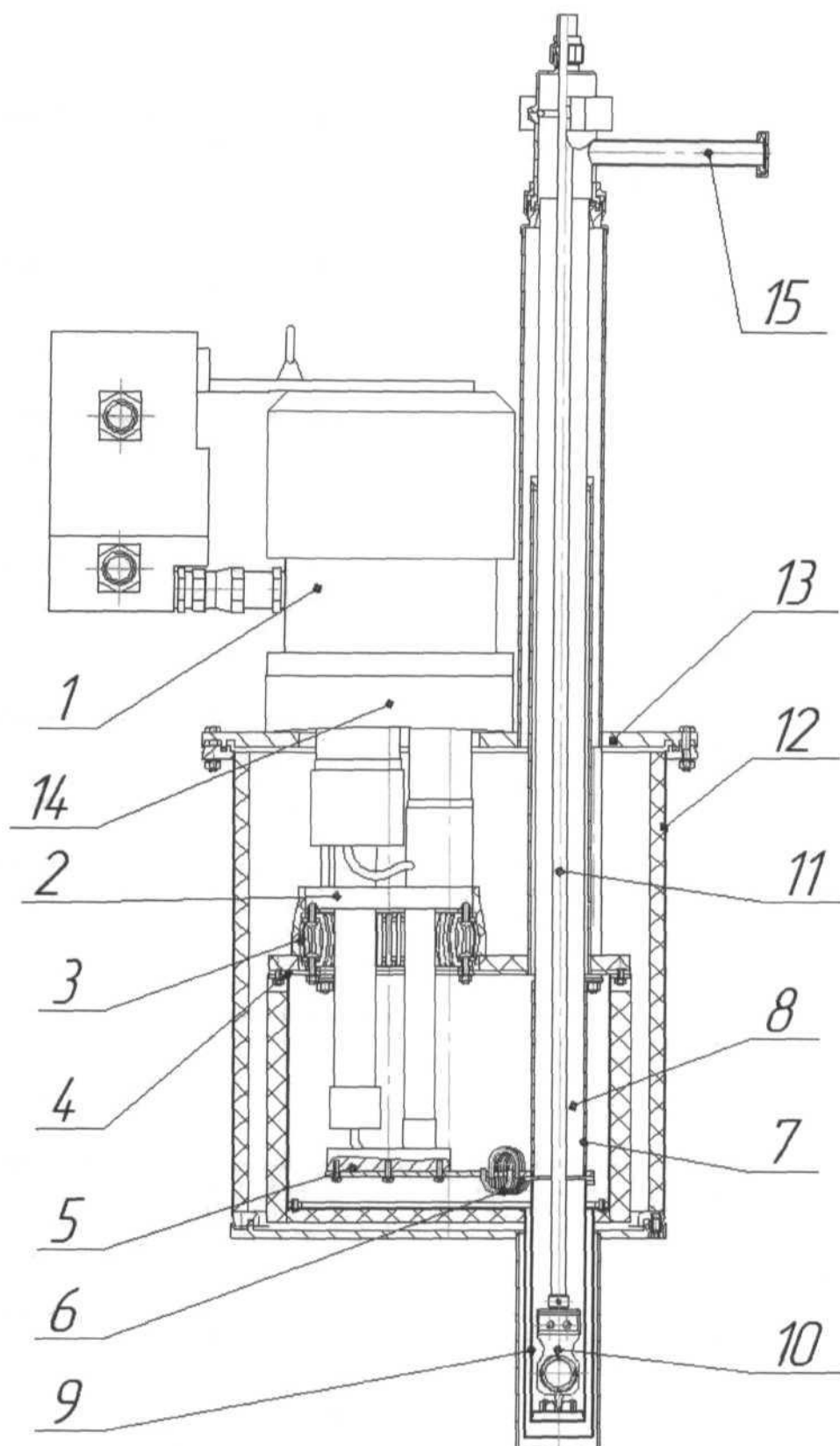
(21) Номер заявки: u 2017 00219	(72) Винахідник(и): Варюхін Дмитро Вікторович (UA), Дворніков Євген Олександрович (UA), Постол Павло Миколаєвич (UA)
(22) Дата подання заявки: 06.01.2017	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 28.08.2017	(73) Власник(и): Варюхін Дмитро Вікторович, пр. Панфілова, 20-б, кв. 26, м. Донецьк, 83114 (UA), Дворніков Євген Олександрович, вул. Щорса, 81, кв. 42, м. Донецьк, 83114 (UA), Постол Павло Миколаєвич, пр. Ватутіна, 5, кв. 76, м. Донецьк, 83050 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 28.08.2017, Бюл.№ 16	

(54) КРІОСТАТ

(57) Реферат:

Кріостат містить двоступінчастий кріоохолоджувач, радіаційний екран, що охоплює об'єкт охолодження, розміщений у вакуумному кожусі, теплопровідні контакти, шахту зразка, робочу камеру, тримач зразка, верхній фланець, причому перший ступінь кріоохолоджувача з'єднаний з радіаційним екраном, прикріпленим до верхнього фланця кожуха вакуумного теплоізоляційним контактом, а другий ступінь кріоохолоджувача з'єднаний теплопровідним контактом з шахтою зразка. Всі теплопровідні контакти виконані у вигляді гнучких теплопровідних елементів, а контакт другого ступеня з'єднаний з шахтою зразка через холодильник, який представляє собою теплопровідний патрубок, що щільно охоплює шахту зразка і розміщений в її нижній частині над робочою камерою, при цьому кріоохолоджувач закріплений на верхньому фланці кожуха вакуумного з вібропоглинаючою опорою.

UA 118679 U



Корисна модель належить до кріогенної техніки і може бути використана для Месбауерівських і оптичних досліджень матеріалів у діапазоні 4,2 К - 325 К без застосування рідких кріоагентів, а точніше в наукових і промислових дослідженнях, де мінімальні вібрації впливають на процес досліджень.

5 Кріостати без застосування рідких кріоагентів являють собою кріостати із замкнутим циклом, у яких для охолодження досліджуваних зразків використовують механічні кріоохолоджувачі, що вимагають невеликих експлуатаційних витрат.

Відомий кріостат "Модель JAMS PTSHI-950-LT 1.5 K" (див. <http://www.janis.com/Products/productsoverview/15KClosedCycleRefrigeratorCryostat.aspx#>)), в
10 якому для охолодження досліджуваних зразків використовують двоступінчастий механічний кріоохолоджувач на базі пульсаційної труби. Пульсаційна труба не має рухомих частин на холодному кінці, що дозволяє знизити вібрації до мінімальних значень. Так на другому ступені кріоохолоджувача вібрація становить 4-7 мкм уздовж осі і ~2 мкм перпендикулярно до осі холодної головки. Модель JANIS PTSHI-950-LT 1.5K являє собою кріостат замкнутого циклу з
15 верхнім завантаженням досліджуваного зразка в газове середовище або вакуум. Температурний режим для зразка створюється ступенями кріоохолоджувача і здійснюється шляхом механічного контакту у вакуумі або газовому середовищі. Кріостат дозволяє проводити заміну зразка в процесі роботи. Кріостат може використовуватися як в наукових дослідженнях, так і в промислових, де мінімальні вібрації не впливають на процес досліджень.

20 Недоліком відомої конструкції кріостата є те, що існуючі механічні контакти, що з'єднують об'єкт охолодження зі ступенями кріоохолоджувача, передають залишкові вібрації на об'єкт охолодження, що обмежують сферу її застосування.

Відома конструкція кріостата для надпровідного магніту без використання рідкого гелію і азоту (див. http://cryo.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=131&Itemid=84). Кріостат CryoFree 404 призначений для дослідження фізичних властивостей різних зразків у магнітному
25 полі при температурах від 4 до 300 К. Створення і підтримання низької температури в робочій області кріостата здійснюється за рахунок роботи кріоохолоджувача на базі пульсаційної труби потужністю 0,5 Вт при 4,2 К. Надпровідний магніт жорстко з'єднаний з 2-м ступенем кріоохолоджувача мідним тепловим мостом, постійно підтримуючи температуру 4,2 К. Тепловий
30 ключ також з'єднує 2-й ступінь кріоохолоджувача і робочу камеру шахти для зразка. Він являє собою дві коаксіально розміщені мідні трубки. При заповненні простору між трубками теплообмінним газом He-4, тепловий ключ має високу теплопровідність і охолоджує зразок до 4,2 К. При відкачуванні газу у просторі між трубками тепловий ключ має низьку теплопровідність, що дозволяє підвищувати температуру зразка до 300 К, не підігріваючи
35 надпровідний магніт, так як шахта зразка і надпровідний магніт розділені між собою вакуумним простором. Об'єкт охолодження: надпровідний магніт з тепловим мостом, шахта для зразка з тепловим ключем - для зниження теплопритоку, охоплені мідним радіаційним екраном і поміщені у вакуумний кожух. Мідний радіаційний екран жорстко з'єднаний теплопровідним контактом з 1-м ступенем кріоохолоджувача і підвішений до верхнього фланця вакуумного
40 кожуха теплоізоляційним контактом. Зразок на тримачі завантажується у вертикальну шахту, заповнену газом He-4 для покращення теплообміну з другим ступенем кріоохолоджувача. Регулювання і стабілізація температури зразка здійснюється за допомогою нагрівача і датчика температури, встановлених на тримачі зразка. Конструкція кріостата дозволяє змінювати зразок не вимикаючи кріоохолоджувач. Кріостат замкнутого циклу дозволяє проводити тривалі
45 дослідження без використання рідкого гелію, що є його перевагою.

Основним недоліком відомої конструкції кріостата є жорстке з'єднання об'єкта охолодження зі ступенями кріоохолоджувача, чим обумовлюється передача залишкової вібрації на об'єкт охолодження.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення пристрою шляхом зміни його
50 конструкції, що дозволить усунути передачу залишкової вібрації від робочих ступенів кріоохолоджувача до об'єкта охолодження в процесі теплообміну.

Поставлена задача вирішується тим, що в кріостаті, який містить: двоступінчастий кріоохолоджувач, радіаційний екран, що охоплює об'єкт охолодження, розміщений у вакуумному кожусі, теплопровідні контакти, шахту зразка, робочу камеру, тримач зразка,
55 верхній фланець, при цьому перший ступінь кріоохолоджувача з'єднаний з радіаційним екраном, прикріпленням до верхнього фланця кожуха вакуумного теплоізоляційним контактом, а другий ступінь кріоохолоджувача з'єднаний теплопровідним контактом з шахтою зразка, згідно з корисною моделлю, всі теплопровідні контакти виконані у вигляді гнучких теплопровідних елементів, а контакт другого ступеня з'єднаний з шахтою зразка через холодильник, який
60 представляє собою, теплопровідний патрубок, що щільно охоплює шахту зразка, і розміщений в

її нижній частині над робочою камерою, при цьому кріоохолоджувач закріплений на верхньому фланці кожуха вакуумного з вібропоглинаючої опорою.

Виконання всіх теплопровідних контактів у вигляді гнучких теплопровідних елементів компенсує передачу вібрації від кріоохолоджувача до об'єкта охолодження.

5 Контакт другого ступеня з'єднаний з шахтою зразка через холодильник, який представляє собою теплопровідний патрубок, що щільно охоплює шахту зразка і розміщений в її нижній частині над робочою камерою. Це дозволяє підтримувати в робочій камері та на зразку температуру другого ступеня (4,2 К) за рахунок газового теплообміну, не маючи механічного контакту з зразком, і спрямовано на усунення вібрацій зразка.

10 Розміщення кріоохолоджувача, а саме закріплення його на верхньому фланці кожуха вакуумного з вібропоглинаючої опорою, дозволяє усунути передачу залишкових вібрацій до кожуха вакуумного. З наведеного вище випливає, що всі суттєві ознаки корисної моделі спрямовані на виконання технічної задачі, а саме на усунення передачі вібрації від кріоохолоджувача до об'єкта охолодження.

15 Кріостат, що заявляється, представлений на кресленні.

Кріостат складається з наступних елементів: 1 - кріоохолоджувач, 2 - перший ступінь, 3 - гнучкий теплопровідний контакт, 4 - мідний радіаційний екран, 5 - другий ступінь, 6 - гнучкий теплопровідний контакт, 7 - холодильник, 8 - шахта зразка, 9 - робоча камера, 10 - тримач зразка, 11 - штанга, 12 - кожух вакуумний, 13 - верхній фланець, 14 - вібропоглинаюча опора, 15 - вхідний патрубок шахти зразка.

20 У кріостаті, що заявляється, кріоохолоджувач 1 являє собою двоступеневу пульсаційну трубу SRP-062. Перший ступінь 2 з'єднаний гнучким теплопровідним контактом 3, з мінімальним напуском у вигляді петлі, з мідним радіаційним екраном 4, що підтримує температуру 65 К при тепловому навантаженні 30 Вт. Мідний радіаційний екран 4 підвішений до верхнього фланця 13 вакуумного кожуха 12. Гнучкість теплопровідного контакту 3 забезпечує набір мідних багатожильних проводів у вигляді петлі, причому чим тонше жили багатожильних мідних проводів, тим більша гнучкість. Тому в заявленій конструкції гнучкий теплопровідний контакт виконаний з мідних багатожильних проводів у вигляді петлі, в яких діаметр однієї жили становить 0,38 мм, що дозволило усунути жорсткий зв'язок кріоохолоджувача 2 з мідним радіаційним екраном 4. Загальний переріз гнучкого теплопровідного контакту визначено для кожного ступеня кріоохолоджувача, згідно з тепловою потужністю, що відводиться, і підтримуваної температури. Другий ступінь 5 гнучким теплопровідним контактом 6 у вигляді петлі з'єднаний з холодильником 7, якою підтримує температуру 4,2 К при тепловому навантаженні 0,5 Вт. Гнучкий теплопровідний контакт 6 другого ступеня конструктивно виконаний аналогічно першій, тільки зі своїм перерізом. Холодильник 7 являє собою теплопровідний патрубок, що щільно охоплює шахту зразка 8 над робочою камерою 9 і дозволяє підтримувати в ній температуру 4,2 К при наявності теплообмінного газу (He4). Механічний контакт між досліджуванним зразком і холодильником відсутній, робоча температура підтримується тільки за рахунок теплообмінного газу. В робочій камері 9 встановлено тримач зразка 10, з нагрівачем і датчиком температури. Тримач зразка 10 кріпиться на штанзі 11, яка герметично вводиться в шахту зразка 8 і фіксується в робочій камері 9. Конструкція кріостата дозволяє вставляти і виймати тримач зразка 10, не вимикаючи кріоохолоджувач. Холодильник 7 зі своїм гнучким теплопровідним контактом 6, другим ступенем кріоохолоджувача 5 охоплений мідним радіаційним екраном 4 і поміщений в кожух вакуумний 12. Кріоохолоджувач 1 встановлений на верхньому фланці 13 кожуха вакуумного 12 і закріплений на ньому з вібропоглинаючою опорою 14. Кріостат з гнучкими теплопровідними контактами 3 і 6, виконаними з мідних багатожильних проводів у вигляді петлі, дозволяє усунути жорсткий зв'язок ступенів кріоохолоджувача з об'єктом охолодження, а значить і усуває передачу вібрації від джерела охолодження до досліджуваного зразка.

50 Кріостат комплектується пристроєм регулювання та підтримки температури (термоконтролером), засобами відкачки (вакуумним насосом) і теплообінним газом (гелієм).

Кріостат працює наступним чином:

Після установки тримача зразка 10 в робочу камеру 9 проводиться її відкачування. Потім кріоохолоджувачу задається необхідна температура, при досягненні якої в робочу камеру 9 подають теплообінний газ (гелій). В результаті відбувається охолодження холодильника 7 і робочої камери 9 за допомогою гнучкого теплопровідного контакту 6 до заданої температури за рахунок теплообміну робочої камери з охолодженням другим ступенем 5 кріоохолоджувача 1. При роботі на високих температурах (325 К) включають нагрівання утримувача зразка 10 не включаючи кріоохолоджувача. При використанні пристрою регулювання та підтримки

температури (термоконтролера) типу 332 S виробництва ЛейкШор (США) забезпечується точність температури зразків $\pm 0,5$ K.

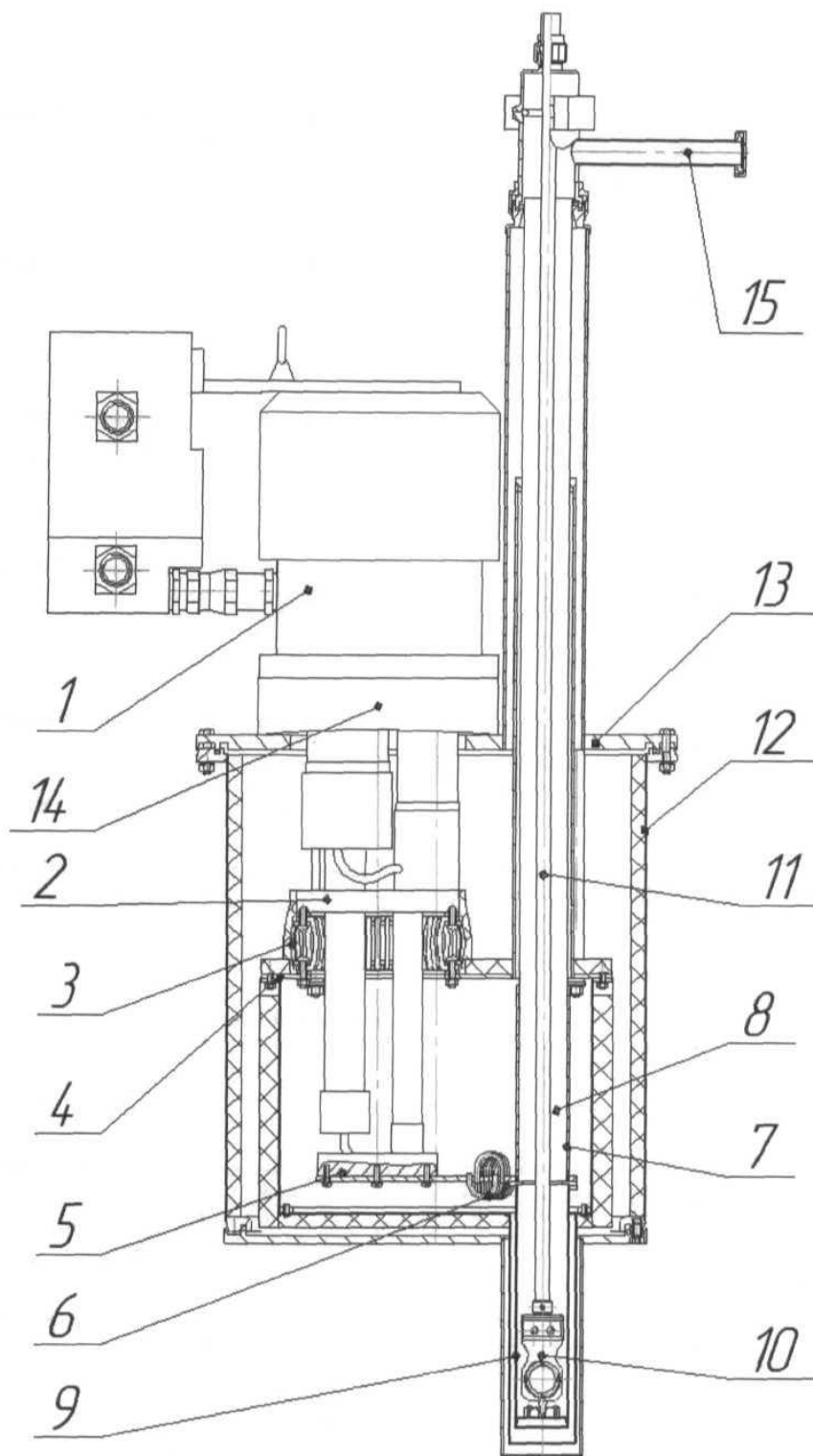
5 Таким чином можна зробити висновок, що запропонована конструкція кріостата дозволяє усунути залишкову вібрацію від робочих ступенів кріоохолоджувача до об'єкта охолодження в процесі його роботи, і тим самим використовувати кріостат в наукових і промислових дослідженнях, де мінімальні вібрації впливають на процес досліджень, без застосування рідких кріоагентів.

10 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Кріостат, що містить двоступінчастий кріоохолоджувач, радіаційний екран, що охоплює об'єкт охолодження, розміщений у вакуумному кожусі, теплопровідні контакти, шахту зразка, робочу камеру, тримач зразка, верхній фланець, причому перший ступінь кріоохолоджувача з'єднаний з радіаційним екраном, прикріпленим до верхнього фланця кожуха вакуумного теплоізоляційним контактом, а другий ступінь кріоохолоджувача з'єднаний теплопровідним контактом з шахтою зразка, який **відрізняється** тим, що всі теплопровідні контакти виконані у вигляді гнучких теплопровідних елементів, а контакт другого ступеня з'єднаний з шахтою зразка через холодильник, який представляє собою теплопровідний патрубок, що щільно охоплює шахту зразка і розміщений в її нижній частині над робочою камерою, при цьому кріоохолоджувач закріплений на верхньому фланці кожуха вакуумного з вібропоглинаючою опорою.

15

20



Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

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