



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 47838

(13) A

(51) 6 F25B9/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) МІКРОХОЛОДИЛЬНИК

1

2

(21) 2001106771

(22) 04 10 2001

(24) 15 07 2002

(46) 15 07 2002, Бюл. № 7, 2002 р.

(72) Молодик Анатолій Володимирович, Морякін
Анатолій Леонідович, Плюхін Геннадій Сергійович,
Ринковий Федір Федорович(73) КАЗЕННЕ ПІДПРИЄМСТВО "ЦЕНТРАЛЬНЕ
КОНСТРУКТОРСЬКЕ БЮРО "АРСЕНАЛ"(57) 1 Мікрохолодильник, що містить стрижень, на
який накручено багаторядний трубчатий витий
теплообмінник, входи трубок якого підключені до
штуцера-колектора, теплообмінник вміщено в ко-
жух мікрохолодильника, а з холодного кінця виве-

дена транзитна трубка теплообмінника, який відрізняється тим, що багаторядний трубчатий витий теплообмінник з кожухом мікрохолодильника і штуцер-колектор розв'язані між собою тепловою розв'язкою і виконані у вигляді двох вузлів, які з'єднані між собою елементом, виготовленим з матеріалу з малим коефіцієнтом теплопровідності.

2 Мікрохолодильник по п. 1, який відрізняється тим, що багаторядний трубчатий витий теплообмінник з кожухом мікрохолодильника і штуцер-колектор з'єднані між собою пластиною, в якій є паз, а трубки теплообмінника виведені з кожуха мікрохолодильника радіально.

Пропонуємий винахід відноситься до систем охолодження, а конкретно до балонних дросельних систем (МИС), призначених для охолодження до криотемператур приймачів променистої енергії (ППЕ) оптико-електронних приладів (ОЕП).

Відоме обладнання охолодження приймача променистої енергії, яке включає періодичну подачу стиснутого криоагента в однорядний трубчатий теплообмінник, розташований у посудині Дюара, яка служить корпусом (кожухом) мікрохолодильника (Романенко Н. Т., Рынковой Ф. Ф. Исследование основных характеристик баллонной микрокриогенной системы с циклической подачей криоагента. Химическое и нефтяное машиностроение, 1981, № 5, с. 19-21).

Недоліки, притаманні цьому обладнанню, можна звести до наступного:

- нестабільна температура охолодження ППЕ, тому, що внаслідок зміни тиску в холодній зоні мікрохолодильника (МХ) при регулюванні витрат криоагента, відбувається підвищення температури охолодження об'єкта,

- таким обладнанням неможливо охолоджувати рухомі об'єкти, наприклад, об'єкти, які прокатуються уздовж поздовжньої осі ОЕП в деяких тілесних кутах.

У микрокриогенній техніці відомий мікрохолодильник (МХ) з паралельним дроселюванням крио-

агента, який використовується для охолодження приймачів променистої енергії і відноситься до групи "бризкаючи" мікрохолодильників. Він найбільш близький до пропонуємого технічного рішення і тему його вибрано за протатип (А с N 377591/СССР/ Микрахолодильник/ В. И. Животовский, Л. Д. Корнеев и Ю. В. Шиганский. Опубл. в Б. И., № 18, 1973). Мікрохолодильник, має стрижень, на який навито багаторядний трубчатий витий теплообмінник, входи його трубок підключені до штуцера-колектора, а теплообмінник вміщено в кожух, з холодного кінця теплообмінника виходить транзитна трубка теплообмінника.

Мікрохолодильник в складі балонної дросельної микрокриогенної системи працює таким чином. Азот, стиснутий до робочого тиску 35 МПа, накопичується в балоні. В процесі роботи азот високого тиску надходить в МХ. В наслідок паралельного рівнобіжного розширення азоту в МХ, відбувається теплообмін між потоками газу високого і низького тиску. Газ низького тиску рухається по теплообміннику у зворотньому напрямку після дроселювання. Відбувається рекуперация холоду, що приводить до зниження температури перед дросельними отворами. Попередньо охолоджений азот в транзитній трубці виробляє паро-рідинну суміш, яка охолоджує приймач променистої енергії і рідинний азот накопичується в порожнині корпусу ППЕ до початку автономного режиму. В період

(13) A

(11) 47838

(19) UA

автономного режиму робочий рівень температури ППЕ забезпечується за рахунок випаровування рідинової фази азоту в порожнині корпусу ППЕ

До основних недоліків мікрохолодильника треба віднести те, що він не відповідає вимогам пагабаритно-масовим характеристикам. Це привади́ть до додаткових втрат кріоагента на охолодження деталей МХ, до збільшення часу виходу на режим і зменшення кількості виробленого рідинного кріоагента, особливо в пусковому періоді. Також МХ не відповідає вимогам по довжині.

В основу винаходу поставлено завдання по створенню мікрохолодильника із зменшеним розміром по довжині, який можливо установлювати в оптико-електронний прилад з підвищеними характеристиками. В цьому винаході поліпшуються характеристики МХ за рахунок зменшення теплоприливу до теплообмінної частини МХ і збільшується поверхня багаторядного теплообмінника при наданих довжині і діаметрі.

Для вирішення поставленої задачі у мікрохолодильнику, що містить стержень, на який накручено багаторядний трубчатий витий теплообмінник, входи трубок якого підключені до штуцера колектора, а теплообмінник вміщено в кожух мікрохолодильника, а з холодного кінця виведена транзитна трубка теплообмінника, багатозарядний трубчатий витий теплообмінник з кожухом мікрохолодильника і штуцер колектор розв'язані між собою тепловою розв'язкою і виконані у вигляді двох вузлів, які з'єднані між собою елементом, зробленим з матеріалу з малим коефіцієнтом теплопровідності. Крім того, багаторядний трубчатий витий теплообмінник з кожухом мікрохолодильника і штуцер-колектор з'єднані між собою пластиною, в якій є паз, а трубки теплообмінника виведені з кожуха мікрохолодильника радіально.

Теплова розв'язка між теплообмінною частиною МХ і штуцером-колектором привела до зменшення маси деталей, які контактують з теплообмінником МХ, що дозволило поліпшити технічні характеристики, а саме зменшити час виходу на режим, збільшити кількість вироблення у МХ рідинного кріоагента і час підтримання робочої температури ППЕ в автономному режимі. Крім того, зменшило теплоприлив до МХ.

Радіальне введення трубок у теплообмінник дозволяє на 3мм збільшити його довжину (це 10% довжини теплообмінника) за рахунок ліквідування умови мінімуму вигину трубок, який більше 2,5 діаметрів труби, що виникає на початку намотування теплообмінника, коли штуцер-колектор і теплообмінник виконані як одне ціле.

Наявність паза в пластині зменшує контакт охолодженої частини МХ з масивними деталями штуцера-колектора. Розміщення вхідних трубок теплообмінника у лазі дозволяє зменшити довжину МХ. Теплообмінник виконано п'ятирядним для збільшення поверхні.

Сутність винаходи пояснюється кресленням, яке і показано на фіг. 1 і 2.

На фіг. 1 зображена блок-схема мікрокриогенної системи охолодження приймача променистої системи, де пусковий пристрій 1, установлений на балоні 2, балон заправлений робочим тілом (азот)

до тиску 35МПа, пусковий пристрій з'єднаний послідовно трубопроводом 3 з пневмороз'єднувачем 4 і двохсекційним мікрохолодильником 5, який має секцію зрідження 6 і секцію попереднього охолодження 7, корпус накопичувача кріоагента 8, на якому встановлено приймач променистої енергії 9.

На фіг. 2 показано загальний вигляд мікрохолодильника, де двохсекційний мікрохолодильник 5, має секцію зрідження 6 і секцію попереднього охолодження 7, стержень 10 з фланцем 11, штуцер-колектор 12, металокерамічний фільтр тонкого очищення 13, тонкостінний кожух 14 МХ, канали 15 на фланці 11 зроблені для виходу відробленого кріоагента, пластина 16, в якій виконано паз, нитка 17 (або фторопластова плівка).

Теплообмінник 6, 7 має чотири ряди навівки, які зроблені з капілярних трубок. Він міститься у тонкостінному циліндричному сталевому кожусі 14. МХ 5 має дві секції: секцію зрідження 6, яка утворена третім витим рядом і проходить транзитом через весь теплообмінник 6, 7, а потім виводиться з кожуха 14 МХ 5. Інші три ряди витих капілярних трубок 7 утворюють секцію попереднього охолодження. Трубки теплообмінника навиваються на полий стержень 10, а їх вхідні кінці впаєні в штуцер-колектор 12. У штуцері 12 встановлено металокерамічний фільтр 13, який забезпечує очищення кріоагента від механічних часток розміром більше 7мм. Внутрішня порожнина штуцера 12 є колектором, з якого кріоагент надходить до капілярних трубок теплообмінника 6, 7. Секція попереднього охолодження зібрана з трубок діаметром 0,45мм, товщина стінок яких 0,05мм (1,2 і 4 ряди теплообмінника), ці трубки оребрені мідним дротом діаметром 0,12мм з кроком 0,3мм. Вихідні кінці трубок секцій попереднього охолодження 7 (1,2, і 4 ряди) загерметизовано пайкою. На останніх витках кожної трубки виконано лекальний дросельний орган, який являє собою отвір діаметром, приблизно, 0,2мм.

Трубка секцій зрідження 8, виконує функцію розподіленого дроселя (у якому газ розширюється і одночасно охолоджується), який має сталий переріз по всій довжині, включаючи вихідний канал цієї трубки. Ущільнення зовнішньої ряду теплообмінника 7 і внутрішньої порожнини кожуха 14 виконується укладкою бандажа з ниток 17 (або наптькою тонкої фторопластової плівки). При виведенні трубок з теплообмінника зроблені канали 15 на фланці 11 стержня 10, а на пластині 16 є паз, це дозволяє підключити трубки теплообмінника 6, 7 до штуцера колектора 12 практично радіально. Канали на фланці 11 стержня 13 використовуються для виходу відробленого кріоагента з теплообмінника.

Балонна система охолодження приймача променистої енергії оптико-електронного приладу працює наступним чином. При розкритті пускового пристрою 1, азот високого тиску 35МПа з балону 2, проходячи послідовно трубопроводами 3 з пневмороз'єднувачем 4, надходить у двохсекційний мікрохолодильник 5. У мікрохолодильнику 5 азот високого тиску дроселюється у секціях попереднього охолодження 7 і зрідження 6 (див. фіг. 1, 2). Крім того, в секціях відбувається теплообмін між пото-

ками газу високого і низького тиску. Газ низького тиску рухається по теплообміннику у зворотньому напрямку після дроселювання. Відбувається рекуперація холоду, що приводить до пониження температури перед дросельними отворами обох секцій. Виходячи з трубки секції зрідження 6, охолоджений азот у вигляді паро-рідинної суміші, подається у корпус накопичувача кріоагента 8 для охолодження ППЕ 9. Охолодження ППЕ 9 забезпечується завдяки теплоті пароутворення рідинної фази та накопиченням стекловолокном (пориста структура) рідинною азоту в порожнині корпусу накопичувача 8 та ППЕ 9.

У момент виключення системи охолодження, розмикається пневмороз'єднувач 4 і припиняється подача азоту у мікрохолодильник 6. При автономній роботі оптико-електронного приладу робоча температура приймача променистої енергії підтримується за рахунок випаровування рідинною азоту, накопленого у корпусі накопичувача 8 ППЕ 9.

Використання пропонуємого винаходу мікрохолодильника для охолодження приймача променистої енергії оптико-електронного приладу при порівнюванні з прототипом дозволяє:

- зменшити час виходу на робочий режим за рахунок наявності теплової розв'язки між теплообмінником мікрохолодильника і штуцером колек-

тором, привади́ть до зменшення витрат на охолодження деталей мікрохолодильника, особливо в пусковий період,

- збільшити вихід рідинної фази кріоагента за рахунок зменшення теплопритоків до конструкції теплообмінника,

- розташувати мікрохолодильник по довжині оптико-електронного приладу,

- збільшити, приблизно, на 5-8 відсотків поверхню теплообміну за рахунок радіального підключення трубок до теплообмінника.

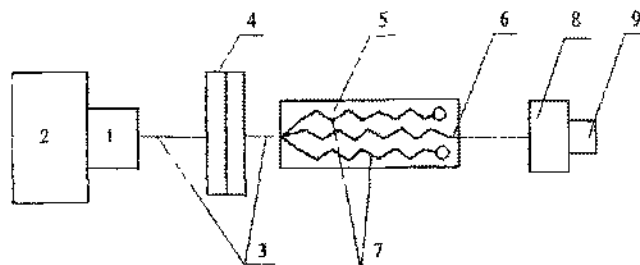
Ефективність пропонуємого технічного рішення була підтверджена дослідженнями 30 мікрохолодильників в складі приймачів променистої енергії, встановлених в тепловий емпіатор.

Дослідження довели, що пропонуємий мікрохолодильник забезпечує підвищення теплофізичних параметрів приймачів променистої енергії порівняно з серійними мікрохолодильниками такого класу, а саме:

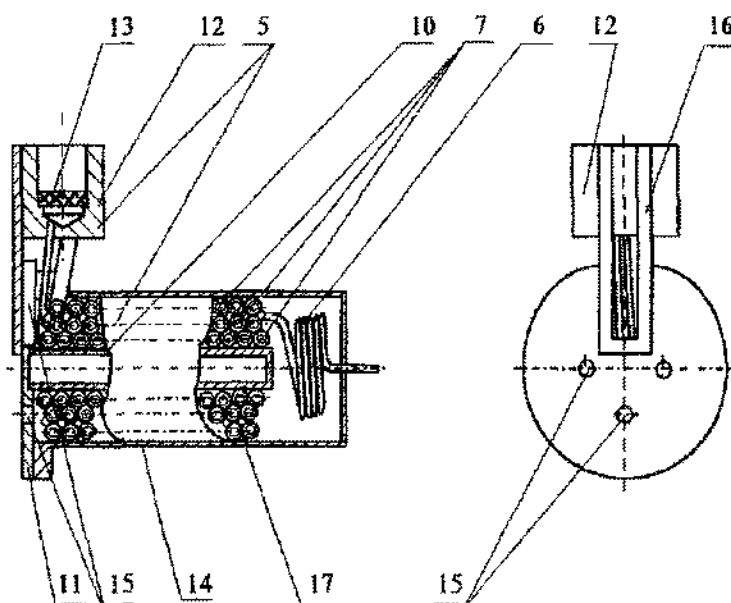
- знижує час виходу на режим, приблизно на 0,2-0,5с,

- збільшує витрати кріоагента з балона за рахунок зменшення кінцевого тиску на 0,5-1Мпа,

- збільшує час підтримування робочої температури приймача променистої енергії у автономному режимі (приблизно, на 2-5с) завдяки виробітку МХ більшої кількості рідинної фази



Фіг. 1



Фіг. 2

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)
вул. Сім'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна
(044) 456 – 20 – 90

ТОВ "Міжнародний науковий компет"
вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна
(044) 216 – 32 – 71