



УКРАЇНА

(19) UA (11) 57199 (13) A

(51) 7 F25B9/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДВидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ДВОСЕКЦІЙНИЙ МІКРОХОЛОДИЛЬНИК

1

2

(21) 2001096400

(22) 18 09 2001

(24) 16 06 2003

(46) 16 06 2003, Бюл. № 6, 2003 р.

(72) Плюхін Геннадій Сергійович, Ринковий Федір Федорович, Кочергін Ігор Григорович, Чалий Дмитро Олексійович, Шиганський Юрій Валентинович

(73) КАЗЕННЕ ПІДПРИЄМСТВО "ЦЕНТРАЛЬНЕ КОНСТРУКТОРСЬКЕ БЮРО "АРСЕНАЛ"

(57) 1 Двосекційний мікрохолодильник, що містить стержень, на який навито багаторядний трубчатий витий теплообмінник, який має секцію попереднього охолодження і секцію зрідження, виведену транзитом з багаторядного витого теплообмінника і кожуха мікрохолодильника,

входи трубок підключені до штуцера-колектора, а багаторядний витий теплообмінник вміщено в кожух мікрохолодильника, який відрізняється тим, що секція зрідження виконана багаторядною, ряди теплообмінника секцій попереднього охолодження і зрідження чергуються, причому трубки секції зрідження виконані неоребренними і розміщені в проміжках поміж витками оребrenних трубок секції попереднього охолодження, вихідні кінці трубок секції зрідження на холодному кінці теплообмінника виконані у вигляді витих спіралей і виведені з кожуха мікрохолодильника

2 Двосекційний мікрохолодильник за п. 1, який відрізняється тим, що останній ряд теплообмінника секції попереднього охолодження виконано неоребrenним

Запропонований винахід відноситься до систем охолодження, а конкретно до балонних дросельних систем (МКС), 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 Дьюара, 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 качаються відносно подовженої осі ОЕП в деяким тілесним куті

У мікрокриогенній техніці існує мікрохолодильник з паралельним дроселюванням криоагента, який використовується для охолодження приймачів променистої енергії і належить до групи "бризкаючих" мікрохолодильників. Він найбільш близький до запропонованого технічного рішення і тому його вибрано за прототип (А.с. №377591 /СССР /Микрохолодильник/ В.И. Животовский, Л.Д. Корнеевко и Ю.В. Шиганский. Опубл. в Б.И., №18, 1973).

Мікрохолодильник, має стержень, на який навито багаторядний трубчатий витий теплообмінник, вхідні кінці трубок якого підключені до штуцера-колектора. Теплообмінник уміщено в кожух, з холодного кінця теплообмінника виходить транзитна трубка.

Мікрохолодильник в складі балонної дросельно-мікрокриогенної системи працює таким чином: азот, стиснутий до робочого тиску 35 МПа, накопичується в балоні. В процесі роботи азот високого тиску надходить в МХ. Внаслідок паралельного розширення азоту в МХ, відбувається теплообмін між потоками газу високого і низького тиску. Газ низького тиску рухається по теплообміннику у зворотному напрямку після дроселювання. Відбувається

(13) A  
(11) 57199  
(19) UA

рекуперація холоду, що приводить до зниження температури перед дросельними отворами. Попередньо охолоджений азот в транзитній трубці виробляє паро-рідинну суміш, яка охолоджує приймач променистої енергії. Рідинний азот накопичується в порожнині корпусу ППЕ до початку автономного режиму. В період автономного режиму робочий рівень температури ППЕ забезпечується за рахунок випаровування рідинної фази азоту в порожнині корпусу ППЕ.

До основних недоліків двосекційного мікрохолодильника треба віднести те, що в ньому неоднаково розподіляється теплове навантаження секцій зрідження на багаторядний трубчатий витий теплообмінник (секція попереднього охолодження). Це приводить до зменшення кількості виробленого рідинного криоагента, особливо в пусковому періоді, до збільшення часу виходу на режим ППЕ і, як наслідок, скорочує час підтримування робочої температури ППЕ в автономному режимі. Додаткові витрати криоагента на підвищення характеристик системи охолодження приводить до зменшення часу роботи СО від балона і збільшення кінцевого тиску.

В основу винаходу поставлено завдання по створенню двосекційного мікрохолодильника з підвищеними характеристиками, який зменшив час виходу на режим ППЕ за допомогою збільшення кількості рідинного криоагента у потоці секції зрідження, покращив теплообмін між секціями мікрохолодильника, скоротив час накопичування рідинного криоагента у корпусі ППЕ для забезпечення необхідного часу автономної роботи, збільшив час підтримування робочої температури ППЕ в автономному режимі роботи приладу.

Для вирішення поставленої задачі у двосекційному мікрохолодильнику, що містить стержень, на який навито багаторядний трубчатий витий теплообмінник, який має секцію попереднього охолодження і секцію зрідження, виведену транзитом з багаторядного витого теплообмінника і кожуха мікрохолодильника входи трубок якого підключені до штуцера-колектора, а багаторядний витий теплообмінник вміщено в кожух мікрохолодильника, секція зрідження виконана багаторядною, ряди теплообмінника секцій попереднього охолодження і зрідження чергуються, причому трубки секції зрідження виконані неореброваними і розміщені в проміжках витків ореброваних трубок секції попереднього охолодження, вихідні кінці трубок секції зрідження на холодному кінці теплообмінника виконані у вигляді витих спіралей і виведені з кожуха мікрохолодильника. Крім того, останній ряд теплообмінника секції попереднього охолодження виконано неореброваним. Зроблені зміни дозволили покращити характеристики МХ і вирішити поставлену задачу.

Використання вищевикладених технічних рішень дозволяє

рівномірно розподілити теплове навантаження секції зрідження по перерізу зворотного потоку і зменшити втрати від неповної рекуперації тепла (холоду) в багаторядному теплообміннику,

збільшити поверхню теплообміну секції зрідження до 2-х і більше разів, що дозволить збільшити вихід рідинної фази криоагента,

попільшити теплообмін між секціями зрідження і попереднього охолодження за рахунок скерованого на транзитні трубки руху криоагента, у зворотному напрямку після дроселювання, що приводить до збільшення вироблення мікрохолодильником рідинного криоагента на меншій довжині теплообмінника (порівняно з серійним МХ),

покращити теплообмін між рядами теплообмінника за рахунок того, що ряди теплообмінника секцій попереднього охолодження і зрідження чергуються. Крім того, зменшуються витрати криоагента в трубках теплообмінника і перерозподіляються втрати криоагента в додатковий неоребрований ряд секції попереднього охолодження, що дозволяє зменшити температуру недорекуперації відпрацьованого криоагента на виході з мікрохолодильника,

зменшити теплоприплив до мікрохолодильника за рахунок скорочення його габаритів і зниження теплообміну між тонкостінним кожухом МХ і багаторядним теплообмінником тому, що останній ряд трубки теплообмінника виконано неореброваним,

виключити проскакування криоагента в зворотному напрямку між тонкостінним кожухом МХ і багаторядним теплообмінником за рахунок більш щільної посадки порожнини кожуха МХ на зовнішній ряд секції попереднього охолодження, що сприяє кращому теплообміну між секціями.

Суть винаходу пояснюється кресленнями, які показані на фіг 1 і фіг 2.

На фіг 1 - зображена блок-схема мікрокриогенної системи охолодження приймача променистої енергії, де пусковий пристрій 1, установлений на балон 2, заправлений робочим тілом (азот) до тиску 35МПа, пусковий пристрій 1 з'єднаний послідовно трубопроводом 3 з пневмороз'єднувачем 4 і двосекційним мікрохолодильником 5, який має секцію зрідження 6 і секцію попереднього охолодження 7, корпус накопичувача криоагента 8, на якому встановлено приймач променистої енергії 9.

На фіг 2 - показано загальний вигляд двосекційного мікрохолодильника 5, який має секцію зрідження 6 і секцію попереднього охолодження 7, стержень 10, штуцер-колектор 11, металокерамічний фільтр тонкого очищення 12, тонкостінний кожух 13 МХ 5, на фланці якого зроблені канали 14 для виходу криоагента, днище 15 кожуха двосекційним МХ 5, нитку 16 (або фторопластову плівку).

Теплообмінник складається із секції зрідження 6 і секції попереднього охолодження 7 і має шість рядів навивки, які зроблені з капілярних трубок. Він міститься у тонкостінному циліндричному сталевому кожусі 13. Секція зрідження 6 утворена другим і четвертим витими рядами і проходить транзитом через весь теплообмінник, а потім виводяться з днища 15 кожуха МХ 5. Інші чотири ряди витих трубок утворюють секцію попереднього охолодження 7. Трубки теплообмінника навито на

полий стержень 10, а їх вхідні кінці вляпані в штуцер-колектор 11. У штуцері встановлено метапокерамичний фільтр 12, який забезпечує очищення криоагента від механічних частинок розміром більше 7мкм. Внутрішня порожнина штуцера 11 є колектором, з якого криоагент надходить до капілярних трубок теплообмінника. Секція попереднього охолодження 7 зібрана з трубок діаметром 0,45мм, товщина стінок яких 0,05мм (1, 3 і 5 ряди теплообмінника), які оребровані мідним дротом діаметром 0,12мм з кроком 0,3мм, а шостий ряд теплообмінника, який входить у цю секцію, зроблено з неореброваної трубки такого ж діаметра. Вихідні кінці трубок секції попереднього охолодження 7 (1, 3, 5 і 6 ряди) загерметизовано пайкою. На останніх витках кожної трубки виконано локальний дросельний орган, який являє собою отвір діаметром, приблизно, 0,1мм.

Дві трубки секції зрідження 6 виконують функцію розподіленого дроселя, в якому газ розширюється і одночасно охолоджується. Ці трубки мають однаковий сталий переріз по всій довжині, включаючи вихідний канал кожної трубки. Ущільнення зовнішнього ряду теплообмінника і внутрішньої порожнини кожуха 13 виконується укладкою бандажа з ниток 16 (або намотуванням тонкої фтороїластової плівки). Канали на фланці 14 кожуха 13 двосекційного МХ 5 використовуються для виходу відпрацьованого криоагента з теплообмінника.

Балонна система охолодження приймача променистої енергії оптико-електронного приладу працює наступним чином. При розкритті пускового пристрою 1, азот високого тиску з балону 2, проходячи послідовно трубопроводи 3 з пневмороз'єднувачем 4, надходить до двосекційного мікрохолодильника 5. У двосекційному 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 потоками газу високого і низького тисків. Газ низького тиску рухається по теплообміннику у зворотному напрямку після дроселювання. Відбувається рекуперація холоду, що приводить до пониження температури перед дросельними отворами обох секцій. Виходячи з трубок секції зрідження 6, охолоджений азот у вигляді паро-рідинної суміші, подається у корпус накопичувача криоагента 8 для охолодження ППЕ 9. Охолодження ППЕ 9 забезпечується завдяки

теплу пароутворення рідинної фази та накопиченням скловолокон (пориста структура) рідинного азоту в порожнині корпусу накопичувача 8 та ППЕ 9.

Використання запропонованого винаходу двосекційного мікрохолодильника для охолодження приймача променистої енергії оптико-електронного приладу при порівнянні з прототипом дозволяє

зменшити габарити і масу двосекційного МХ 5, зменшити час виходу на робочий режим за рахунок кращого теплообміну між секціями зрідження і попереднього охолодження,

збільшити тривалість роботи системи охолодження двосекційного МХ від балона,

збільшити поверхню теплообміну секції зрідження до двох і більше разів за рахунок того, що вона виконана багаторядною,

збільшити вихід рідинної фази криоагента за рахунок збільшеної поверхні теплообміну секції зрідження і кращого теплообміну між секціями зрідження і попереднього охолодження. Крім того, за рахунок скерованого руху криоагента після дроселювання у зворотному напрямку на транзитні трубки,

зменшити температуру недорекуперації, відпрацьованого криоагента на виході з мікрохолодильника за рахунок поліпшення теплообміну між секціями і рядами багаторядного теплообмінника.

Ефективність запропонованого технічного рішення була підтверджена дослідженнями двох двосекційних мікрохолодильників (у складі приймачів променистої енергії), встановлених в тепловий імітатор.

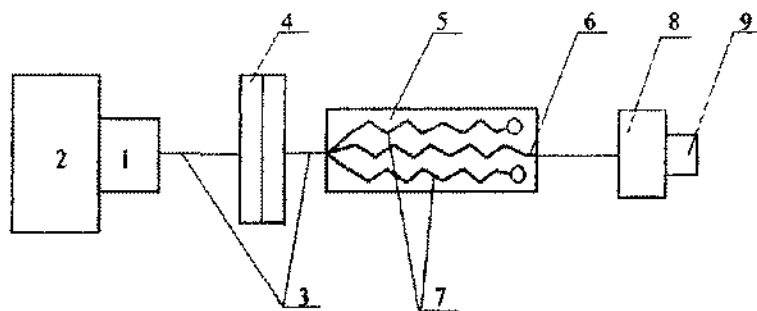
Дослідження довели, що запропонований мікрохолодильник забезпечує підвищення теплофізичних параметрів приймачів променистої енергії порівняно з серійними мікрохолодильниками такого класу, а саме

знижує час виходу на режим, приблизно, на 1,0с,

збільшує витрату криоагента з балона за рахунок зменшення кінцевого тиску до 1,5МПа,

збільшує час підтримування робочої температури приймача променистої енергії в автономному режимі (приблизно, на 4 7с) завдяки виробленню двосекційним МХ більшої кількості рідинної фази.

Крім того, запропонований двосекційний мікрохолодильник дозволяє збільшити тривалість роботи системи від балона до 7%



Фиг. 1

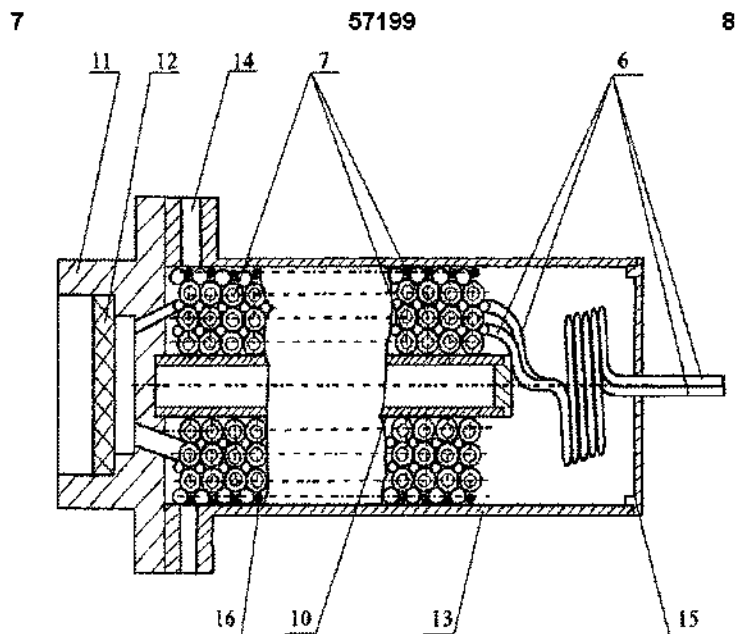


Fig. 2