



УКРАЇНА

(19) UA (11) 35794 (13) A

(51) 6 F01K25/00

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

(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ МІКРОМІНІАТЮРНОГО ТЕПЛООБМІННИКА

(21) 98105234

(22) 05.10.1998

(24) 16.04.2001

(33) UA

(46) 16.04.2001, Бюл. № 3, 2001 р.

(72) Бондаренко Станіслав Іванович, Фенченко Володимир Миколайович, Фенченко Микола Володимирович

(73) Спеціальне конструкторсько-технологічне бюро з кріогенної техніки Фізико-технологічного інституту низьких температур ім. В.І. Веркіна НАН України

(57) Спосіб виготовлення мікромініатюрного теплообмінника, що включає формування мікроканалів у пластинах із аморфного немагнітного матеріалу і з'єднання пластин в один блок шляхом нагрівання до розм'якшення матеріалу і подальшого охолодження до кімнатної температури, який відрізняється тим, що з'єднання пластин в один блок проводять в 2-4 цикли нагрівання-охолодження при стисненні пластин зусиллям 900 ± 100 Н/кв.м, причому в кожному циклі температуру підвищують із швидкістю $1,5 \pm 0,5$ К/с, а при охолодженні знижують за експонентним законом протягом $1 \pm 0,5$ год.

Винахід відноситься до холодильної техніки і призначений для виготовлення рекуперативних та регенеративних теплообмінників, що працюють в умовах, коли їх розміри мають вирішальне значення, наприклад, для мініатюрних і мікромініатюрних систем різного призначення - дросельних охолоджувачів малої потужності і таке інше.

Відомий спосіб виготовлення мініатюрних теплообмінників (див. патент США 4386505 кл. F25B19/00 від 12.07.83 [1]), згідно з яким мікромініатюрний теплообмінник виготовляється із пластин з аморфного матеріалу (кварц, скло), в яких виконані мікроканали для руху газу. Пластины з'єднуються в один блок при нагріванні всієї системи до температури розм'якшення матеріалу.

Як і прототип, спосіб за даним патентом включає формування мікроканалів в пластинах з аморфного матеріалу та з'єднання їх в один блок шляхом нагрівання до температури розм'якшення матеріалу і подальшого охолодження до кімнатної температури.

Причиною, що заважає одержанню технічного результату, є складність визначення оптимального часу нагрівання, що обумовлено неможливістю контролю температури в місцях з'єднання пластин. Внаслідок цього, при недостатньому часі нагрівання не забезпечується потрібна міцність з'єднання. Форма та розміри мікроканалів при цьому зберігаються. При занадто великому часі нагрівання забезпечується потрібна міцність з'єднання, але канали втрачають форму - "запливають". І в тому, і в іншому випадку має місце великий процент браку.

В основу винаходу покладено завдання створити такий спосіб виготовлення мікромініатюрного

теплообмінника, в якому новий циклічний режим нагрівання-охолодження дозволив би забезпечити достатню міцність в місцях з'єднання пластин при збереженні розмірів і форми мікроканалів, і за рахунок цього зменшити процент браку.

Суть винаходу полягає в тому, що в способі виготовлення мікромініатюрного теплообмінника, що включає формування мікроканалів в пластинах із аморфного матеріалу і з'єднання пластин в один блок шляхом нагрівання до розм'якшення матеріалу і подальшого охолодження до кімнатної температури, з'єднання пластин в один блок проводять в 2-4 цикли нагрівання-охолодження при стисненні пластин з зусиллям (900 ± 100) Н/м², причому в кожному циклі температуру підвищують із швидкістю $(1,5 \pm 0,5)$ К/с, а при охолодженні знижують за експонентним законом на протязі $(1 \pm 0,5)$ год.

Винахід відрізняється від прототипу тим, що з'єднання пластин в один блок проводять в 2-4 цикли нагрівання-охолодження при стисненні пластин з зусиллям (900 ± 100) Н/м², причому в кожному циклі температуру підвищують із швидкістю $(1,5 \pm 0,5)$ К/с, а при охолодженні знижують за експонентним законом на протязі $(1 \pm 0,5)$ год.

Досягнення технічного результату засновано на тому, що при нагріванні збірки пластин до розм'якшення матеріалу з великою швидкістю і швидкому охолодженні мікроканали не встигають втратити розміри і форму, а повторення циклу нагрівання-охолодження забезпечує в місцях з'єднання пластин потрібну міцність.

Експериментально було встановлено, що охолодження повинно проводитись швидко тільки спочатку, коли температура велика, і більш пові-

льно в міру зниження температури. При цьому вдається уникнути внутрішніх напружень, які знижують міцність блока. Швидке охолодження на початковому етапі і більш повільне в міру зниження температури може бути реалізовано по експонентному закону. Експериментально було встановлено, що при нагріванні температура повинна підвищуватись із швидкістю $(1,5 \pm 0,5)$ К/с, при меншій швидкості зростає небезпека втрати мікроканалів розмірів і форми, а при більшій швидкості з'являється небезпека появи тріщин в пластинах. Охолодження проводиться в тій же камері при відключенні нагрівача. При цьому реалізується експоненційний закон охолодження. Час охолодження складає від 30 хв до 1,5 год залежно від властивостей скла.

Для забезпечення потрібної механічної міцності пластини повинні буди стиснуті між собою під час нагрівання та охолодження. Оптимальна величина зусилля стиснення була визначена експериментально, вона складає (900 ± 100) Н/м². Якщо зусилля буде більшим, то виникає небезпека деформування макроканалів під час нагрівання при розм'якшенні матеріалу. Якщо стиснення менш сильне, то не забезпечується максимальна міцність з'єднання.

Як приклад, що підтверджує можливість реалізації винаходу, наведена технологія, за якою в СКТБ з КТ ФТІНТ НАН України було виготовлено зразки теплообмінників. Матеріал теплообмінників - скло. Пластини з мікроканалами було стиснуто в один блок з зусиллям 1000 Н/м². Температура при з'єднанні пластин підвищувалась із швидкістю 2 К/с. Такий темп було реалізовано шляхом поміщення теплообмінника в попередньо розігріту до 700 К масивну камеру, температура в якій підтримувалась регульованим нагрівачем великої потужності. Охолодження за експонентним законом було реалізовано шляхом охолодження в тій же камері при відключеному нагрівачу. При цьому час охолодження до кімнатної температури був 1,5 год. Всього було проведено 3 цикли нагрівання-охолодження. Подальші дослідження показали, що міцність одержаного за такою технологією з'єднання складала 0,9 міцності монолітного матеріалу при практично повному збереженні форми і розмірів мікроканалів.

Джерела інформації

1. Патент США 4386505, МКІ F25B19/00 від 4.04.82.

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60х84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22
