

Винахід відноситься до теплотехніки, може використовуватись при створенні теплопередаючих пристроїв, переважно у контурних теплових трубах (КТТ), відомих як LHPs (Loop Heat Pipes) або CPL Capillary Pumped Loops).

Відома тепла труба з прямокутним перетином, яка містить загальний корпус, з зонами випарювання і конденсації, в якому розміщено капілярну структуру у вигляді спеченого металевих волокна, яка забезпечує евакуацію із конденсатора рідини і сама конденсація пару відбувається на її поверхні.

Суттєвим недоліком такого конденсатора є низька спроможність теплопередачі, що обумовлено додатковим термічним опором значної товщини шару рідини, яка заповнює капілярну структуру [Семена М.Г., Гершуни А.Н., Зарипов В.К. Тепловые трубы с металловолоконистой капиллярной структурой. К.: Выща школа, 1984, с.130].

Широким визнанням в системах теплового контролю користуються конструкції контурних теплових труб, які складаються із зон нагріву та конденсації, з'єднаних трубопроводами (капілярами), які забезпечують подачу пари в конденсатор і повернення конденсату в зону нагріву. Конденсатор такої труби має вигляд змійовика (Тепловая труба. А.с. СРСР, №987354, F28D15/00, 1981, Б.И. №1, 07.01.88). Недоліком такого конденсатора є низька ефективність його роботи, пов'язана з накопиченням рідини в порожнині конденсатора, в якому залишається менше третини поверхні для ефективної конденсації пари.

Розвиток конструкцій КТТ (CPL та LHP) з плоскими зонами нагріву і конденсації, де зроблена спроба використати плоский конденсатор з розвинутою площею тепловіддачі наведена модернізація конденсатора зведена до напаявання традиційного змійовика на металеву пластину [Стаття: Development and Tests Results of Loop Heat Pipes with a Flat Evaporator. 12th IHPC. p.134-138]. І в цій конструкції зберігаються вади наведеного перед цим аналогом. Більша частина конденсатора заповнена рідиною.

За прототип технічної пропозиції слід вважати конструкцію конденсатора, яка є найбільш близькою конструкцією до пропонуємого пристрою, наведеного у статті M.T.North, D.B.Sarraf, J.H.Rosenfeld, Yu.F.Maidanik and S.Vershinin - High Heat Flux Loop Heat Pipes. Proceed of the 6th European Symposium on Space Environmental Control System, The Netherlands, 1997, p.372, який є невід'ємною частиною КТТ. Цей конденсатор включає коаксialний циліндричний корпус з трубопроводами (капілярами) вводу і виводу пари та конденсату, внутрішня порожнина конденсації по довжині виконана перемінного перетину за рахунок конусного профілю поверхонь, утворюючих цю порожнину. Такий конденсатор вважається одним з найбільш ефективних для КТТ цього класу.

Разом з тим, такий конденсатор не позбавлений деяких недоліків, які суттєво звужують межі його використання. Конструкція такого конденсатора не забезпечує однаково ефективного тепловідводу зовнішньої і внутрішньої сторони коаксialу, в разі необхідності ефективного тепловідводу конвекцією газового (повітряного) потоку. Окрім того, навіть у разі ускладнення такої конструкції конденсатора шляхом розміщення всередині додаткового коаксialного елемента конденсатора меншого діаметра, ці два (і більше) елементи поєднуються один з одним гідравлічно - послідовно. Така схема має вади, які розглядалися вище і пов'язані із значним заповненням конденсаційної порожнини конденсатом. Спроби з'єднання цих елементів гідравлічно-паралельно призводили до значних технологічних ускладнень. До недоліку можна віднести і практичну неможливість використання у такій конструкції, матеріалів з різними теплофізичними властивостями. Цей недолік стає актуальним при необхідності "розвинення" зовнішніх поверхонь конденсатора оребренням різних типів і та ін.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалити конденсатор КТТ шляхом розміщення всередині профільованих поверхонь конденсації додаткового елемента з наскрізними отворами та направляючими каналами, що забезпечує підвищення ефективності тепловідводу від конденсатора повітряною (газовою) конвекцією а також ефективності евакуації конденсатора з полостей активної конденсації пари.

Поставлена задача вирішується тим, що в наведеній конструкції конденсатора контурної теплової труби, що містить корпус з трубопроводами (капілярами) вводу і виводу пари та конденсату з профільними поверхнями конденсації, що утворюють замкнені порожнини, новим є те, що корпус КТТ виконано з двох симетричних частин, з'єднаних між собою, всередині профільованих поверхонь яких розміщено додатковий елемент з наскрізними отворами та направляючими каналами, що з'єднують ввід пари та вивід конденсату з замкненими порожнинами.

На кресленні відображено схему пропонуємої конструкції конденсатора КТТ з подовжнім його розрізом (фіг.1) та з подовжнім розрізом між двома частинами корпусу конденсатора (фіг.2).

Запропонована конструкція конденсатора КТТ включає корпус, який складається з двох симетричних частин: верхньої 1 та нижньої 2 з профільними поверхнями конденсації 3 і 4 (умовно верхня і нижня, відповідно); розміщений між ними додатковий елемент 5 з наскрізними отворами 6, 7 і 8 та направляючими каналами 9 і 10, що з'єднують трубопроводи вводу пари 11 та виводу конденсату 12 з замкненими конденсаційними порожнинами 13 і 14. При цьому наскрізні отвори вводу пари 6 і 7 розміщені симетрично по периферії порожнин з обох боків і з'єднуються між собою направляючим каналом 9, а в центрі додаткового елемента наскрізний отвір 8 з'єднує гідравлічно конденсаційні порожнини 13 і 14 з направляючим каналом 10 і трубопроводами виводу конденсату 12, що зменшує гідравлічний опір руху рідини. Ущільнення (герметизація) деталей конденсатора передбачається відомим способом, у даному випадку різьбовим з'єднанням 15. При цьому кількість з'єднань 15 вибирається залежно від умов тепловідводу, наприклад, приєднання з обох сторін конденсатора рідинних теплообмінників або розвинених поверхонь разом з вентиляторами в разі відводу тепла повітряною (газовою) конвекцією.

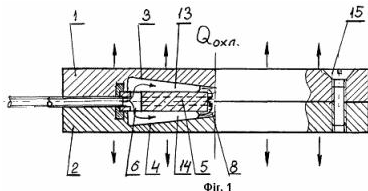
Елементи, що складають конструкцію конденсатора КТТ, для збільшення ефективності теплообміну при конденсації пари і відводу теплового потоку в оточуюче середовище, можуть бути виконані із матеріалів з різними механічними і теплофізичними властивостями.

Запропонований конденсатор працює таким чином.

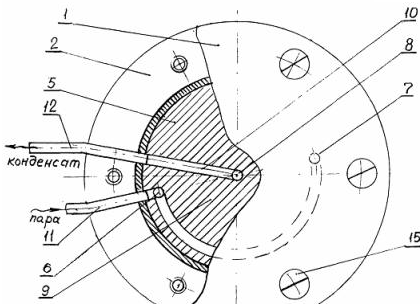
Пара через трубопровід 11 поступає до наскрізних отворів 6 і 7 в додатковому елементі 5 і попадає в порожнини 13 і 14, де відбувається її конденсація. Конденсат динамічним, напором пари, зумовленим перепадом її тиску відтісняється до центру порожнин і через наскрізний отвір 8 і направляючий канал 10 спрямовується в конденсаторовід 12 і далі до зони нагріву КТТ, де відбувається генерація пари, яка спрямовується в паропровід 11 конденсатору. Відбувається безперервний цикл, поки буде до зони нагріву КТТ підводитись тепловий потік, а в зоні конденсації має місце його стік у середовище з меншим тепловим потенціалом (вода, повітря і та ін.).

Інтенсифікація передачі тепла в конденсаторі обумовлена такими чинниками:

- мінімальною площею конденсатної "пробки", що конструктивно забезпечується симетричною подачею в порожнину конденсації пари через наскрізні отвори або щілини;
- поступовим зменшенням к центру перетину конденсаційної порожнини, що сприяє симетричному формуванню сконденсованої рідини, у відповідності з критерієм Бонда:  $Bo = (\rho g R^2 / \sigma) < 0,8$  (де:  $\rho$  - густина рідини,  $\text{кг/м}^3$ ;  $g$  - прискорення вільного падіння,  $\text{м/с}^2$ ;  $R$  - умовний радіус,  $\text{м}$ ;  $\sigma$  - коефіцієнт поверхневого натягу рідини,  $\text{Н/м}$ ), який, з наближенням до наскрізного отвору для відводу конденсату, послідовно зменшується;
- запропонована конструкція дозволяє добирати для поверхонь конденсації матеріали, які, з огляду на їх механічні, фізичні та хімічні властивості, сприяють крапельній конденсації. Це стосується також і покриття поверхонь конденсації шаром речовини з низькою змочуваністю.



Фиг. 1



Фиг. 2