



УКРАЇНА

(19) UA (11) 28868 (13) U

(51) МПК (2006)

F28F 13/00

F28D 3/00

F28D 7/10

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ТЕПЛООБМІННИЙ ЕЛЕМЕНТ ЗІ ЗМЕНШЕНОЮ ЄМНІСТЮ РОБОЧОГО ТІЛА

1

2

(21) u200709129

(22) 09.08.2007

(24) 25.12.2007

(72) ПРИТУЛА ВАЛЕРІЙ ВАСИЛЬОВИЧ, UA,
РУСОВ ЄВГЕН ХРИСТОФОРОВИЧ, UA, ГОГОЛЬ
ОЛЕКСІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, UA, КОВАЛЕНКО
СЕРГІЙ ОЛЕКСІЙОВИЧ, UA(73) ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ХОЛОДУ,
UA

(56)

(57) 1. Теплообмінний елемент теплоенергетичних
або холодильних комплексів, до складу якого
входить труба, оребрена прокатно-гвинтовим
способом, із алюмінію або міді, який
відрізняється тим, що для зменшення ємності
робочого середовища та інтенсифікації
теплообміну у кожну трубу поміщають стрижень-
витискувач.2. Теплообмінний елемент за п. 1, який
відрізняється тим, що для ефективної роботи
стрижень-витискувач вісесиметрично
розміщується у трубі вільно на ніжках фіксатора,
розташованих під кутом 120°, а фіксатори щільно
сидять на витискувачі на відстані 15-20 діаметрів
труби, сам стрижень-витискувач закріплюється на
двох кінцях труби пружинними скобами.3. Теплообмінний елемент за пп. 1, 2, який
відрізняється тим, що всередині труби
інтенсифікація теплообміну досягається внаслідок
турбулізації середовища у спіральному каналі між
стінками витискувача і канавками в стінках труби,
утвореними у процесі прокатно-гвинтової
технології.4. Теплообмінний елемент за п. 3, який
відрізняється тим, що додаткова турбулізація
потoku здійснюється ніжками фіксатора, які
відхилені відносно осі стержня на 3-5°, а довжина
їх у напрямку руху дорівнює діаметру витискувача.5. Теплообмінний елемент за п. 1, який
відрізняється тим, що для надійності і
довговічності матеріал витискувача повинен бути
термостійким (кераміка, графіт і його композиції,
полімерні матеріали) і інертним до фреонів, їх
мастил і водних розчинів етиленгліколю або
гліцерину.6. Теплообмінний елемент за п. 1, який
відрізняється тим, що для інтенсифікації
теплообміну з боку зовнішнього оребрення
необхідно зменшувати коефіцієнт оребрення,
тобто збільшувати крок між ребрами, де
екстремум турбулізації відповідає найбільшому
кроку, який утворює максимальний кут між
вектором потоку і поверхнями ребер.Винахід має відношення до теплоенергетики і
холодильної техніки.Конструкція теплообмінного елемента знайде
попит на об'єктах енергетики і холодильної
техніки, де крім високої ефективності теплообміну
необхідна мінімізація об'єму апарата по тепло
холодоносію або холодоагенту.Необхідність у малому об'ємі системи
диктується як з економічних міркувань, так і за
вимогами екології і вибухо-пожежної безпеки.Використання теплообмінних апаратів, до
складу яких входять малоємні елементи
характеризується високою інтенсивністю
теплообміну з обох сторін.Зовнішні реберні поверхні працюють
інтенсивно внаслідок відсутності контактної-
термічного опору між ребром і трубою, що має
місце у сучасних насадних пластинчатих або
नावивних ребрах.Завдяки відомій прокатно-гвинтовій технології
виготовлення ребро є продовженням стінки труби.
Крім цього, ребро у перерізі має трапецеїдальну
форму, що забезпечує рівномірне розподілення
тепла по всій його висоті. Поверхні ребер
орієнтовані відносно потоку повітря під деяким
кутом, залежно від кроку між ребрами, що
забезпечує турбулізацію потоку повітря і
інтенсифікує теплообмін.

(13) U

(11) 28868

(19) UA

Висока інтенсивність теплообміну, при зменшенні більш як у 1,5 рази внутрішнього об'єму елемента, досягається внаслідок розміщення всередині по всій довжині труби стрижня-витискувача. В результаті у трубі утворюється своєрідний спіральний канал між витискувачем і спіральними канавками на стінці труби, що були утворені під час прокатно-гвинтової технології ребрення.

Використання теплообмінних елементів, що пропонуються забезпечує мало витратну прогресивну, екологічно чисту технологію при виготовленні, а також високу (вищу ніж в аналогах) інтенсивність теплообміну при мінімальній ємності у теплообмінному елементі робочого середовища. Нижче наведені аналоги і прототип, вивчення особливостей яких дає можливість об'єктивно оцінити досконалість пристрою, що пропонується.

[A.C. SU 1467363 Al. F28F13/12, 23.03.89. Бюл. №11].

Задача - інтенсифікація теплообміну труби.

Труба складається з циліндричних елементів, які розділяються діафрагмами з отворами і містять кульові елементи. Кожний елемент розміщується у відповідному елементі. Діаметр отворів у діафрагмах елементів менше за діаметр кулі, а діаметр кулі менше за внутрішній діаметр елемента.

Під час руху теплоносія кулька зависає у струмі на деякій відстані від отвору і струм теплоносія відхиляється наближаючись до поверхні стінок циліндричного елемента, пристінний шар теплоносія турбулізується, покращуючи інтенсивність теплообміну на 30-35%. Метод підвищення інтенсивності теплообміну зрозумілий і простий, але реалізація пристрою трудомістка і за складною технологією.

Кожний елемент є окремий виріб з точною геометрією і суворою послідовністю при виготовленні. У процесі експлуатації, внаслідок постійної зміни гідравлічного опору, перші кульки на вході будуть намагатися перекрити отвори у діафрагмі елемента, а на кінці труби - навпаки, внаслідок незначного руху носія, куля буде опускатись до нижнього елемента. Явище буде спостерігатись, особливо, під час руху в'язкого теплоносія при вертикальному розміщенні труби. Авторами не вказані матеріал і масові характеристики кульок для використання у трубах з різким і в'язким теплоносієм.

[A.C. 954787 F28F13/06, F28F1/10, F28D7/00, 30.08.82. Бюл. №32]

Пристрій для закручування теплоносія у трубчастому теплообмінному апараті.

Задача - підвищення технологічності.

Задача досягається завдяки завихрителю, що розміщується у кожній трубі викопного у вигляді равлика. Завихрителі у трубах плавно з'єднуються на дотичній, а равликоподібні - оснащені загальною кришкою. Повітряний потік поступає у завихритель, де повільно закручується і рухається у трубі, обертаючись і переміщуючись вздовж труби.

На відміну від відомих пристроїв для закручування теплоносія, де на вході є гострі кромки і необхідно виготовляти для кожного

равлика кришки, технологія, що пропонується, забезпечує плавний вхід у равлик кожної труби труби оснащені загальною кришкою.

Стосовно інтенсивності тепловіддачі закрученого потоку повітря у трубі виникає сумнів тому, що внаслідок тертя потоку повітря об стінки труби закручений струм одразу розпадається і далі рухається по трубі хаотичним неорганізованим потоком, який, до речі, утворює сприятливі умови для турбулізації граничного шару теплоносія. Ефект закрученого струму проявляється на невеликій відстані від виходу з равлика, а далі повітря рухатиметься по всьому перерізу труби, залежно від її діаметру та довжини, хаотично, тому удосконалена технологія спрягання равлика з трубою не виправдана.

[A.C. SU 1546826 Al, F28F19/00, 28.02.90. Бюл. №8].

Пристрій для інтенсифікації теплообміну.

Задача - інтенсифікація теплообміну і підвищення експлуатаційної надійності пристрою.

Пристрій складається з системи пластин, закріплених шарнірами на стрижнях, які також закріплені на безмежній стрічці, натягнутої на роликах.

Пластини мають Г-подібну форму і прикріплені до стрижнів у місці згинання з можливістю оберту на 90°. Пристрій оснащений приводом для оберту у площині, перпендикулярній до теплообмінної поверхні на 180°, що забезпечує зміну напрямку руху стрічки з прикріпленими до неї пластинами. Теплонодій поступає через вхідний патрубок і приводить у рух пластини, які займають вертикальне положення у верхній частині стрічки, де пластини звільняють від забруднень поверхню теплообміну. Нижня частина стрічки з пластинами рухається у протилежному напрямку. Тут пластини не доторкаються теплообмінної поверхні, а забезпечують турбулізацію теплоносія. Для очищення нижньої половини поверхні, за допомогою приводу змінюється напрямок руху стрічки і пластини приймають вертикальне положення, аналогічно попередньому.

Для надійного контакту пластин з поверхнею вони виготовляються порожніми із підпружиненими вставками. Конструкція пристрою дуже складна, матеріалоємна і в експлуатації ненадійна, тому що пристрій оснащений рухомими елементами, складними роз'ємними вузлами, які потребують постійного нагляду і регулювання.

Крім цього, автори розробки не дають пояснень щодо конфігурації пристрою: прямокутна чи кругла у поперечному перерізі. Виходячи з креслення, конфігурація прямокутна, що не дає можливості використання поворотного механізму. Якщо кругла, то кожна пластина повинна складатись із двох частин для проходження кожної крізь натяжні штанги без кінцевої стрічки. Відстань між двома половинами пластини повинна бути більше діаметра штанги і в результаті у верхній і нижній частинах поверхні залишаться смуги, які не звільняються від забруднень, а навпаки - на цих ділянках будуть накопичуватись шари бруду.

Ефективність теплообміну викликає сумнів, тому що у теплообміні постійно приймає участь

тільки половина поверхні, а та частина, де пластини „працюють” на очищення поверхні, у теплообміні участі не приймає.

Маловірогідне, що пластини із стрічкою взагалі будуть рухатись завдяки різниці гідравлічного опору, для цього необхідно організувати направлений потік теплоносія тільки на вертикальні пластини, інакше опір у загальному об'єму порожнини труби зрівняється і все зупиниться.

[А.С. SU 1702152 АІ, F28F13/18,13/14, 30.12.91. Бюл. №48]

Поверхня теплообміну.

Задача - підвищення тепло передаючої властивості поверхні теплообміну.

На металеву реберну теплообмінну поверхню наноситься пористе покриття у вигляді дрової спіралі. Витки спіралі на деякій ділянці периметру деформовані і випуклістю відігнуті всередину спіралі. Крім цього випуклості розміщуються з кутовим зміщенням вздовж спіралі. При обтіканні витків спіралі в'язкий теплоносіть закручується і теплообмін зі стінкою труби інтенсифікується, а при обтіканні відігнутих всередину часток периметру спіралі теплообмін інтенсифікується між внутрішнім і пристінним шарами потоку теплоносія.

Захаращування поперечного перерізу труби не тільки по її периметру, а і центральної частини потоку, призводить до значного підвищення гідравлічного опору руху в'язкої рідини. Під час руху рідини, яка омиває значну кількість елементів спіралі, кожний з них утворює тінюву зону, де ламінарний прикордонний шар рідини практично не рухається, і чим більше таких витоків, тим більше застійних локальних зон погіршуючих тепловіддачу.

Підвищення тепловіддачі у даній ситуації можна досягнути шляхом підвищення швидкості руху, внаслідок чого виникнуть турбулентні зони, але цей шлях пов'язаний з великими енерговитратами.

[А.С. 861922 F28F13/00, 07.09.81. Бюл. №33]

Турбулізатор.

Задача - інтенсифікація теплообміну.

У теплообмінній трубі турбулізатор виконано у вигляді дрової спіралі. Витки спіралі на деякій ділянці периметру деформовані і випуклістю відігнуті всередину спіралі, крім цього випуклості розміщуються з кутовим зміщенням вздовж спіралі. При обтіканні витків спіралі в'язкий теплоносіть закручується і теплообмін із стінкою труби інтенсифікується, а при обтіканні відігнутих всередину частин периметру спіралі теплообмін інтенсифікується між внутрішнім і пристінним шарами потоку теплоносія.

Захаращування поперечного перерізу труби не тільки по її периметру, а і центральної частини потоку, призводить до значного підвищення гідравлічного опору для руху в'язкої рідини. Під час руху рідини, яка омиває значну кількість елементів спіралі, кожний з них утворює тінюву зону, де ламінарний прикордонний шар рідини практично не рухається, і чим більше таких витоків, тим більше застійних локальних зон погіршуючих тепловіддачу.

Інтенсифікації тепловіддачі у даній ситуації можна досягти шляхом підвищення швидкості руху, внаслідок чого утворюються турбулентні зони, але цей шлях пов'язаний з великими енерговитратами.

[Патент UA 26078 CI, F28F1/26, 30.04.99. Бюл. №2]

Теплообмінник.

Задача - підвищення ефективності теплообмінника шляхом виготовлення з порівняно недорогих складових замість труб.

Теплообмінник містить в собі пакет пластин - зовнішні ребра з рядами отворів відборттованих по периметру, які входять у порожнину суміжної пластини з відборттованими отворами, в результаті утворюються внутрішні проходи. В порожнинах внутрішніх проходів розміщені ребра із стрічки з гофрами.

Ребра виконані у вигляді дискретних вставок і розміщені в проходах на певній відстані між ними. Нероз'ємні з'єднання пластин і стрічок утворюються шляхом їх сумісної термообробки до температури плавлення міді.

Теплообмінники з міді або алюмінію містять в собі зовнішні ребра - пластини і внутрішні із стрічок гофрами, які утворюють наскрізні прямолінійні або гвинтоподібні канали кількістю від 7 до 37 штук.

Технологічний процес виготовлення теплообмінника здійснюється у такій послідовності: спочатку збирають стрічки з гофрами в набір, який потім вводиться в набір пластин, сполучених отворами з відборттовками, після цього проводиться термообробка.

Суттєвою відмінністю корисної моделі є те, що крім високо розвиненої зовнішньої поверхні у вигляді плоских пластин, присутність ребер в його внутрішніх проходах по всій площі поперечного перерізу значно збільшує внутрішню поверхню теплообмінника, наскрізні канали із гофрованих стрічок, які орієнтовані по гвинтовій лінії, суттєво підвищують ефективність теплообмінника завдяки турбуляції теплоносія, що пропускається.

Дуже привабливим є використання замість труб малоцінних металевих відходів для виготовлення теплообмінних поверхонь технології, що пропонується.

Але сама технологія виготовлення і, особливо, з'єднання елементів теплообмінника потребує високоточного обладнання, спеціальних штампувальних пристроїв та високотемпературних великогабаритних печей.

Побожування викликає надійність герметичності елементів, що зварюються для теплообмінників холодильних установок, де є різке коливання температур від низьких від'ємних до 100°C і вище, а також висока прониклива властивість дороговісних фреонів, які витікають крізь мікроскопічні нещільності.

Аналізуючи конструктивні особливості, технологію виготовлення і умови експлуатації розглянутих аналогів виявилось, що значна кількість теплообмінних елементів і апаратів складні і трудомісткі при виготовленні, а технологічні процеси негативно впливають на оточуюче середовище.

Висока матеріаломісткість окремих пристроїв не виправдовує витрати на їх створення внаслідок низької ефективності, що очікується.

Процеси з термічною обробкою вузлів теплообмінних елементів, крім високих питомих витрат енергії, у технологічному процесі утворюють підвищений рівень небезпеки і погіршують екологічну ситуацію на виробництві.

Намагання у деяких випадках підвищити інтенсивність теплообміну всередині трубних елементів шляхом майже 100%-го захаращування живого перерізу спіральними турбулізаторами або стрічковими каналами, призводять до значних питомих енерговитрат, а при тривалій експлуатації внаслідок забруднень - неминуче погіршення теплообміну.

Найбільш близьким до заявленого і того, що використовується у якості прототипу виявляється.

[Патент на корисну модель UA 17579 Бюл. №10, 16.10.2006р. F28F13/12; F28D3/04].

Теплообмінний елемент мало ємних високоефективних апаратів.

Задачею є створення пристрою, який при високій інтенсивності тепловіддачі значно зменшує об'єм теплообмінних апаратів за холодоагентом або холодоносієм.

Теплообмінний елемент включає у себе теплообмінні труби, стрижні-витискувачі, спіральні стрічки та фіксуючі пружинні хомути і пружинні скоби.

Об'єм апарата, до складу якого входить теплообмінний елемент, зменшується завдяки розміщенню у кожній трубі на всю її довжину витискувача, концентрично розташованого у стрічці, яка своїми ватками доторкується без натягу до внутрішніх стінок труби та витискувача.

Матеріал витискувача термостійкий та інертний до робочого середовища (графіт, його композиції, кераміка та полімерні матеріали із закритими порами, а також металеві герметичні тонкостінні циліндричні секції).

Спіральна стрічка виготовляється з будь-якої металевої смуги товщиною до 1мм. Крок між витками спіралі складає 4-6 діаметрів труби або кут між віссю витискувача та вектором руху потоку $\varphi = 25-35^\circ$, що забезпечує рух потоку по спіралі, а не по траєкторії шнека, де $\varphi \geq 45^\circ$.

Закріплення кінців стрічок до графітопластових або полімерних витискувачів здійснюється пружинними скобами, а до металевих - шляхом паяння або зварювання.

Відношення діаметра витискувача до внутрішнього діаметра труби лежить у межах 0,6-0,8 (де 0,6 для фреонів і тепло холодоносія і 0,8 для аміаку і вуглекислоти).

Наявність витискувача і спіральних стрічок забезпечує у 1,5...2 рази зменшення внутрішнього об'єму, а також значно підвищує інтенсивність тепловіддачі.

Це досягається внаслідок організації потоку спіральної кільцевої форми завдяки інтенсивній турбулізації тонкого кільцевого спірального потоку, який омиває стінки труби, зменшуючи термічний опір ламінарного пристінного шару. При цьому у теплообміні приймає участь увесь об'єм рідини кільцевого потоку.

Не зважаючи на значне зменшення ємності системи, внаслідок розміщенню у трубах витискувачів, наявність яких у сполученні зі спіральними стрічками сприяє інтенсифікації теплообміну, усі зусилля для досконалості пристрою спрямовані для вирішення тільки внутрішньої задачі. Але на об'єктах енергетики і холодильної техніки безліч приладів повітряного охолодження, у яких ахіллесовою п'ятою є неадекватні умови теплообміну з боку зовнішньої поверхні.

На жаль у роботі цьому питанню не приділялась увага.

Спіральний канал, що утворюється між гладкими стінками труби і закріпленими до витискувача спіральними стрічками передбачає рух компактного спірального струму, який при відповідних теплових навантаженнях може привести до пульсацій або відчутних гідравлічних ударів, в результаті можлива деформація геометрії стрічок і порушення робочого циклу системи.

У роботі відмічається, що стрічки на витискувачі закріплюються тільки з двох кінців, а решта тіла спіралі лежить без натягу на витискувачі. Внаслідок цього, у процесі роботи системи середовище під час руху може викликати резонансні коливання витків стрічки, які за деякий час можуть зруйнувати стержні або розгерметизувати тонкостінні металеві циліндри-витискувачі. А технологія виготовлення спіральних стрічок, закріплення їх до витискувачів і монтаж їх у трубах теплообмінного апарата потребує значного часу і зусиль ручної праці.

Технічна задача, на вирішення якої спрямовано корисну модель, полягає у тому, щоб у порівнянні з відомими пристроями і технологіями їх виготовлення, запропонований пристрій, при мінімальній ємності системи по тепло холодоносію або холодоагенту, забезпечив би максимальну ефективність теплообміну, як внутрішньої так і зовнішньої поверхні.

Вирішення задачі досягається шляхом використання і дообладнання теплообмінної поверхні елемента, виготовленої за прогресивною технологією (прокатно-гвинтовим способом) з мінімальними питомими енерговитратами і високої екологічної чистоти.

Теплообмінний елемент, який входить до складу охолоджуючих батарей холодильних камер, повітроохолоджувачів морозильних камер, калориферів, кондиціонерів та конденсаторів повітряного охолодження складається з реберної труби, що виготовлена шляхом прокатно-гвинтового способу, всередині якої по всій довжині вмонтовано стрижень-витискувач. Матеріалом стрижня може бути кераміка, полімерні матеріали, графітошарові композиції, стійкі до низьких (біля мінус 30°C) і високих (біля 120°C) від'ємних температур, а також - до середовищ фреонів, мастил і водних розчинів етиленгліколю або гліцерину.

На відміну від відомих технологічних процесів з виготовлення теплообмінних елементів з розвиненими зовнішньою і внутрішньою

поверхнями, елемент, що пропонується має наступні переваги.

Будь-які поверхні з плоскими навитими, насадженими або наплавленими ребрами на трубах характерні низькою ефективністю внаслідок утворення між ребром та трубою повітряного зазору, що створює основний термічний опір. Для позбавлення контактнотермічного опору апарат, після хімічної обробки, занурюють у розплавлений метал (цинк або олово). Вказана процедура дорога, трудомістка і екологічно шкідлива. Відомо, також, що плоскі насадні ребра легко обтіпаються повітрям і мають низьку тепловіддачу, тому на кожному ребрі роблять гофри, отвори, виступи, тощо.

Зовсім інша картина утворюється при використанні теплообмінного елемента із труби, одержаної прокатно-гвинтовим способом. Крім швидкого високоефективного, екологічно чистого процесу оребрення труби вказаним способом, завдяки деформації металу товстостінної труби, зовнішнє ребро є продовженням стінки. Тобто контактного опору між ребром і трубою не існує. У порівнянні з пластинчастими ребрами однакової товщини ребро після прокату має у розрізі трапецеїдальну форму, що забезпечує мінімальний термічний опір по висоті ребра. Формування зовнішнього ребра супроводжується утворенням всередині труби спіральних канавок з кроком між ними рівним кроку між зовнішніми ребрами.

Спіральна форма зовнішнього ребра забезпечує орієнтацію його поверхні під деяким кутом до потоку повітря, граничний ламінарний шар турбулізується. Відомі пластинчасті ребра потребують окремих турбулізаторів.

Внутрішні спіральні канавки також є природними турбулізаторами при русі середовища. Навіть без будь-яких дообладнань вказана поверхня має найвищі показники ефективності теплообміну, як зовні так і всередині. Об'єднавши високу ефективність теплообміну елемента з меншою ємністю його по холодоагенту або холодотеплоносію одержимо теплообмінний елемент, що по своїй ефективності не матиме аналогів.

Новизна корисної моделі полягає у тому, що всередину труби на всю її довжину поміщають стрижень-витискувач, який крім зменшення внутрішнього об'єму утворює під час руху середовища турбулентні потоки. Турбулізація виникає внаслідок руху у спіральному каналі потоку, що утворюється між витискувачем і канавками у стінках труби, що утворилися під час прокати.

На Фіг.1 наведено теплообмінний елемент з розміщенням всередині стрижнем-витискувачем.

Діаметр стрижня складає 0,6 внутрішнього діаметру труби. Теплообмінний елемент складається з реберної, виготовленої прокатно-гвинтовим способом труби 1, спіральних ребер 2, спіральних канавок 3, фіксаторів 4, і стрижня-витискувача 5. Фіксатори щільно насаджені на стрижні, а „ніжки” їх орієнтовані відносно осі труби під кутом 3-5°, що забезпечує турбулізацію потоку. Відстань між фіксаторами складає 10...15

внутрішніх діаметрів труби, а довжина ніжок дорівнює діаметру фіксатору. Ніжки фіксатору у трубі доторкаються її стінок без натягу. Витискувач з обох кінців труби закріплюється пружинними скобами 6.

На Фіг.2-4 наведені теплообмінні апарати, до складу яких входять запропоновані елементи. На Фіг.2 варіанти батарей холодильних камер, повітроохолоджувачів калориферів і конденсаторів повітряного охолодження. На Фіг.3 теплообмінний апарат для будь-якого холодо- теплоносія і пари холодоагенту, що конденсується. На Фіг.4 - конденсатор повітряного охолодження, калорифер.

Робота пристрою.

Кожна із наведених модифікацій апаратів (Фіг.2-4) має експлуатаційні особливості.

Наприклад, під час кипіння фреону у батареї або повітроохолоджувачі (Фіг.1, 2) при нижньому підводі рідини висока інтенсивність теплообміну буде в нижніх трубах за рахунок високої швидкості парорідинної суміші або вологої пари, що утворюється при кипінні рідини. При підводі холодоагенту зверху рідина заповнює спіральні канали неповністю, тому майже на протязі шляху рідини буде швидко рухатись парорідинна суміш, звичайно, з зменшеною інтенсивністю тепловіддачі. Під час руху холодоносія (Фіг.2, 3) завдяки турбулізації потоку у спіральному щільному каналу за участю направляючих ніжок фіксаторів інтенсивність тепловіддачі спостерігатиметься на всьому шляху його руху.

Явища, що спостерігатимуться у конденсаторах повітряного охолодження і калориферах (Фіг.3, 4). Відомо, що при вході у міжтрубний простір кожухотрубного конденсатора перегрітої пари вона внаслідок невеликої швидкості довго не охолоджується і не конденсується, підвищуючи цим тиск у апараті. Кращі умови при подачі пари у труби випарних і зрощувальних конденсаторів, тут внаслідок обмеженого простору швидкість пари висока і ефект охолодження і конденсації зростає.

Найбільш досконалим і ефективним є пристрій, що пропонується, у якому при вході пари у щільний канал, утворений між витискувачем, спіральними канавками і направляючими ніжками фіксаторів, одразу набуває високої швидкості, при чому, потік пари набуває спіральних обертів, внаслідок чого пара швидко охолоджується і конденсується. Наявність спіральних канавок забезпечує "розвантаження" основної поверхні від шару конденсату, який утворює термічний опір. Тут весь конденсат одразу заповнює спіральні канавки і відводиться до ресиверу, забезпечуючи цим при плівковій конденсації високу інтенсивність тепловіддачі.

Використання теплообмінного елемента у режимі роботи калорифера (підігрів повітря перегрітою парою або теплоносієм без фазових перетворень) створює сприятливі умови щодо інтенсивності тепловіддачі, обумовленої наявністю канавок у стінках труби, які разом з витискувачем формують спіральний канал, що турбулізує потік.

Відомості, які підтверджують можливість здійснення запропонованого пристрою.

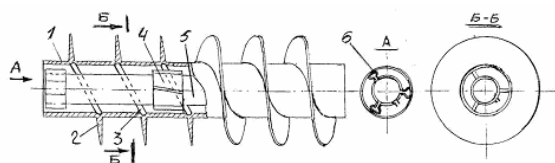
Автори роботи провели випробування алюмінієвих випарників і конденсаторів повітряного охолодження, у яких теплообмінна поверхня виготовлена прокатно-гвинтовим способом. Дослідження конденсаторів проводились у лабораторії Одеського заводу „Холодмаш“, а випарники, що виготовлялись на Одеському заводі „Продмаш“ на механічному заводі у місці Балашиха Курської обл. (Росія), випробувались у промислових умовах на м'ясокомбінатах м.Тирасполь (Молдова), Каліновичи (Білорусь) і Нижній Новгород (Росія). У випробуваннях одержані високі результати у аспектах теплоенергетики і експлуатації. Швидкість заморожування м'яса майже вдвічі збільшується у порівнянні з традиційними батареями з навитими сталевими ребрами, а звільнення реберної поверхні від „снігової шуби“ забезпечувалося не більш як за 15...20 хвилин проти 1...2 годин, витрачених на позбавлення від такої ж шуби з навитого сталевого ребрення.

Внаслідок можливого руйнування алюмінієвих елементів аміаком, повітроохолоджувачі виготовлялись у біметалічному варіанті, на сталні труби прокатно-гвинтовим способом одягався алюмінієвий реберний чохол, а фреонові конденсатори повітряного охолодження - із алюмінію марки D1 - без сталної труби на спеціальній оправці.

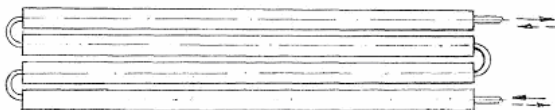
Оснащення витискувачами елементів із алюмінієвих труб, виготовлених прокатно-гвинтовим способом, не викликає ніяких сумнівів. У залежності від довжини і діаметра труб теплообмінного апарату підбирають стрижні-витискувачі діаметром 0,6 долі діаметра труби.

На стрижнях необхідно щільно закріпити фіксатори, з ніжками, відхиленими на 3-5° відносно вісі стрижня. З обох кінців труби стрижні закріплюються пружинними скобами.

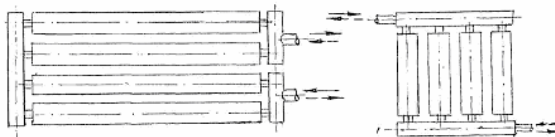
У підготовленні труби апарата вставляються витискувані і за допомогою колекторів або калачів пайкою або зварюванням збирають апарат. Після зборки апарат підлягає обов'язковому випробуванню на герметичність.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Фиг. 4