

УДК 621.59:04

ПЕТУХОВ І. І.^{1*}, ЛИСИЦЯ О. Ю.²

СТРУМИННІ АПАРАТИ В СИСТЕМАХ ПАРОКОНТАКТНОГО НАГРІВУ ТА ОХОЛОДЖЕННЯ РІДИН

¹ к.т.н., доцент, доцент кафедри аерокосмічної теплотехніки, НАКУ «ХАІ», м. Харків, Україна.

² к.т.н., доцент, доцент кафедри аерокосмічної теплотехніки, НАКУ «ХАІ», м. Харків, Україна.

* e-mail: i.petukhov@khai.edu

Вступ. Задачі нагріву, охолодження, а в ряді випадків і часткової кристалізації рідини часто вирішуються в різних областях техніки. Інтенсифікація теплообміну не тільки зменшує масогабаритні показники теплообмінників і проміжок часу процесу, а може й позитивно впливати на властивості продукту, наприклад, при заморожуванні ягід і препаратів крові, стерилізації молока і соків [1]. Для вибухонебезпечних середовищ обсяги робочого простору можуть визначати саму можливість застосування теплообмінників, наприклад, в системах з рідким воднем.

У традиційних поверхневих теплообмінниках інтенсифікація досягається за рахунок розвитку площі теплообміну, що пов'язано зі збільшенням масогабаритних показників і витрат на прокачування теплоносіїв [2]. При високотемпературній термообробки рідких сумішей проявляються додаткові недоліки, пов'язані з можливістю відкладення осаду і утворення пригару на гріючих стінках, збільшуються енерговитрати на розігрів конструкції до робочих температур.

У доповіді розглянуто робочий процес струминних пристроїв для пароконтактного нагріву і охолодження рідини, обґрунтовані області та схеми їх переважного використання.

Мета роботи. Конкретизація перспективних схем використання струминних апаратів з пароконтактним нагрівом та охолодженням рідини з огляду подальшого визначення їх техніко-економічних показників.

Загальна частина. Пароконтактні підігрівачі з конденсацією пари позбавлені недоліків, пов'язаних з пригоранням. Витрата і величина нагріву рідини в струминних підігрівачах не обмежені і визначаються параметрами парової системи. Недоліком стерилізаційних установок з їх використанням є низький ступінь регенерації теплоти і, як наслідок, великі витрати пари, що гріє, а також значні габарити вакуумних випарників для подальшого її виведення.

Одним з альтернативних пристроїв для вирішення цього питання є струминний охолоджувач рідини (COP). Охолодження рідини реалізується за рахунок її часткового випаровування при витіканні скипаючого потоку з сопла з подальшим поділом фаз в сепараторі перед відновленням статичного тиску охолодженої рідини в дифузорі [3]. За рахунок розвиненої міжфазної поверхні швидкість охолодження становить до 600 К/с, а маса і габарити пристрою на порядки менше, ніж у поверхневих теплообмінників з ідентичним тепловим навантаженням.

У поєднанні з пароконтактним нагрівачем COP дозволяє реалізувати схему з регенерацією теплоти. Додатковою перевагою розглянутих струминних пристроїв є можливість підвищення повного тиску рідини, що нагрівається або охолоджується, за рахунок роботи розширення пари.

Підтверженої областю перспективного використання COP є криогенні системи ракетно-космічних комплексів. Створено цілий ряд струминних охолоджувачів рідких водню, кисню і природного газу з витратою від 0,2 до 400 кг/с. Обґрунтовано переваги COP при отриманні шугообразного стану водню і термостатуванні компонентів криогенного ракетного палива, для осушення і охолодження гасу при заправці в баки ракет-носіїв.

Висновки. Значні масогабаритні переваги у порівнянні з поверхневими теплообмінниками, висока швидкість нагріву та охолодження рідини та можливість використання роботи розширення пари є основними чинниками, що визначають перспективні схеми використання пароконтактних струминних апаратів. Найбільш прийнятними виглядають системи охолодження криогенних компонентів палива, осушення та охолодження ракетного гасу, високотемпературної термообробки рідких сумішей.

Список літератури:

1. Твердохлеб Г. В., Алексеев В. И., Соколов Ф. С. *Технология молока и молочных продуктов* : учебник. Москва: ДеЛи принт, 2006. 614 с.
2. Бажан П. И., Каневец Г. Е., Селиверстов В. М. *Справочник по теплообменным аппаратам*. Москва: Машиностроение, 1989. 200 с.
3. Петухов И. И. Научные основы рабочего процесса систем быстрого охлаждения и получения шугообразного состояния жидкости. *Наукові праці: Науково-методичний журнал. Техногенна безпека*. Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. П. Могили, 2009. Т. 111. Вип. 98. С. 83–89.