

УДК 621.001.63 (075)

РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ СТІНОК КАНАЛУ МАТРИЧНОГО ТЕПЛООБМІННИКА

Калінін Є.І., д.т.н., доцент, Дорошенко Д.Ю., студент
(Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка)

Високоєфективні сітчасті теплообмінники-рекуператори, які використовуються в кріогенних установках, є багат шаровою конструкцією, що зібрана по черзі з теплопровідних металевих сіток і полімерних екранів. При виготовленні та експлуатації металополімерних апаратів в деяких випадках з'являються мікротріщини в стінках, що призводить до появи нещільності і порушення нормального режиму роботи рекуператора.

Пояснюється це дефектами виготовлення апаратів (недотриманням регламенту технологічного процесу складання і пресування), а також недостатніми заданими коефіцієнтами запасу міцності.

Тому становить інтерес вивчення напружено-деформованого стану стінки каналу під дією тиску і зміни температури, а також виявлення початкових температурних напружень, що виникають в конструкції при її охолодженні після гарячого пресування.

Розбіжність даних випробувань на міцність каналу матричного теплообмінника, що витримують тиск стисненого газу до 20 МПа і зразків-аналогів композитних стінок тих же каналів привела до необхідності створення розрахункової моделі рекуператора з урахуванням роботи вільних частинок сітки. Вони утворюють пружну основу, що перешкоджає прогину стінок під дією тиску.

На підставі попереднього аналізу виникла розрахункова схема, що враховує основні потоки взаєморівноважуючих зусиль в даній складчастій системі. Оскільки тиск по висоті каналу змінюється незначно, то окремі шари системи знаходяться в однакових умовах. Тому з достатньою точністю шар конструкції висотою в 1 см можна розглядати як плоску раму.

Оскільки діагональні вісі рами є вісями симетрії для конструкції і навантаження, кутові перетини не повертаються, тобто стрижні рами можна представити у вигляді жорстко затиснених балок, що зв'язані з пружною основою і навантажені рівномірно розподіленим навантаженням.

Врахування осьової деформації стрижнів рами, яке затребувало додаткового розрахунку рами за методом деформацій, дозволив визначити значення додаткових зусиль, що виникають в конструкції.

Був розрахований ряд варіантів з урахуванням перебору товщини полімерних екранів, виду сполучного матеріалу, сортаменту сітки і ширини стінки, що розділяє канали. Аналіз розрахунків показав, що невелике відхилення вищенаведених параметрів призводить до значної зміни коефіцієнту запасу

міцності, що представляє відношення граничного навантаження до дійсного і є функцією тиску.

Дослідження показали, що температурними напруженнями при розрахунку на міцність можна знехтувати, оскільки температура ядра потоку відрізняється від температури стінки не більше, ніж на 5 градусів, і температурний градієнт по висоті розглянутого шару також невеликий.

Найбільш істотними є початкові температурні напруження. Рекомендується застосовувати сполучні речовини з коефіцієнтом лінійного температурного розширення, близьким за величиною до коефіцієнта розширення металевої сітки.

Якщо коефіцієнт розширення сітки буде вище, то в процесі охолодження конструкції виникає втрата стійкості вільних ребер сітки, які втрачають стійкість, виключаючи з роботи як пружна основа.

Остання знову починає працювати тільки при досягненні в каналі певного тиску газу, при якому виконується умова, що різниця температурних деформацій сітки та ребер дорівнює сумі величин прогинів в центрі горизонтального ригеля балки та подовження вертикальної стійки рами.

Якщо ж коефіцієнт розширення сітки буде менше, в процесі охолодження конструкції ребра виявляються натягнутими, і в стінках каналу виникають початкові напруження стиснення.

Останні підвищують основні напруження розтягу. Чим більше відмінність у коефіцієнтах розширення елементів матричного теплообмінника, тим більші напруження виникають в конструкції.

За наведеною методикою проведено розрахунок на міцність матричного рекуператора. Результати його підтверджують рекомендації у виборі сполучного матеріалу для отримання оптимального варіанту самонапруженої конструкції і задовільно узгоджуються з експериментальними даними, наведеними в закордонній і вітчизняній літературі.

Список літератури:

1. Калінін Є.І., Поляшенко С.О. Розв'язок статичної плоскої задачі теорії пружності для неоднорідних ізотропних тіл. Математичне моделювання, №2(39), 2018, С. 102-111.

2. Калінін Є.І., Коротій В.О., Романченко В.М. Власні поперечні коливання стрижня з врахуванням його відносної довжини та піддатливості вузла кріплення. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів, №14, 2018, С. 89-98.

3. Калінін Є.І., Романченко В.М. Оцінка міцності при дії локального навантаження на попередньо напружену безмоментну оболонку. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів, №5, 2016, С. 167-172.

4. Іванов В.І., Калінін Є.І., Дейнека Є.П., Скитин А.С. Підвищення надійності системи методом селекції її елементів. Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ, Вип. 163, 2015, С.142-146.