

УДК 621.56

Кухаренко В. М. к. т. н., Кузнецов В. В. аспірант

Україна, Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ГАЗОВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ МАШИНИ

У зв'язку із забороною деяких видів фреонів для парокомпресійного циклу (Кіотській і Монреальській протоколи) і у зв'язку з пошуком більш ефективних циклів, виник напрям з використання кріогенних газових машин на помірні температури. Основна мета, яка ставиться перед розробниками - використовувати дані пристрої як торгове холодильне обладнання для супермаркетів, для кондиціонування повітря, побутових холодильників.

Розрахунок і оптимізація даних пристроїв є одним з основних завдань даної галузі.

Для розрахунку газових холодильних машин у 1980-ті роки проф. А.Г. Подольським був розроблений структурно-модульний підхід, де будь-яку газову машину можна було представити як сукупність порожнин (розширювальні та компресорні порожнини, картер і т.д.) та каналів (регенератори, теплообмінники навантаження, щілини). У порожнинах параметри газу вважаються зосередженими, у каналах – розподіленим. Із цієї сукупності виділялась структурна одиниця «модуль» (канал та суміжні порожнини).

В роботі розглядається математична модель модуля. Система одномірних диференціальних рівнянь газової динаміки (канали) та звичайних диференціальних рівнянь (порожнини) розв'язувалася методом скінчених різниць з використанням лінеаризації. Використовується неявна різницева схема з першим порядком апроксимації по просторовим та часовим крокам. Для розв'язання системи лінійних алгебраїчних рівнянь використовується ортогональна прогонка.

Для розрахунку параметрів газових холодильних машин розроблена програма на мові Delphi. В залежності від бажаної точності моделювання будь-яка машина може бути описана різною кількістю модулів, наприклад, найпростіша складається з

одного модуля, де теплообмінники включаються до порожнин компресора та детандера.

Проведені дослідження кріогенних газових машин Макмагона (детандер з вбудованим регенератором) і Стірлінга.

Проаналізовано вплив кроку по просторовій координаті та часового кроку на точність розрахунку та надані рекомендації щодо їх вибору.

Проведені дослідження впливу теплофізичних параметрів регенератора холодильної машини на інтегральні показники машини (індикаторна та корисна холодопродуктивність).

Проаналізовано вплив ефективності теплообміну в елементах машин (регенератор, теплообмінник навантаження, порожнина) на інтегральні показники і проведені оцінки реальних коефіцієнтів теплообміну в холодильних машинах.

Розходження з експериментальними даними не перевищує 20%.

Проведено розрахунки холодопродуктивності на різних температурних рівнях.

Таким чином, розроблена математична модель та створена програма для розрахунків термогазодинамічних параметрів та інтегральних характеристик газової холодильної машини, яка може бути використана для аналізу пристроїв, що можуть бути представлені як послідовність порожнин та каналів, на помірних холод.