**Троценко Олександр Володимирович. Дослідження термодинамічної ефективності низькотемпературних систем. : Дис... д-ра наук: 05.05.14 – 2007**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | Троценко О.В. Дослідження термодинамічної ефективності низькотемпературних систем – Рукопис.  Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.14 – Холодильна та кріогенна техніка, системи кондиціонування. – Одеська державна академія холоду, - Одеса, 2006.  Дисертація присвячена розвитку термодинамічних основ дослідження та проектування кріогенних систем. Розглянуті питання, пов'язані з вибором критеріїв термодинамічної ефективності, які включають аналіз залежностей між оптимальними параметрами при різних цільових функціях, особливості застосування ексергетичних втрат в якості критерія, встановлення взаємозв'язку між ексергетичними ККД системи та ії елементів. Запропонована формалізація термодинамічної моделі теплотехнічної системи. Отримане співвідношення для розрахунку числа незалежних змінних при термодинамічному розрахунку та оптимізації схем. Наведені розроблені алгоритми вирішення типових термодинамічних задач кріогенної техніки, таких як розрахунки парорідинної рівноваги чистих речовин, визначення виду агрегатного стану робочих тіл, знаходження параметрів кривої інверсії, встановлення працездатності теплообмінників. Проведено аналітичне дослідження дросельного та детандерного циклів при різних критеріях термодинамічної ефективності. Представлено запропонований метод розрахунку та прогнозування з єдиних рівнянь стану азеотропних перетворень в робочих тілах, що значно спрощує вирішення цих задач за рахунок умовної заміни суміші на псевдочисту речовину. Виконане прогнозування бінарних азеотропних сумішей для дросельних мікрокріогенних систем на азотний рівень охолодження. Одержано узагальнення співвідношень Планка – Гібса для критичної точки чистої речовини. Розкриті та проаналізовані невизначені форми в критичній точці чистої речовини, що дало змогу встановити нові набори критичних умов. | |
| |  | | --- | | 1. Аналітично встановлені взаємозв`язки між ексергетичним ККД системи та складаючих ії підсистем зменшують можливий діапазон зміни ККД системи, що веде до спрощення проектних досліджень і зіставлення альтернативних варіантів теплотехнічних установок. 2. Запропоновані класифікація вузлових точок, їх ознак, а також уніфікація імен елементів кріогенних систем і методів їх термодинамічних розрахунків сприяє розробці ефективних формалізованих алгоритмів розрахунку та аналізу схем низькотемпературних установок. 3. Отримані аналітичні співвідношення для обчислення верхньої температури інверсії речовин можуть бути використані для розробки узагальнених алгоритмів розрахунку параметрів кривої інверсії та аналізу якості рівнянь стану. 4. Запропонована методика аналізу підгоного параметру кубічного рівняння стану (КРС) з даних по парорідинній рівновазі дає можливість оцінити мінімальний об`єм експериментальної інформації, необхідний для моделювання термодинамічних властивостей малодосліджених речовин. Виконаний аналіз для трьохпараметричного КРС показав, що для отримання надійного значення цього параметру достатньо використати чотири - п'ять точок кривої пружності в районі нормальної температури кипіння. 5. Для будь – якого єдиного рівняння стану його критична точка є точкою дотику *n* – го порядку (*n*= 1, 2, …) кривої пружності з ізохорою, ізоентропою, ізоентальпою, а також лініями постійних значень внутрішньої та вільної енергії. Це наукове положення може розглядатися як розвиток і узагальнення відомого правила Планка – Гібса. 6. Різні набори критичних умов для чистих речовин можуть розглядатися як наслідок невизначених форм, які мають місце в критичній точці. Це положення дало змогу виявити нові набори критичних умов. 7. Отримані для двохпараметричних КРС безрозмірні значення об'ємів співіснуючих фаз і деяких інших термодинамічних функцій визначаються тільки формою рівняння стану і не залежать ні від його модифікації, ні від роду речовини. Цей аналітичний результат дозволяє визнати, що будь – яка модифікація двохпараметричного КРС не приводить до покращення опису парорідинної рівноваги. Крім того, він дозволив створити універсальні алгоритми розрахунку парорідинної рівноваги для різних видів КРС. 8. Запропонований спосіб умовної розбивки двопотокового теплообмінника по температурі зворотного потоку зменшив діапазон аналізованих температур і суттєво спростив алгоритм визначення працездатності апарату. 9. Аналіз працездатності теплообмінника може бути проведений перевіркою знаків похідної ексергетичних втрат по змінній, що однозначно визначає термодинамічні функції робочих речовин в перетині апарату. Якщо ця похідна в кожному перетині позитивна, то теплообмінний апарат є працездатним. У випадку від'ємного значення похідної в будь – якому перетині теплообмінник визнається непрацездатним. 10. Із виконаних аналітичних і чисельних досліджень витікає, що холодильний коефіцієнт простого детандерного циклу є полімодальною функцією тиску прямого потоку, глобальний максимум якої спостерігається при наближенні тиску прямого потоку до тиску зворотного потоку. Величина глобального максимуму для випадків ідеального детандеру та ідеальногазового робочого тіла дорівнює холодильному коефіцієнту зворотного циклу Карно. 11. Використання методу термодинамічної подібності речовин дало змогу встановити, що найбільше значення приведеної питомої холодопродуктивності ступені охолодження простого дросельного циклу на будь – якому робочому тілі, включаючи суміші, не може перевищувати значення приблизно рівного 3,86. 12. Результати прогнозування й моделювання азеотропних перетворень в бінарних сумішах, виконані на основі запропонованого методу максвеловських кривих, дозволяють проводити планування експерименту для пошуку ефективних робочих тіл дросельних мікрокріогенних систем. 13. Аналітично доведено, що відомі критичні умови можуть бути отримані на основі диференціальних рівнянь термодинаміки, умов термічної сталості та правила Планка – Гібса. Цей результат свідчить на користь припущення про значущість в критичній точці варіацій термодинамічного потенціалу включно до другого порядку. 14. Припущення про термічну сталість критичного стану чистих речовин та про те, що коефіцієнт Ріделя є скінчена величина більше за одиницю є необхідними та достатніми умовами для розкриття деяких невизначених форм, що мають місце в критичній точці. 15. Ізотерми всіх відомих форм єдиних рівнянь стану мають в навколокритичній області парорідинної рівноваги якісно аналогічний вигляд з ізотермами ван – дер – ваальсовського газу. Цей висновок, одержаний на основі чисельних експериментів, дає змогу спростити алгоритм знаходження розрахункових критичних параметрів єдиних рівнянь стану. | |