

РОЗРОБКА КОМБІНОВАНИХ АБСОРБЦІЙНИХ ХОЛОДИЛЬНИХ ПРИЛАДІВ

Гратій Т. І., аспірант, e-mail: tgratij@ukr.net;

Тітлов О. С., д.т.н., проф., e-mail: titlov1959@gmail.com;

Нікітін Д. М., e-mail: dnn@utecon.com

Одеський національний технологічний університет

Актуальність дослідження. Перспективним напрямом в енергозберігаючих розробках є створення побутових приладів, що поєднують функції холодильного зберігання та теплової обробки харчових продуктів, напівфабрикатів та сільськогосподарської сировини. До складу таких приладів входить традиційна холодильна та додаткова теплова камера (ТК), температурні режими якої забезпечуються за рахунок утилізації скидного тепла холодильного циклу.

З усіх типів сучасного побутового холодильного обладнання необхідний температурний потенціал (вище 70 °С) мають лише теплорозсіюючі елементи абсорбційного холодильного агрегату (АХА) – ректифікатор та дефлегматор.

Термодинамічний та ексергетичний аналіз холодильного циклу АХА показав практичну доцільність використання скидного тепла з теплонавантажених елементів для підтримки температурного режиму додаткової теплової камери.

Таким чином, дослідження та розробки комбінованих побутових абсорбційних холодильних приладів, що поєднують функції охолодження та нагріву без додаткових витрат енергії, можуть вважатися актуальними.

Мета дослідження – розробка енергозберігаючих комбінованих абсорбційних холодильних приладів із розширеними функціональними можливостями.

Основні матеріали досліджень. Ринок сучасної побутової холодильної техніки і в світі, і в Україні є досить різноманітним і пропонує населенню широкий спектр обладнання з різними функціональними можливостями. Це: класичні одно- та двокамерні моделі; вбудовані в кухонні меблі; спеціалізовані холодильники для вина зі скляними дверима; морозильні камери типу «скриня» та типу «шафа»; мініхолодильники.

Нарівні з традиційними та найбільш поширеними компресійними на ринку присутні і абсорбційні моделі холодильних приладів різного функціонального призначення.

На ринку побутової холодильної техніки абсорбційні моделі мають мінімальну вартість порівняно з аналогами компресійного типу, що найчастіше залучає потенційних покупців.

Одночасно, не менше значимим критерієм у побутової холодильної техніки є енергетична ефективність. За цим параметром компресійні моделі значно перевершують і абсорбційні аналоги. Підвищення енергетичної ефективності абсорбційних холодильних приладів різного функціонального призначення є основним напрямом сучасних розробок нових моделей. У цій тенденції органічно записуються розробки нової техніки, в яких розширені функціональні можливості досягаються за рахунок утилізації скидного тепла холодильного циклу, наприклад, циклу АХА.

Основна проблема була пов'язана з організацією передачі теплового потоку від дефлегматора АХА в ТК. Під час проектування нової техніки був відсутній досвід створення ефективних систем транспорту тепла та теоретичні уявлення про теплову взаємодію дефлегматора абсорбційного холодильного агрегату та ТК.

Як наслідок, пілотні зразки комбінованих холодильних приладів не дозволяли досягти прийнятних результатів як по охолодженню, так і нагріванню.

Доведено, що режими роботи дефлегматора АХА визначають енергетичну ефективність при отриманні штучного холоду та теплові режими додаткової ТК у складі комбінованого абсорбційного холодильного приладу.

У зв'язку з відсутністю інформації щодо особливостей роботи комбінованих холодильних приладів з АХА та двофазного термосифону (ДФТС) спочатку було виконано тестові експериментальні дослідження елементів конструкції.

Досліджувана конструкція холодильника з ТК була виготовлена на базі серійної моделі абсорбційного холодильника типу «Кристал-408» Васильківського заводу холодильників. У всіх випадках зовнішні геометричні параметри ТК становили: висота – 0,420 м; глибина – 0,540 м; ширина – 0,570 м; корисний об'єм – 35 дм³. Товщина теплоізоляції ТК: бічних стінок – 0,080 м; дна-0,075 м; кришки, задньої та передньої стінок – 0,10 м. Внутрішній корпус ТК був виготовлений у вигляді цілісного короба. Матеріал коробки ТК – нержавіюча сталь, а товщина стінки короба – 0,001 м. Для забезпечення теплового зв'язку підйомної ділянки дефлегматора АХА з ТК використовувався ДФТС завдовжки 1,530 м та діаметром – 0,010×0,001 м. Матеріал корпусу ДФТС – нержавіюча сталь. Теплоносій – етиловий спирт. Кріплення ДФТС до дефлегматора діаметром 0,016×0,0014 м здійснювалося за допомогою мідної стискаючої пластини, причому для зниження термічного опору в зоні контакту знаходився стиснутий високопористий осередковий матеріал на основі міді, пори якого були заповнені теплопровідною пастою.

В процесі експериментальних досліджень показано, що комбінований абсорбційний холодильний прилад, що містить у своєму складі як камери з низькими температурами, так і ТК, можна створити на базі вітчизняних моделей Васильківського заводу холодильників типу «Кристал-408» з мінімальними технологічними доробками.

Проведено добірку ДФТС для забезпечення ефективного теплового зв'язку дефлегматора АХА та ТК. Визначено найбільш раціональне місце відведення скидного тепла дефлегмації для забезпечення температурних режимів ТК. Зона конденсації становила 385 мм.

У різних режимах підведення теплового навантаження на генератор АХА виконано тестування теплових режимів незавантаженої ТК. Показано, що за рахунок утилізації викидного тепла дефлегмації в ТК може бути досягнута температура порядку 40 °С при одночасному забезпеченні нормативних режимів в камерах охолодження.

При завантаженій ТК було показано, що ДФТС, пов'язаний у тепловому відношенні з дефлегматором та ТК, успішно працює в режимі термостатування. Показано також, що нагрівання води до 35 °С за рахунок утилізації тепла дефлегмації та роботи ДФТС може бути здійснене за добу за початкової температури води 23,7 °С.

В умовах проведення експерименту було визначено добове енергоспоживання згідно з нормативною методикою. Воно становило 1,43 кВт·год, що у 6,9 % менш, ніж в абсорбційному холодильного приладу у традиційному виконанні.

Доведено, що: величини теплового потоку, що відводиться з дефлегматора АХА за допомогою ДФТС, достатньо тільки для підтримки в ТК температури на рівні 50 °С; що для підтримки в ТК рівня температур 70 °С та 100 °С потрібні додаткові енерговитрати, а величина додаткових енерговитрат для 70 °С становить 3,5 Вт, а для 100 °С – 8,7 Вт. При цьому добові енерговитрати холодильника зростуть відповідно на 4,9 % та 12,3 %; при повному використанні теплоти дефлегмації для обігріву ТК можливе забезпечення її теплових режимів у діапазоні температур 50...100 °С; у разі використання у якості робочого середовища ТК повітря, виникають проблеми при теплопередаванні від конденсатора ДФТС до внутрішнього об'єму камери. У цьому випадку необхідно підтримувати перепад температур між нагрівальною панеллю і повітрям в ТК близько 25...35 °С, а величина панелі повинна становити не менше 0,200×0,285 м (висота×ширина); у разі використання води у якості робочого середовища ТК доцільно використовувати нагрівальні панелі висотою 0,2 м, шириною 0,02...0,03 м.

Висновок. Показано, що комбінований абсорбційний холодильний прилад, що містить у своєму складі як камери з низькими температурами, так і теплову камеру, можна створити на базі вітчизняних моделей Васильківського заводу холодильників типу «Кристал-408» АШ-150 з мінімальними технологічними доробками.