

РОЗРОБКА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ СПОСОБІВ УПРАВЛІННЯ
АБСОРБЦІЙНИМИ ХОЛОДИЛЬНИМИ АПАРАТАМИ

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

Тітлова О. О., к.т.н., доц., e-mail: titlova@ukr.net

Пономарьов К. М., аспірант, e-mail: alic.in.mine@gmail.com

Дмитренко Д. В., аспірант, e-mail: mbilogub@gmail.com

Одеський національний технологічний університет

Актуальність дослідження. Сучасні вимоги до холодильних агентів у частині озонобезпеки та мінімізації вкладу в «парниковий» ефект відкривають широкі можливості для холодильних апаратів абсорбційного типу або апаратів з абсорбційно-дифузійними холодильними апаратами (АХА), що працюють з традиційним водоаміачним розчином (ВАР).

Основний недолік АХА, що стримує їх широке поширення - низька енергетична ефективність, зумовлена фізичними особливостями холодильного циклу. Цей чинник не тільки визначає підвищені, порівняно з компресійними аналогами, вартісні витрати, а й відповідний внесок у «парниковий» ефект.

Мета дослідження – підвищення енергетичної ефективності АХА.

Основні матеріали досліджень. Аналіз результатів експериментальних досліджень дослідних та серійних моделей холодильних апаратів з АХА показали, що їх підвищений рівень енергоспоживання визначається існуючою методологією розрахунку та способом управління при експлуатації. Відповідно до існуючих вимог до побутових і торговельних холодильних апаратів, в першу чергу, необхідно забезпечити заданий температурний режим в холодильній камері в «жорсткому» режимі експлуатації, при цьому, як правило, робота АХА здійснюється в безперервному режимі ($KPB = 1$), а величина енергоспоживання до уваги не береться.

Як показує ексергетичний аналіз циклу АХА, найбільший успіх в енергозбереженні можна досягти при оптимізації прямого (теплого) циклу, що реалізується в «привідний» контур АХА. Особливу увагу при цьому необхідно приділяти перекачуючий термосифон (ПТС), втрати ексергії в якому досягають 60 % від сумарних.

Аналіз основних напрямів енергозбереження показав, що найбільшого успіху при мінімумі витрат може бути досягнуто за рахунок використання оптимальних систем керування апаратами з АХА. Зокрема, за рахунок зміни величини теплопідведення на ПТЗ залежно від температурних режимів у характерних точках холодильної камери та АХА.

Проблеми енергозбереження в ПТС пов'язані з частковою конденсацією парів у підйомній частині. Вона вирішується за рахунок розподілу теплового навантаження, що підводиться на ПТС в залежності від температури навколишнього середовища і температури в холодильній камері. Ефект енергозбереження у своїй становить 15...16 %.

Основна увага при розробці енергозберігаючих режимів АХА приділялася генераторному вузлу. Було показано, що значною мірою енергозберігаючі режими холодильного апарату визначаються режимом проходу пари через затоплений U-подібний ректифікатор АХА.

Режими проходу пари залежать від величини теплопідведення до ПТС АХА. В енергозберігаючих режимах роботи АХА прохід пари здійснюється шляхом барботування. При збільшенні теплового навантаження на ПТС пар відтісняє рідину і у верхній частині ректифікатора утворюється паровий прошарок. Очищення пари та попереднє підігрів пари в ректифікаторі в цьому режимі мінімальні. На прикладі моделі низькотемпературної камери (НТК) Стugna-101 АМЛ-180 було показано, що робота в енергозберігаючих режимах дозволяє знизити енергоспоживання порівняно з кращими зарубіжними аналогами до 50 %.

Розвиток цього напрямку був пов'язаний із встановленням додаткового теплоізоляційного кожуха на дефлегматорі АХА. Ефект енергозбереження у цьому випадку становив: 21 % («Київ-410»); 12% («Кристал-408»); 17% ("Стугна-101" АМЛ-180). Для реалізації таких енергозберігаючих режимів необхідно здійснювати контроль температури пари на виході дефлегматора - вона не повинна перевищувати температури насичення аміаку при робочому тиску в АХА (порядку 50 С).

При розробці енергозберігаючих способів управління виходили з того, що в неробочому періоді температура елементів приводного контуру АХА (термосифона, ректифікатора, дефлегматора), за рахунок теплових втрат в навколишнє середовище, знижується.

Це супроводжується не тільки охолодженням міцного та слабкого ВАР, але й частковою конденсацією пар у дефлегматорі та конденсаторі АХА. При конденсації парів їхнє місце займає інертний газ, який до цього знаходиться в контурі природної циркуляції (КЕЦ). Очевидно, що чим більший час неробочого періоду, тим нижчою опуститься температура і тим більший об'єм у дефлегматорі АХА займе інертний газ.

При подачі теплового навантаження на ПТС інертний газ виштовхуватиметься в КЕЦ динамічним натиском парового потоку, величина якого залежатиме від кількості парової фази. У момент запуску АХА певна кількість пари, що генерується в ПТС, буде витрачатися на розігрів елементів конструкції ректифікатора, дефлегматора і конденсатора. За інших рівних умов, час проходження парового потоку до конденсатора визначатиметься ступенем охолодження елементів приводного контуру в неробочому періоді, тобто. тривалістю неробочого періоду. Це говорить про те, що відоме становище - "чим більше час неробочого періоду, тим більша економічність", не завжди застосовується для побутових та торгових абсорбційних холодильних апаратів.

Для підвищення економічності необхідно не допускати значного переохолодження елементів конструкції приводного контуру АХА.

Зменшити ступінь переохолодження транспортних елементів приводного контуру АХА можна шляхом збільшення термічного опору теплоізоляції генераторного вузла, так і частковим їх прогріванням в неробочому періоді.

Перший шлях у побутовій та торговій техніці обмежений габаритними вимогами, другий – більш перспективний.

Дещо інша ситуація в холодильних апаратах з високим термічним опором конструкцій, що захищають, наприклад, в НТК з «суперізоляцією» «Стугна-101» АМЛ-180. На відміну від однокамерних або двокамерних моделей, в яких регламентовано співвідношення температур у камерах, НТК потенційно мають великі функціональні можливості, так як можуть застосовуватися практично у всьому діапазоні температур зберігання, що використовується в побуті – від мінус 18 °С до 12 °С, тобто стати універсальним холодильним приладом.

У цьому випадку теплоізоляційні конструкції камери традиційно повинні проектуватися з урахуванням роботи АХА в «жорсткому» режимі експлуатації, тому універсальна модель буде мати значний запас холодопродуктивності при помірних низьких температурах навколишнього середовища і позитивних температурах зберігання.

Висновок. В результаті проведених досліджень показано, що в універсальних абсорбційних холодильних апаратах, виконаних за класом SN*, можуть мати місце режими зберігання з мінімум або відсутністю теплоприток ($t_k = 5...12$ °С, $t_{o.c.} = 10$ °С). Час робочого періоду у разі набагато менше неробочого, тому забезпечувати постійний прогрів елементів генераторного вузла може бути недоцільно. У таких умовах експлуатації економічним може бути позиційний режим управління.