УДК 621.574

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТИПУ ХОЛОДОАГЕНТУ НА ПОКАЗНИКИ ТЕРМОДИНАМІЧНОГО ЦИКЛУ ДВОСТУПЕНЕВОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF THE COOLING AGENT TYPE ON THE THERMODYNAMIC CYCLE PARAMETERS OF A TWO-STAGE REFRIGERATOR

Магістри О. В. Ісмайлова, Д. В. Цуркан, О. А. Генний, І. Г. Шкрабіль
Український державний університет залізничного транспорту

Masters O. V. Ismailova, D. V. Tsurkan, O. A. Gennyi, I. G. Shkrabil
Ukrainian State University of Railway Transport

У якості холодильного агенту було обрано аміак, бо це пояснюється винятковими термодинамічними властивостями аміаку як холодоагенту, який забезпечує високий ККД установки у діапазоні температур конденсації, що використовується у технологічних циклах підприємств. Демонструючи високу ефективність використання, аміачні установки дешеві в експлуатації через низьку вартість заправки холодоагентом: аміак широко поширений у природі та виробляється в Україні. Крім того, великою перевагою є той факт, що аміак абсолютно безпечний для навколишнього середовища і не входить до списку речовин, що регулюються Монреальським та Кіотським протоколами і підлягають вилученню з вживання.

Існує думка, що для використання в холодильних установках краще підходять фреони: вони безпечні для людини і можуть забезпечити необхідну холодопродуктивність установки. Проте це зовсім так. Жоден із фреонів (крім R22, виробництво та використання якого має бути припинено починаючи з 2010 року) не підходить для використання у промисловому устаткуванні так, як аміак. Заправка холодильної системи фреонами обійдеться підприємству у 60-120 разів дорожче, ніж аміаком, через те, що фреони і холодильні олії експортуються до нас з-за кордону. Мало того, багатокомпонентні суміші, які зараз пропонуються, як заміна забороненим фреонам, навіть за часткової розгерметизації та зменшення кількості хоч однієї з фракцій повністю втрачають свої якості, що викликає необхідність повної заміни холодоагенту в системі. Важливим фактом є те, що в діапазоні температур, що використовуються на підприємствах переробки та зберігання харчової продукції, енергоефективність фреонів на 10-15% нижча, ніж аміаку. Також помилковим є твердження, що фреони повністю нешкідливі (так само, як використовувати аміак дуже небезпечно!): при екзотермічній реакції фреон перетворюється на високотоксичні речовини (фосген та діофосген). І при

знехтуванні правил техніки безпеки відомі випадки виникнення пожеж та ураження людей.

Розрахункове дослідження проведено на програмному комплексі «FKW», який призначений для визначення термодинамічних властивостей холодоагентів, а також для розрахунку циклів парокомпресійних холодильних машин.

Перша частина дослідження проводилася для розробленої двоступеневої парокомпресійної холодильної установки в умовах, що були наведені розділі 2, але для холодоагенту R407C.

Гідрофторвуглецевий (HFC) хладон R407C - газ без кольору та запаху. Хладон R407C хімічно та термічно стабільний, рівень його токсичності дорівнює або нижче за параметри R22. Це найкраща заміна фреону, що руйнує озоновий шар.

Газ не горить, під дією високої температури розкладається, утворюючи токсичні продукти. Заповнення та дозаправка системи проводиться тільки в рідкій фазі холодоагенту. При несправності обладнання відбувається витік хладону. Нерівномірне випаровування фракцій призводить до зміни пропорцій суміші.

Формула зеотропної суміші: R32(23%) + R125(25%) + R134a (52%). Кожен компонент відповідає за певну властивість одержуваного з'єднання:

R32 (дифторметан) – збільшення продуктивності;

R125 (пентафторетан) - запобігання загорянню;

R134a (тетрафторетан) - контроль робочого тиску.

Складові частини формули підібрані для забезпечення характеристик максимально наближених до параметрів R22. Речовини, що входять до зеотропного холодоагенту не утворюють однорідної суміші. Це основний недолік продукту. Під час дозаправки потрібен контроль пропорцій складу.

Фреон R407C за технічними характеристиками близький до холодоагенту R22. Заміна ним застарілого складу не вимагає внесення суттєвих модифікацій у діючу холодильну систему. При переході на гідрофторвуглецеву суміш замінюють еластомери, запобіжні клапани, адсорбуючі елементи фільтрів, олію. Зеотропна суміш характеризується низьким коефіцієнтом теплопередачі. Ця різниця не помітна в установках із пластинчастими теплообмінниками.

За результатами розрахунків показники двоступеневої ПКХУ при роботі на фреоні R407C та аміаку не суттєво відрізняються, як за потужністю компресорів так і за коефіцієнтом трансформації теплоти, але суттєво за масовою витратою холодоагенту, а саме в 7,1 рази. А з урахуванням того, що за цінами 2023 року одна тонна аміаку коштує в середньому 218 доларів, а тонна фреону R407C 8093 доларів, тобто аміак дешевше в 37 разів, питання використання фреону в промисловій холодильній установці не є актуальним.