

КОМПРЕСОРИ «ДАНФОСС» НА CO₂ ГОТОВІ ПІДКОРЯТИ РИНОК

З того часу, як були підписані Монреальський та Кіотський протоколи, в світі постійно точаться дискусії стосовно перспектив заміни озоноруйнівних ХФВ і ГХФВ (холодоагентів) на нові – озонобезпечні та з низьким потенціалом глобального потепління.

Не дивлячись на те, що зараз існує велика кількість різних ГФВ холодоагентів, які пропонуються на заміну тим, що повинні бути виведені з експлуатації, одностайної думки про те, які ж фреони (і відповідно холодильне обладнання) будуть домінувати в майбутньому, немає. В цій ситуації дедалі гучніше починають лунати переконання щодо необхідності шир-

цеси з індивідуальними для кожного холодоагенту параметрами. При роботі установки в надкритичній області існують деякі відмінності по відношенню до стандартного холодильного циклу. Терміни, які використовуються для опису холодильного циклу з використанням CO₂, такі ж, як і для інших холодоагентів за винятком процесу теплопередачі від холодоагенту до

лом (рис. 1). Транскритичний цикл починається від точки 1 до точки 2 – процес стиску газу в компресорі. Під час цього процесу температура зростає і для діоксиду вуглецю може досягати 130 °С. Від точки 2 до точки 3 проходить процес теплопередачі від холодоагенту до охолоджуючого середовища при сталому тиску в надкритичній області. Під час цього



шого впровадження обладнання, здатного працювати на найбезпечнішому, з екологічної точки зору, холодоагенті – вуглекислому газі (CO₂).

В залежності від параметрів термодинамічного циклу робота холодильної установки з використанням CO₂ як холодоагенту може відбуватися в докритичній або надкритичній області. В докритичній області робота такої установки нічим не відрізняється від роботи системи на ГХФВ, ГФВ холодоагентах, де проходять однакові про-

охолоджуючого середовища. В надкритичному циклі процес тепловіддачі від холодоагенту до охолоджуючого середовища проходить в області, яка лежить вище критичної точки. В даній області відсутні відмінності між фізичними властивостями пари і рідини. В цьому випадку процес теплопередачі називається газоохолодженням, а теплообмінний апарат – газоохолоджувачем (на відміну від стандартних процесів конденсації в конденсаторі).

Розглянемо для прикладу роботу холодильної системи за таким цик-

процесу температура змінюється від величини на вході в газоохолоджувач до величини на виході з газоохолоджувача. Процес дроселювання проходить від точки 3 (надкритична область) до точки 4 (паро-рідинна суміш холодоагенту). Процес теплопоглинання (випаровування) проходить при сталому тиску і температурі (точка 4 – точка 1). В точці 1 отримують перегріту пару. Для транскритичного циклу процес теплопередачі від холодоагенту до охолоджуючого середовища проходить при сталому

тиску, однак температура при цьому постійно зменшується – відбувається охолодження газу. Оскільки цей процес відбувається без фазового переходу, то між тиском і температурою немає взаємозв'язку, як, наприклад, в процесі фазового переходу між тиском і температурою речовини. В такому випадку, що ж визначає тиск в газоохолоджувачі?

В невеликих системах без ресивера і з капілярною трубою тиск визначає заправка холодоагенту, а також його розподіл між елементами системи. В цьому випадку очевидним стає таке запитання: як впливає тиск в газоохолоджувачі на холодопродуктивність і енергоефектив-

тиском. Для циклу з тиском у газоохолоджувачі на 5 бар більшим, ніж номінальний холодопродуктивність становить 106% від холодопродуктивності в циклі з номінальним тиском. Ці дані демонструють наскільки тиск у газоохолоджувачі впливає на холодопродуктивність.

Зміна холодопродуктивності і споживаної компресором електроенергії в залежності від тиску в газоохолоджувачах зумовлюють зміну холодильного коефіцієнта COP. На рис. 2 показано різні значення коефіцієнта COP в залежності від тиску в газоохолоджувачі. Для номінального циклу $COP=2,6$, тоді як для циклів з вищим і нижчим тиском у газоохо-

раметрах необхідно застосовувати регулятори тиску в газоохолоджувачах для забезпечення ефективної і економічної роботи установки.

Концепція створення

Постійно зростаючий інтерес до систем, в яких холодоагентом виступав би CO_2 – особливо в охолоджувачах пляшок, – створив відповідний попит на компресори для таких застосувань.

Компанія «Данфосс» розробила конструкцію поршневого компресора для роботи з R744, яка відповідає всім вимогам необхідним для таких застосувань. Цей компресор, як екологічно безпечне холодильне обладнання, був представлений на багатьох всевітніх виставках, зокрема таких як: IKK, ASHRAE/AHR. Оскільки робота холодильної системи з використанням CO_2 як холодоагенту при температурі охолоджуючого середовища вище $30\text{ }^\circ\text{C}$ проходить в надкритичному циклі, то це вимагає не тільки відповідного компресора, але також інших пристроїв управління та конструкції теплообмінника, в якому проходить теплопередача від охолоджуваного газу до навколишнього середовища. Паралельно з розробкою компресора для таких застосувань компанія «Данфосс» розробила механічний розширювальний вентиль, який оптимізує роботу системи в залежності від температурних змін навколишнього середовища. Відділом досліджень і розвитку продукції холодильного департаменту компанії «Данфосс» було спроектовано індивідуальну конструкцію компресора для роботи з холодоагентом R744.

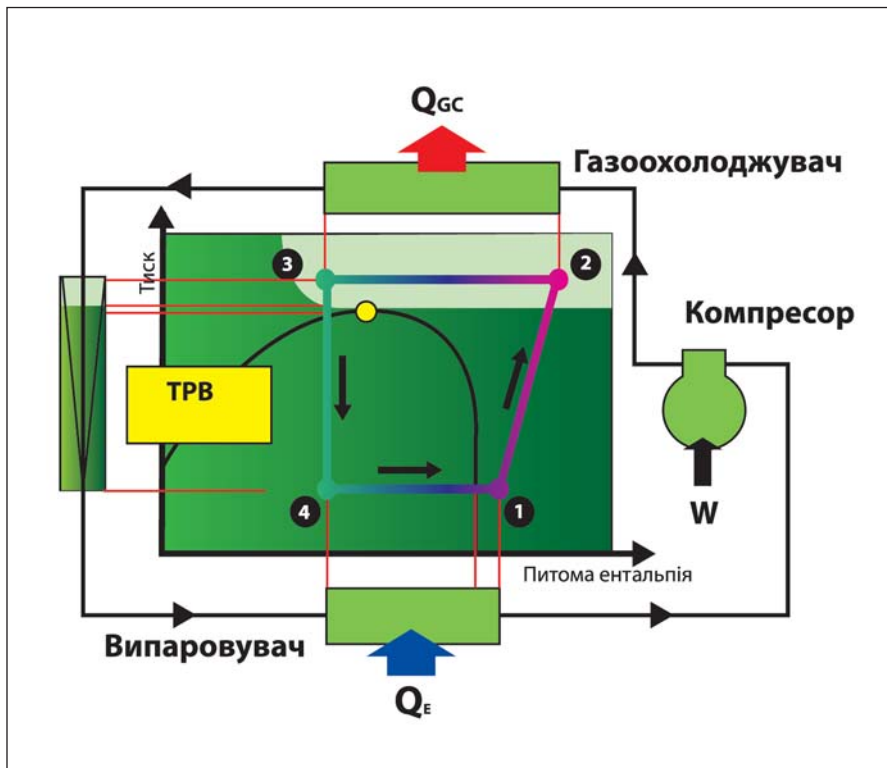


Рис. 1

ність системи? На рис. 2 показано холодильні цикли при різних тисках у газоохолоджувачі (різниця тисків в межах 10 бар). Вплив тиску в газоохолоджувачі на холодопродуктивність можна спостерігати на прикладі зміни різниці питомих ентальпій холодоагенту на виході і вході з випарника. Для циклу з тиском у газоохолоджувачі на 5 бар меншим, ніж номінальний холодопродуктивність становить лише 64% від холодопродуктивності в циклі з номінальним

лоджувачі значення холодильного коефіцієнту є меншим. Отже, існує якесь оптимальне значення тиску у газоохолоджувачі, при якому холодильний коефіцієнт циклу буде максимальним.

Проте майже завжди на практиці робочі умови (температура кипіння, перегрів, навколишня температура) змінюються. В зв'язку з цим міняється і тиск в газоохолоджувачі. В залежності від застосування, величини і тривалості змін в робочих па-

Виробництво компресора Данфосс для CO_2

Перший такий компресор з'явився у 2002 році і став одним з перших в світі серед компресорів, призначених для роботи з таким холодоагентом, як вуглекислий газ. З цієї причини він привернув до себе значну увагу з боку ринку холодильного обладнання. Близько півтисячі таких компресорів було виготовлено в Нордборзі (Данія). Деякі з них були

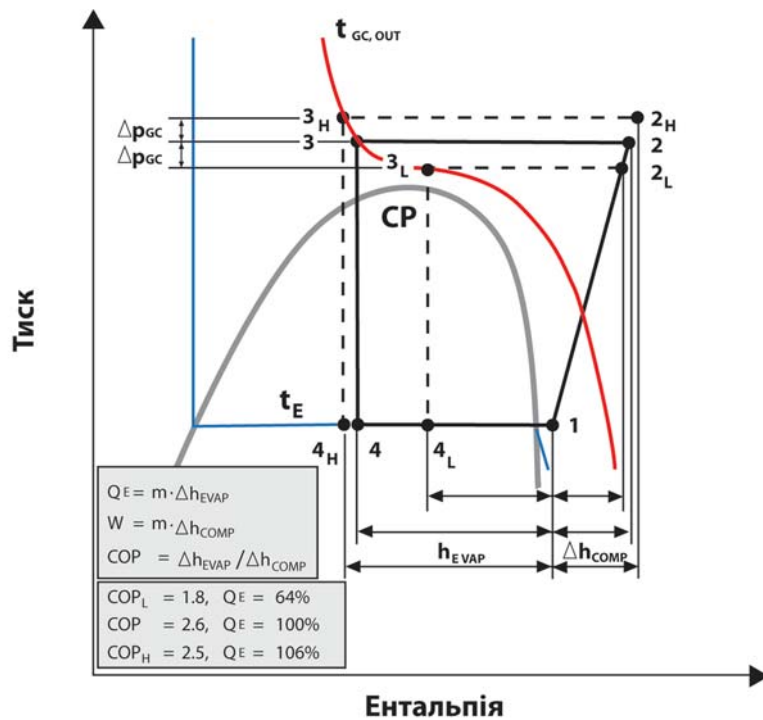


Рис. 2

направлені для проведення випробувань в науково-дослідні інститути, а більша частина знайшла своє застосування в робочих холодильних системах. У червні 2005 року виробничі лінії за цим проектом було перенесено з Нордборга до Фленсбурга (Німеччина, Danfoss Compressors). У квітні 2007 року вже вдосконалена

конструкція компресора Данфосс на CO₂ отримала останні схвалення на впровадження її у виробництво. Лінія з виробництва таких компресорів була розміщена у Фленсбурзі, а її виробничі потужності сягнули позначки 30 000 компресорів на рік. Це значило наступну відправну точку в проекті з розробки, впровадження

у виробництво та забезпечення потреб ринку в компресорах компанії «Данфосс» на екологічно безпечному холодоагенті.

Конструкція компресора

Для застосувань з холодоагентом R744 в надкритичній області компанія «Данфосс» розробила модельний ряд компресорів серії TN. В основі будови цього компресора лежить конструкція одноциліндрового поршневого компресора, оскільки це оптимальне рішення для роботи при високих тисках, які властиві для CO₂ як холодоагенту. Зі сторін всмоктування і нагнітання компресора встановлено глушники, які становлять єдине ціле з корпусом компресора. Всі компресори серії TN обладнані диском безпеки, який розміщений на стороні нагнітання. Цей диск безпеки призначений для того, щоб у випадку перевищення максимально допустимого тиску на стороні нагнітання (130 бар ± 5%) скидати надлишковий тиск в атмосферу. Такий додатковий засіб необхідний для того, щоб бути впевненим в повній безпеці оточуючих у випадку аварії при перевищенні максимального допустимого тиску.

Застосування

Все більше й більше виробників холодильних меблів, охолоджувачів пляшок, снекових апаратів виявляють бажання використовувати в своїй продукції енергоефективні та екологічно безпечні компресори, здатні працювати на альтернативних до ГФВ холодоагентах. Ініціатива компанії «Данфосс» з впровадження у серійне виробництво компресорів для роботи з CO₂ сприяє дедалі ширшим інвестиціям компаній виробників холодильних меблів у виробництво нового обладнання на базі екологічно чистих холодильних систем з використанням в якості холодоагента CO₂, що в свою чергу сприятиме збереженню навколишнього середовища.

Технічні характеристики

Об'єм циліндра	1-2.5 cm
Холодопродуктивність	0.5-1.2 kw
Частота обертів, 50 Гц	2950 rpm
Макс. тиск всмоктування	8 MPa
Макс. тиск нагнітання	14 MPa
Масло	POE
М	14.5 kg
Висота	190 mm
Монтажні розміри	204x192 mm

