

ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ ХОЛОДИЛЬНИХ АГЕНТІВ ДЛЯ ОБЛАДНАННЯ ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Семенюк Д. П., к.т.н., доц., e-mail: dmitriy.semeniuk@gmail.com

Смілик М.М., аспірант, smilykmm@gmail.com

Державний біотехнологічний університет

Актуальність дослідження. Згідно з багатьма дослідженнями у Європі, незважаючи на популярність аміаку, що росте, R404a залишається досить поширеним холодоагентом. У Північній Америці, навпаки, лідирує аміак, як мінімум у великих складах, що охолоджуються, і терміналах.

З точки зору залежності тиску від температури насичення, об'ємної холодопродуктивності та термодинамічного коефіцієнту корисної дії (ККД) оптимального контрольного циклу ці холодоагенти можна назвати взаємозамінними. У зв'язку з цим в інформаційному документі «холодоагенти» з інформаційного пакету ICE-E застосовуються інші критерії аналізу основних переваг та недоліків R404a та R717: вартість холодоагенту, виявлення витоків, відповідність вимогам охорони навколишнього середовища або сумісність холодоагенту з іншими матеріалами. Проект ICE-E організований європейським агентством з конкуренції та інновацій. Його мета – сприяння власникам холодинних складів у скороченні споживання енергії та зменшенні викидів парникових газів шляхом надання безкоштовних консультацій.

Мета досліджень. З метою застосування для обладнання харчових виробництв, розглянемо основні переваги та недоліки та недоліки холодоагентів, що найчастіше використовуються в холодних складах та на харчовому виробництві, а саме R404a та R717 (аміак). Розбір проведемо на прикладі компресійних чіллерів.

Основні матеріали досліджень. До переваг аміаку перед R404a відносяться вартість, коефіцієнт теплопередачі, ККД процесу стиснення, розмір трубопроводу, взаємодія з водою, простота виявлення витоків, відповідність вимогам довкілля [1].

Вартість. На даний момент вартість кілограма безводного аміаку, що використовується в холодильному обладнанні, у кілька разів нижча за вартість R404a. Якщо порівнювати вартість однакового об'єму двох взаємозамінних рідин, виходить, що аміак вдвічі дешевше за R404a, оскільки в рідкому стані щільність R404a вдвічі більша за щільність аміаку.

Теплопередача. Переваги, що забезпечуються високим коефіцієнтом теплопередачі аміачного холодоагенту, можна використовувати подвійно. З одного боку, зменшивши поверхню теплообміну, можна зменшити вартість установки. З іншого боку, зменшивши різницю температур із рідинами у зовнішньому контурі, можна підвищити коефіцієнт теплопередачі установки та знизити вартість її експлуатації.

ККД процесу стиснення. Завдяки використанню аміаку в поршневіх компресорах підвищується ізоентропійний ККД стискування. При цьому економія енергії відносно невелика: не вище ніж 10 %. Використання аміаку у гвинтових компресорах також позитивно впливає на ККД стиснення, але в цьому випадку економія енергії збільшується пропорційно підвищенню стиснення.

Трубопровід. Перевага аміаку перед галоїдозаміщеними холодоагентами полягає в тому, що для нього потрібний трубопровід меншого діаметра, як у газоподібній фазі при високому або низькому тиску, так і рідкій фазі в затопленому випарнику, куди холодоагент подається насосом.

Взаємодія із водою. При нормальних робочих умовах в холодоагенті можуть бути сліди води через недостатнє осушення установки або в результаті просочування через місця витоків в ті частини холодильного контуру, де тиск нижче атмосферного. З R404a вода не змішується і може замерзнути на входному або вихідному отворі дросельного пристрою, що призведе до зупинки роботи. З аміаком вода залишається у суміші, і це не має жодних шкідливих наслідків.

Для запобігання хімічній реакції з мастилом, утворення органічних кислот з корозійними властивостями, концентрація води в аміаку не повинна перевищувати 300 м. д.

Виявлення витоків. Присутність аміаку легко відчуті по запаху, що відчувається вже при концентрації в повітрі 50 м. д. Оскільки у R404a запаху немає, його витік стає помітним тільки після виходу більшої частини холодоагенту. Все це призводить до зупинки робочого процесу та економічної шкоди.

Взаємодія з мастилом. Оптимальним рішенням у цьому випадку є великий централізований холодильник безпосереднього випаровування із затопленими випарниками та окремими джерелами живлення. У ньому аміак і мастило не поєднуються, що виключає можливість утворення бульбашок. Для видалення невеликої кількості мастила, що потрапляє в холодильний контур, використовують спеціальні маслоуловлювачі, що розміщуються в тих частинах установки, де відбувається осадження мастила внаслідок її більшої щільності, ніж у рідкого аміаку. З маслоуловлювача мастило перенаправляється в картер компресора.

Відповідність вимогам охорони навколишнього середовища. Випуск аміаку в атмосферу не завдає шкоди навколишньому середовищу. Реагуючи з вуглекислим газом та водою, присутніми у повітрі, аміак утворює нешкідливий двовуглекислий амоній (NH_4HCO_3). R404a відноситься до речовин з відносно високим потенціалом глобального потепління – 3260. Внаслідок цього використання R404a та інших ГФВ у великих кількостях обмежене законодавством, яке стає все більш і більш суворим.

До переваг R404a перед аміаком відносяться взаємодія з матеріалами, кінцева температура адіабатичного стиснення та безпека.

Взаємодія із матеріалами. У той час як R404a повністю сумісний з поширеними металами (сталь, алюміній, мідь та їх сплави), аміак (за наявності в ньому води) агресивно реагує з міддю, цинком та їх сплавами. Таким чином, єдиним придатним матеріалом для установок з аміаком є сталь, а використання звичайних герметичних та напівгерметичних компресорів виключено. Однак у великих централізованих установках це обмеження не має великої ролі.

Кінцева температура адіабатичного стиснення. Кінцева температура адіабатичного стиснення аміаку набагато вища, ніж у R404a. Висока температура газів, що виходять, як правило, сильно знижує ККД внаслідок необхідності усунення перегріву, а втрати при перегріві не компенсуються втратами на дроселювання і в поршневі компресорах, що зменшує максимальний ступінь одноступеневого стиснення в установках з аміаком. В установках з гвинтовими компресорами цю властивість аміаку можна практично не брати до уваги, так як у фазі стиснення відбувається рідинне охолодження масла, що впорскується в компресор. Слід зазначити, що високий ступінь перегріву аміаку може стати перевагою при утилізації теплової енергії з перегрітої пари. Регенерація тепла з охолоджувачів гвинтових компресорних агрегатів, в яких як холодоагент використовується аміак, все частіше стає звичайною практикою.

Горючість та токсичність. Відповідно до Стандарту 34-2010 ASHRAE ANSI/ASHRAE холодоагент R404a відноситься до групи безпеки A1, а аміак – B2 (горючі та токсичні речовини). Температура спалаху чистого R404a становить 728 °C, аміаку – 630 °C. Практична межа (максимальна концентрація в житловому приміщенні, яка не вимагає негайного реагування) R404a становить 0,48 кг/м³, аміаку – 0,00035 кг/м³. Однак запах аміаку є попереджувальним сигналом, тоді як концентрація R404a може зростати непомітно.

Висновок. Таким чином, під час використання холодильних агентів для обладнання підприємств харчової промисловості, необхідно зважати на розглянуті характеристики.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Холодильні агенти. Режим доступу: <https://www.ammonia21.com>. (дата звернення 19.10.2024). Назва з екрана.