

## ПРОБЛЕМИ ПЕРЕХОДУ НА АЛЬТЕРНАТИВНІ ХОЛОДАГЕНТИ

Семенюк Д. П., к.т.н., доцент, e-mail: [dmitriy.semeniuk@gmail.com](mailto:dmitriy.semeniuk@gmail.com)

Державний біотехнологічний університет

**Актуальність дослідження.** Проблема вибору холодоагенту останнім часом стає дуже гострою. Закони, що приймаються в європейських країнах, вимагають використання нових холодоагентів, що веде до появи нового обладнання, призначеного для роботи з ними. На жаль, в Україні немає виробництва деяких важливих компонентів для холодильної техніки (компресори, прилади автоматики), що веде до непрямої залежності від нормативних документів, що приймаються в країнах Європи. Останньою тенденцією став перехід до використання холодоагентів із низьким потенціалом глобального потепління. Директива 517/2014 описує процес переходу та альтернативи застосовуваним холодоагентам. Пошуку альтернатив було присвячено багато публікацій, проте справді гострою проблемою переходу стала зараз. Оскільки власного виробництва холодоагентів в Україні немає, вплив імпорту дуже високий.

**Мета досліджень.** Подивимося на альтернативи, які пропонуються для використання в найближчі роки. Серед них можна виділити дві групи:

1. Природні холодоагенти. До них відносять аміак (R717), діоксид вуглецю (R744), пропан (R290), ізобутан (R600a), пропілен (R1270). Дані холодоагенти практично не надають негативного впливу на глобальне потепління, але, незважаючи на ефективність застосування, мають ряд недоліків [1].

2. Синтетичні холодоагенти. Синтетичні холодоагенти зі зниженим потенціалом глобального потепління, до яких відносять деякі гідрофторвуглеці, гідрофторолефіни та суміші на їх основі – R32, R1234yf, R1234ze, R1233zd, R454B, R513A, R455A, R428A, R44B8,

**Основні матеріали досліджень.** Розглянемо коротко характеристики та деякі особливості застосування природних холодоагентів.

Аміак (R717). Один з найстаріших холодоагентів, має найвищі показники ефективності, токсичний, при певній концентрації може утворювати вибухо- та пожежонебезпечні суміші, агресивно взаємодіє з деякими матеріалами. Холодильні установки, які використовують аміак, підлягають обов'язковому контролю державними органами. Варто відзначити той факт, що, незважаючи на негативні властивості, існує система підготовки фахівців для роботи з даним холодоагентом, а також перевірена практикою нормативна документація.

CO<sub>2</sub> (R744). Поряд з аміаком, також є одним з перших холодоагентів, що широко використовується до моменту поширення хладонів. До негативних властивостей можна віднести високий робочий тиск, негативний вплив на організм людини, причому, якщо витік аміаку легко помітити характерним запахом, витік CO<sub>2</sub> практично не помітний за допомогою органів чуття. Для роботи з CO<sub>2</sub> потрібна спеціальна підготовка персоналу.

Пропан (R290). Ефективність застосування та властивості близькі до добре відомого холодоагенту R22. Горючий, існують норми щодо мінімальної заправки.

Ізобутан (R600a). Область застосування обмежена побутовими системами з малою заправкою, тому такі негативні властивості, як горючість, не дуже актуальні.

Пропілен (R1270). Схожий на пропан як з погляду позитивних, і негативних властивостей.

Синтетичні холодоагенти також мають позитивні та негативні особливості застосування. Найбільш популярний гідрофторвуглець R32, як і більшість чистих гідрофторолефінів, мало токсичний, важко горючий. Синтетичні холодоагенти не мають запаху і важчі за повітря, що не дозволяє виявити витік органами почуттів, а при попаданні в дихальні шляхи починається витіснення кисню, що може призвести до сумних наслідків.

Гідрофторвуглеці зі зниженим потенціалом глобального потепління мають властивості схожі з широко застосовуваними холодоагентами R404A і R507A.

На що слід звернути увагу при виборі альтернативного холодоагенту? Перш за все, варто розділити завдання на заміну холодоагенту в існуючому обладнанні та на виробництво нового обладнання, призначеного для використання з новими холодоагентами. Якщо в першому випадку важливими моментами є та ж або близька продуктивність установки при використанні існуючих компонентів, що включає основні параметри холодоагентів, то у другому випадку потрібно, перш за все, звертати увагу на найближчу перспективу, наприклад, використання зазначених вище холодоагентів R448A і R449A не є доцільним, оскільки в найближчому майбутньому вони будуть виводитися з використання. Які холодоагенти варто розглядати як альтернативні? Насамперед, варто звернути увагу, що запропоновані альтернативи або вимагають підвищених заходів безпеки (горючість, високий тиск, токсичність), або спричиняють проблеми при експлуатації установки.

Окремо варто згадати сумішеві холодоагенти. Якщо при використанні азеотропів (R513A) проблем менше, то при використанні зеотропів (R450A) виникає багато проблем як при експлуатації, так і при проектуванні нових установок.

Застосування природних холодоагентів таких як аміак, CO<sub>2</sub>, пропан вимагає перегляду підходу до проектування систем як з точки зору безпеки, так і з точки зору ефективності. Наприклад, застосування базового транскритичного циклу з холодоагентом R744 зі звичними розрахунковими параметрами не дозволяє забезпечити схожу ефективність порівняно з традиційно застосовуваними холодоагентами R404A і R507A. Застосування додаткових заходів (паралельний стиск, ежектор, системи рекуперації, алгоритми «плаваючого» тиску конденсації та ін.) дозволяють суттєво збільшити ефективність, проте вимагають інших підходів під час проектування холодильних установок. Застосування пропану як холодоагенту для комерційних холодильних установок обмежується допустимим обсягом заправки, що змушує виробників проектувати систему з кількома незалежними контурами та зі збільшеними температурними напорами в теплообмінних апаратах, що веде до зниження ефективності роботи холодильної установки. Також для зазначених вище (R717, R744, R290) холодоагентів потрібно слідувати підвищеним заходам безпеки, що потребує додаткового навчання персоналу, і, головне, невід'ємне дотримання правил експлуатації.

Єдиним холодоагентом в Україні, правила безпеки роботи з яким і система підготовки кадрів є відпрацьованими, а також ефективність холодильних установок при його застосуванні не має сумнівів, є аміак. Фахівці, зайняті проектуванням, монтажем та експлуатацією аміачних холодильних установок повинні проходити атестацію та регулярні перевірки на знання вищевказаних правил, а також інших нормативних документів, пов'язаних як із загальними правилами промислової безпеки, так і з правилами улаштування та безпечної експлуатації судин, що працюють під тиском, технологічних трубопроводів та інших елементів холодильного контуру.

Проблемами при використанні ненасичених вуглеводнів, гідрофторолефінів та сумішей на їх основі є висока вартість та «часткова горючість» при нижчому порівняно з гідрофторвуглецями негативному впливі на навколишнє середовище.

**Висновок.** Підсумовуючи можна сказати, що слід звернути увагу на ширше використання природних речовин як холодоагентів та сумішей на їх основі, оскільки заборони холодоагентів цієї групи з великою ймовірністю не торкнуться, вартість їх нижча, а ефективність за певного підходу вища. Негативними факторами застосування природних холодоагентів є проблеми безпеки та нові підходи до проектування установок. Однак ці проблеми можуть бути позитивними з точки зору технічного розвитку холодильної техніки.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Холодильний агент для невеликих промислових проектів. Режим доступу: <https://leacond.com.ua/novini-i-publikatsii/novini-industrii/kholodilniy-agent-dlya-nevelikikh-promislovikh-proektiv.html>. (дата звернення 19.10.2024). Назва з екрана.