

ТЕПЛОТЕХНІЧНІ ПРИЛАДИ ВИМІРЮВАННЯ КРІОГЕННИХ СИСТЕМ
ОХОЛОДЖЕННЯ ВАНТАЖІВ, ЩО ШВИДКО ПСУЮТЬСЯ

Якушенко Є. М., к.т.н., доц., e-mail: papelats@ukr.net

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

Державний біотехнологічний університет

Актуальність дослідження. В умовах підвищення вимог до економії рідкого палива в усіх галузях техніки фахівці вже давно вишуковують можливості безмашинних способів охолодження вантажів, що швидко псуються, (ШПВ). Останнім часом у зв'язку із зазначеною тенденцією знову проявляється інтерес до одного з таких способів – охолодження ШПВ рідким азотом.

Рідкоазотна система охолодження (РАСО) ШПВ, що перевозяться, має ряд переваг: відсутність спеціального енергетичного джерела, простота конструкції, наявність сприятливого газового середовища навколо ШПВ, відсутність екологічного впливу, зменшення втрати продуктів при перевезенні та зберіганні.

Водночас доцільність широкого впровадження цього способу охолодження на вагонах не є безперечною, оскільки відсутність системи опалення вагонів із РАСО знижує можливість їх експлуатації в зимовий час, необхідність заправки азотом та створення по країні мережі екіпірувальних пунктів, розширення потужностей з виробництва рідкого азоту та спеціальних криогенних ємностей.

Основні матеріали досліджень. Система охолодження, заснована на випаровуванні рідкого азоту, включає такі основні елементи: посудина рідкого азоту; пневматичний або електричний вентиль керування подачею рідкого азоту; що знаходиться в посудині; розпилювальний колектор форсунками для розпилення азоту у вантажному приміщенні; датчик температури в камері для вироблення сигналу регулювання подачі азоту з судини; показчик рівня рідкого азоту в посудині; запобіжні клапани для скидання підвищеного тиску в посудині; вентиль заправки судини азотом; регулятор тиску.

Принцип роботи такої системи ось у чому. Регулятор температури, налаштований на заданий температурний режим, при підвищенні температури (вимірюваної датчиком у вантажній камері) заданої верхньої межі регулювання, дає сигнал на відкриття вентиля подачі рідкого азоту, який, перебуваючи в посудині при високому тиску, надходить у колектор розпилювання, де відбувається нагрівання азоту та його інтенсивне випаровування; в процесі випаровування азоту (в колекторі та поза ним) відбувається відбір тепла від повітря та вантажу в камері. Після того, як температурний датчик зафіксує досягнення нижньої заданої межі регулювання температури камери, подається сигнал на закриття вентиля подачі. Надалі цикл регулювання температури у вантажній камері повторюється. За таким принципом працюють РАСО, що використовуються у холодильному транспорті багатьох країн.

Вперше система РАСО розроблена фірмою Linde США. Розроблена в 1961 р. система «Полярстрім» набула найбільшого поширення. Для європейських залізниць (зокрема, для вагонів «Інтерфриго») та автотранспорту серійне виробництво системи «Полярстрім» виробляла з 1965 р. англійська фірма British Oxygen Corp.

У цій системі використовується від одного до чотирьох розташованих усередині кузова (біля торцевих стін) криогенних судин з рідким азотом. Розпилювач колектор змонтований під стелею в центрі кузова. Така система (типу «206») для залізничного вагона включає запас азоту 1170 кг, що знаходиться під тиском 0,08 – 0,09 МПа в одній посудині прямокутної форми (висота судини – 2,140 м, ширина – 2,21 м, довжина – 0 69 м), розташованого горизонтально. Вага незаповненої криогенної системи – 454 кг. Максимальні втрати азоту внаслідок випаровування з судини становлять 2% на добу. Як показує досвід, температура за

обсягом вантажного приміщення за системою «Полярстрім» розподіляється помітно нерівномірно. За таким же принципом працюють американські системи «Колд Спрай» та «Кріоград» (фірми «Air Products»), а також французькі та західнонімецькі системи. Згідно з розробленою схемою «Колд Флоу», азот подається з судини в компактні оребровані теплообмінники (ТО), встановлені вздовж стін і під дахом вантажного приміщення. Після випаровування ТО газоподібний азот далі через розпилювальні патрубки виходить в об'єм камери. Застосування ТО, хоч і подорожчає, дає більш рівномірний розподіл температур.

На відміну від зазначених вище схем, що працюють за принципом безпосереднього впорскування азоту у вантажний об'єм, у системі «Колд Уолл» газоподібний азот розподіляється з двох колекторів вздовж усіх поверхонь огорож вантажного об'єму по системі каналів для азоту, що створюють сорочку, що охолоджує, з досить рівномірним розподілом температур в камері.

Розглянемо системи "Кріоград", розробленої для залізничних вагонів. Тут азот подається через невеликі отвори загальною площею 0,013 – 0,058 см² у розпилювальному трубопроводі зі швидкістю від 13,6 до 50 кг/год. на 3 м довжини камери. Особливістю цієї схеми є вентилятор для переміщення азотоповітряної суміші в камері та для обдування колекторного трубопроводу. Обертання вентилятора відбувається рахунок енергії струменя витікаючого азоту, що з судини трубопроводом надходить у ТО, де випаровується, і під тиском натікає на лопаті вентилятора. Для інтенсифікації випаровування азоту частина ТО розташована поза теплоізолюваним кузовом.

Висновок. На відміну від названих вище систем, де подача азоту регулюється в залежності від температури фірмою Beast Fertilizers (США) розроблена система Окситрол, в якій рідкий азот подається у вантажне приміщення в залежності від концентрації в ньому кисню. В основі цього лежить спостерігається в досвіді затримка старіння продуктів в атмосфері зі зниженим вмістом кисню. Тому заміна кисню інертним азотом призводить до більш сприятливої для або продукту так званого «регульованого газового середовища». Устаткування системи «Окситрол» додатково включає датчик концентрації кисню, що автоматично регулює впорскування необхідної кількості азоту. Зміст кисню у камері підтримується у мінімально допустимих межах (0,5—5 %), так як повна відсутність кисню в навколишньому середовищі продукту може викликати небажану ферментацію продукту.

При всьому різноманітті запропонованих систем РАСО залізничних вагонів, що охолоджуються рідким азотом, навіть у період найбільшого інтересу до цього способу охолодження в 1969 було побудовано не більше 50: з них 30 було обладнано системою «Полярстрім».

До теперішнього часу використання таких систем не сталося на стадії експлуатації дослідних зразків. За даними довідника «Janex», у парку вагонів «Інтерфріго» у 1984 р. всього 26 одиниць АЖВ, обладнаних системою «Полярстрім». Ширше застосовується РАСО на автомобільному транспорті, що експлуатується під наглядом обслуговуючого персоналу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Холодильні установки : підручник. 6-е вид., перероб. та доп. Одеса. Пальміра, 2006. С. 552.
2. Константинов Ю. М., Гіжа О. О. Технічна механіка рідини і газу. / К.: Вища школа., 2002. 277 с.
3. Мандрус В. І. Гідравлічні та аеродинамічні машини. Л.: Магнолія 2007. 340 с.
4. Завойко Б. М., Лещій Н. П. Технічна механіка рідин і газів: основні теоретичні положення та задачі. Львів. Магнолія, 2004. 119 с.
5. Погорелов. А.І. Тепломасообмін (основи теорії і розрахунку). Львів, Новий Світ-200, 2000. – 140 с.
6. Лабай В. Й. Тепломасообмін., Львів: Тріада плюс 2004. 260 с.