



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **90945** (13) **C2**
(51) **МПК (2009)**
F25D 29/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ УСТАНОВЛЕННЯ ВИТОКІВ ХОЛОДОАГЕНТУ З КОМПРЕСОРНОЇ СИСТЕМИ ПОБУТОВИХ ХОЛОДИЛЬНИКІВ

1

2

(21) а200811794

(22) 03.10.2008

(24) 10.06.2010

(46) 10.06.2010, Бюл.№ 11, 2010 р.

(72) ОСОКІН ВОЛОДИМИР ВАСИЛЬОВИЧ, СЕЛЕЗНЬОВА ЮЛІЯ АНАТОЛІЙВНА, РЖЕСІК КОСТЯНТИН АДОЛЬФОВИЧ, СИРОМ'ЯТОВ ГЕНАДІЙ ЄГОРОВИЧ

(73) ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ І ТОРГІВЛІ ІМЕНІ МИХАЙЛА ТУГАН-БАРАНОВСЬКОГО

(56) SU 1219890; 23.03.1986

SU 1402820 A1; 15.06.1988

US 5337576 A; 16.08.1994

GB 2406174 A; 23.03.2005

DE 102006039925 A1; 13.03.2008

Осокин В.В., Ржесик К.А. Научно-технические основы обеспечения надежности и безопасности бытовых холодильников, работающих на изобутане. - Донецк: ДонНУЭТ, 2008. - С. 61-100.

Правила устройства и безопасной эксплуатации холодильных систем. - Утв. Госпроматомнадзором СССР 01.11.1991. - Уфа, 2001. - С. 22-27.

(57) Спосіб установлення витоків холодоагенту з компресорної системи побутових холодильників, який включає контроль зміни в ній характеристик термодинамічних процесів, який **відрізняється** тим, що вимірюють температуру на зовнішній поверхні випарника і наявність витоків холодоагенту визначають за її зниженням на 1,0...1,5 °C відносно паспортної величини.

Винахід належить до області малої холодильної техніки, особливо тій, яка працює на вибухонебезпечних холодоагентах.

Відомий [1] спосіб установлення витоків холодоагенту з холодильних установок шляхом реагування на мікродомішки його в атмосферному повітрі в місцях їхнього розміщення. Цей спосіб використовується для встановлення витоків холодоагентів зі стаціонарних холодильних установок спеціальними переносними приладами - течешукачами при регулярному технічному обслуговуванні устаткування. Зазначений спосіб недопустимий для встановлення витоків холодоагенту в побутовій холодильній техніці через неможливість поточного профілактичного обслуговування її, у тому числі з використанням переносних течешукачів і газоаналізаторів, і відсутності відповідних малогабаритних реєструючих приладів, адаптованих до конструкції малої холодильної техніки.

Найбільш близьким за технічною сутністю та досяжним результатом є спосіб установлення витоків холодоагенту з компресорної системи за зміною в ній характеристик термодинамічних процесів, а саме: за зменшенням тиску робочого тіла в лінії нагнітання та (або) збільшенням коефіцієнта робочого часу компресора [2], прийнятий як прото-

тип. Для реалізації цього способу необхідна установка в нагнітальній лінії компресорної системи приладу контролю тиску робочого тіла - манометра. За даними досліджень [2], при роботі побутового холодильника тиск робочого тіла в лінії нагнітання може коливатися у великому інтервалі чисельних значень через перевідкладення в ній компресорного мастила. Отже, в умовах експлуатації холодильника контроль зміни тиску робочого тіла в лінії нагнітання повинен бути поставлений на рівень наукових досліджень, що практично неможливо. Збільшення коефіцієнта робочого часу компресора може бути пов'язано не тільки з витком холодоагенту з холодильної машини, але і з погіршенням тепловіддачі з поверхні конденсатора, зі значним підтопленням холодильної шафи. У зв'язку з вищевикладеним, зміна зазначених термодинамічних характеристик не може бути достовірним показником наявності витоків холодоагенту з компресорної системи побутового холодильника.

Недолік цього способу обумовлений недостатньою надійністю та, отже, малою ефективністю.

В основу винаходу поставлене завдання розробки способу встановлення витоків холодоагенту з компресорної системи побутових холодильників, у якому зменшення в ній маси холодоагенту ви-

(19) **UA** (11) **90945** (13) **C2**

значають за зниженням температури його кипіння у випарнику внаслідок зниження тиску пар при створюваному компресором розрідженні, що забезпечує надійність і ефективність виявлення витоків і підвищення тим самим технічної безпеки.

Поставлене завдання вирішується тим, що в способі встановлення витоків холодоагенту з компресорної системи, який включає контроль у ній характеристик термодинамічних процесів, відповідно до винаходу, наявність їх визначають за зниженням температури його кипіння у випарнику холодильної машини на $1,0...1,5^{\circ}\text{C}$ відносно паспортної величини.

Принципова відмінність пропонованого способу від існуючих полягає в тому, що витік холодоагенту з компресорної системи побутового холодильника встановлюють не по появі його в атмосферному повітрі поблизу неї, а по реагуючій на витік термодинамічній характеристиці роботи холодильної машини - зниженню температури кипіння холодоагенту у випарнику в межах морозильної камери.

Сутність пропонованого способу полягає в наступному. Температурним датчиком контролюють температуру кипіння холодоагенту у випарнику компресорної системи. При заданій дозі заправлення холодоагенту в системі температура його кипіння постійна, залежна тільки від створюваного компресором розрідження у випарнику. У цьому випадку в морозильній камері підтримується максимально низька, гарантована паспортом на холодильник, температура, наприклад, -18°C . При наявності витоку холодоагенту з холодильної машини, зменшенні у зв'язку із цим у ній маси холодоагенту глибина розрідження у випарнику при незмінних характеристиках роботи компресора збільшується. Внаслідок цього знижується температура кипіння холодоагенту, що призводить до зниження температури на поверхні випарника та у морозильній камері. Зниження температури на поверхні випарника може бути сигналом про витік холодоагенту з компресорної системи на будь-якій її ділянці - як у лінії нагнітання, так і у лінії всмоктування.

Новим стосовно прототипу є встановлення витоків холодоагенту з компресорної системи за зниженням температури кипіння холодоагенту у випарнику холодильної машини на $1,0...1,5^{\circ}\text{C}$ відносно паспортної величини. У цьому полягає також і істотна відмінність пропонованого способу.

Приклад. Для дослідження мікрОВитоків ізобутану з холодильної машини та обумовлених ними змін теплоенергетичних і теплофізичних показників роботи побутового холодильника використаний лабораторний стенд із засобами виміру тиску і температури в лініях нагнітання та всмоктування. У нагнітальну магістраль холодильної машини на ділянці між компресором і першим калачем конденсатора був уварений зварний шов з реальним мікроушкодженням. Ділянка мікроушкодження герметично - шляхом зварювання підключена до двохходового кульового крана (вхідний патрубок його перекидає площу мікроушкодження) і через нього - до капілярної трубки, кінець якої уведений у мірний циліндр, заповнений дистильованою водою і перевернений нагору дном. За зниженням

рівня води в мірному циліндрі визначали об'єми витоків ізобутану з компресорної системи в будь-якій проміжки часу.

Для реєстрації температури на поверхні випарника, на інших ділянках холодильної машини використані термопари (ХК(L)), підключені до вимірювально-обчислювального комплексу з ЕОМ для машинної побудови діаграм зміни її із часом.

При закритому кульовому крані здійснене заправлення ізобутаном холодильної машини побутового холодильника ДХ-245, що входить до складу експериментального стенда. Доза заправлення холодоагенту в холодильну машину прийнята 62г. Холодильник розміщений у термокамері, де автоматично підтримувалася температура на рівні 25°C , і виведений протягом декількох діб на квазі-стаціонарний режим роботи.

Тиск у лінії нагнітання становив при роботі (перед моментом зупинки) і стоянці (перед моментом пуску) компресора, відповідно, 0,58 і 0,14МПа, тиск у випарнику перед моментом його зупинки 0,039МПа, при цьому температура на поверхні випарника $-27,3^{\circ}\text{C}$, у морозильній камері - у геометричному центрі пакетів-імітаторів харчових продуктів $-17,1...-17,6^{\circ}\text{C}$, у холодильній камері $+1,2^{\circ}\text{C}$. Після 5 діб роботи холодильника в сталому режимі був відкритий на стенді кульовий кран, що забезпечило зв'язок каналів дефектного зварного шва з атмосферою. Спостереженнями встановлене періодичне барботування в шарі води ізобутану, що виділяється з нагнітальної лінії холодильної машини в мірний циліндр. За зниженням рівня води в ньому визначали об'єм газу, що виділився з неї, і потім - його масу, використовуючи відоме рівняння $pV=mRT$, де p - величина зовнішнього тиску з урахуванням тиску стовпа витиснутої з мірного циліндра води, V - об'єм витиснутої з нього води - об'єм газу, що виділився, R - питома газова постійна для ізобутану ($R=0,143\text{кДж/(кгК)}$), T - температура в мірному циліндрі, m - маса газу, що виділилася.

Зміна за часом (τ) - протягом 48 діб спостережень наростаючих об'ємів (V_i) витоку ізобутану з нагнітального патрубка компресора через мікроушкодження апроксимується рівнянням

$$V_i=49,983\cdot\tau^{1,0804} \quad (R^2=0,9972),$$

залежність від них температури (t_b) на поверхні випарника має вигляд

$$t_b=-8\cdot 10^{-7}\cdot V_i^2-7\cdot 10^{-4}\cdot V_i-27,073 \quad (R^2=0,9816).$$

Протягом 27 діб роботи холодильника при загальному витоку ізобутану 1,8л (4,8г) тиск холодоагенту в нагнітальному патрубку не змінювався і становив перед зупинкою компресора 0,58МПа, у випарнику при цьому зменшився з 0,039 до 0,032МПа, температура на поверхні випарника понижилася з $-27,3$ до $-30...-30,1^{\circ}\text{C}$, температура в холодильній камері коливалася в межах прийнятої уставки ($0...+5^{\circ}\text{C}$). Температура на поверхні кожуха компресора і конденсатора не залежала від витоку ізобутану з холодильної машини: коливалася у зв'язку із циклічною роботою холодильника.

Зниження температури на поверхні випарника на $1,0...1,5^{\circ}\text{C}$ у порівнянні з паспортною величиною може бути сигналом про витік холодоагенту з компресорної системи побутового холодильника. За даними досліджень, зазначена маса витоку

ізобутану, що виділяється протягом тривалого часу, не створює в атмосферному повітрі вибухонебезпечну концентрацію.

При роботі холодильної машини побутового холодильника немає інших причин зниження температури кипіння холодоагенту та, отже, температури на зовнішній поверхні випарника в морозильній камері, крім зменшення його маси. Для реалізації пропонованого способу датчик контролю температури розміщують на зовнішній поверхні випарника, у морозильній камері, термоізолюють і налаштовують на спрацювання при температурі на $1,0 \dots 1,5^{\circ}\text{C}$ нижче паспортної величини.

Контроль температури на інших ділянках компресорної системи побутового холодильника не забезпечує досягнення поставленої мети: у частині випарника, що перебуває в холодильній камері, можливо тільки докипання холодоагенту, у лінії нагнітання температура холодоагенту коливається

у зв'язку із циклічною роботою холодильника і залежить, за інших рівних умов, від ефективності охолодження конденсатора.

Пропонований спосіб відрізняється простотою здійснення, дозволяє використовувати відомі в малій холодильній техніці засоби реєстрації температури та пристрої, що реагують на її зміну, забезпечує технічну і екологічну безпеку побутових холодильників, що працюють на вуглеводнях.

Джерела інформації:

1. Правила устройства и безопасной эксплуатации холодильных систем. - Утв. Госпромоматом-надзором СССР 01.11.91г.

2. Осокин В.В., Ржесик К.А. Научно-технические основы обеспечения надежности и безопасности бытовых холодильников, работающих на изобутане. - Донецк: ДонНУЭТ, 2008.-177с. (прототип).