

УДК 648.234

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ЗМЕНШЕННЯ РІВНЯ ШУМУ В ПОБУТОВИХ ХОЛОДИЛЬНИКАХ

Покотило В. Ф., Біла Т. Я.

Київський національний університет технологій та дизайну

У статті розглянуто основні причини виникнення шуму під час роботи компресійного холодильника. Теоретично показано, що під час роботи компресора відбувається зміна його навантажувальних характеристик, в результаті яких виникає шум. Наведенні дані експериментальних досліджень рівня шуму на компресорах різних типів та запропонована конструкція, що дозволяє зменшити вібрацію та шум.

Ключові слова: шум, вібрації, холодильник, компресор, холодоагент

З настанням постіндустріальної епохи все більше і більше джерел шумового забруднення з'являється і всередині житла людини. Джерелом цього шуму є побутова і офісна техніка. Для комфортного проживання побутовий шум не повинен перевищувати рівня, який створює неприємні відчуття. Згідно санітарним стандартам, в житлових приміщеннях допускається рівень шуму в 55 дБ, в лікарнях відповідно 40 дБ [1]. Зважаючи на це, найбільш жорсткі вимоги відносно шуму висуваються до побутових приладів, що працюють цілодобово. Для холодильників згідно стандартів допустимий рівень шуму на відстані 1 м від його зовнішнього контуру не повинен перевищувати 42 дБ [2].

До основних причин виникнення шуму в компресійних холодильниках відносять: шум руху холодоагенту, який постійно протікає в трубках конденсатора і випарника; шум від перемикання реле; шум вентиляторів системи No Frost. Але, як нами експериментально перевірено, основним джерелом шуму в компресійному холодильнику є компресор, а тому подальше вдосконалення і модернізація його є актуальним завданням.

Об'єктом дослідження є компресори побутових холодильників. Переважна більшість холодильників обладнано поршневыми компресорами, які можуть бути з кривошипно-шатунним або кривошипно-кулісним механізмом. Поршневим називають компресор, у якому поршень здійснює в циліндрі зворотно-поступальні рухи. Найпростіший поршневий компресор складається з циліндра, в якому переміщується поршень (між стінками циліндра і поршнем є невеликий зазор). Рух поршня забезпечується кривошипно-шатунним механізмом від валу з приводним двигуном.

Для усунення вібрацій, які передаються компресором на шафу холодильника, використовується підвіска компресора на пружинах. Існують два типи підвіски:

зовнішня і внутрішня.

При зовнішній підвісці компресор і двигун жорстко закріплюють в кожусі, а кожух підвішують на рамі на пружинах або спирають на них. Кількість пружин в підвісці буває від двох до чотирьох. Для того, щоб трубопроводи, з'єднані з кожухом, не ламалися при його коливаннях, і в той же час не перешкоджали роботі пружин, їх роблять з компенсаційними витками.

При внутрішній підвісці компресор з двигуном підвішують на пружинах всередині кожуха, а кожух жорстко закріплюють на рамі. У цьому випадку мотор-компресор більш компактний і всі його зовнішні частини жорстко з'єднані одна з одною. Перевагою внутрішньої підвіски є менший рівень шуму працюючого компресора за рахунок того, що вібрації майже не передаються на кожух.

Поршневі компресори минулих років мали привод від електродвигуна з горизонтальним валом і зовнішню підвіску. У цьому випадку всі вібрації компресора передаються на кожух, потім на раму і шафу.

Предметом дослідження є способи зменшення рівня шуму і вібрацій побутового холодильника. Поставлені у роботі задачі вирішуються за допомогою теоретичних та експериментальних методів досліджень.

Постановка завдання

Метою роботи є пошук рішення, що дозволить зменшити рівень шуму побутового холодильника .

Результати досліджень

З метою визначення причин підвищеного шуму в компресорі проведено динамічний розрахунок кривошипно-кулісного механізму мотор-компресора холодильника.

В циклічних механізмах з гармонічним законом руху ланок крім зовнішніх навантажень (маси, тертя, робочого навантаження) виникають також сили інерції та сили пружності. У випадку, коли частота власних коливань ланки, що розраховується, на порядок чи більше перевищує частоту вимушених коливань, сили пружності та інерційні навантаження в сумі приблизно у два рази перевищують сили інерції та при деяких умовах можуть досягати значень, що перевищують зовнішнє навантаження. В зв'язку з цим, динамічний розрахунок циклічних механізмів є важливою складовою частиною їх проектування. Розглянемо орієнтовну методику визначення основних розмірів кривошипно-кулісного механізму мотор-компресора побутового холодильника

за такими вхідними даними: кутова швидкість вала двигуна $\Omega = 225 \text{ с}^{-1}$, тиск холодоагента на вході $\Delta p_{\text{вх}} = 1.2 \text{ МПа}$, тиск холодоагента на виході $\Delta p_{\text{вих}} = 0,16 \text{ МПа}$, годинний об'єм, що описує поршень, $V_{\Gamma} = 0,6 \text{ м}^3 / \text{год}$.

Розрахункова схема наведена на рис.1.

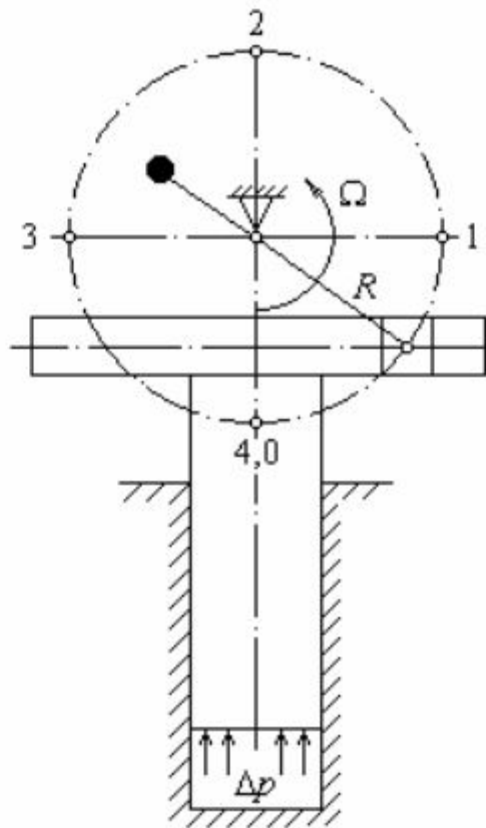


Рис.1. Розрахункова схема кривошипно-кулісного механізму мотор-компресора холодильника

У відповідності з представленою схемою визначаємо робочі навантаження деталей механізму в характерних точках положення кривошипа:

$$F_{p0} = F_{p1} = F_{p2} = p_{\text{вх}} (\pi D_{\text{п}}^2 / 4)$$

$$F_{p3} = F_{p4} = p_{\text{вих}} (\pi D_{\text{п}}^2 / 4)$$

Спрямовуючи вісь координат вертикально вниз, визначаємо силу тиску холодоагента на поршень:

$$F_{p0} = F_{p1} = F_{p2} = -p_{\text{вх}} (\pi d^2 / 4) = -31.4 \text{ Н}$$

$$F_{p3} = F_{p4} = -p_{\text{вих}} (\pi d^2 / 4) = -282.6 \text{ Н}$$

Використовуючи отримані значення робочих навантажень, будемо графік їх

змінювання в функції кута повороту кривошипа (рис. 2):

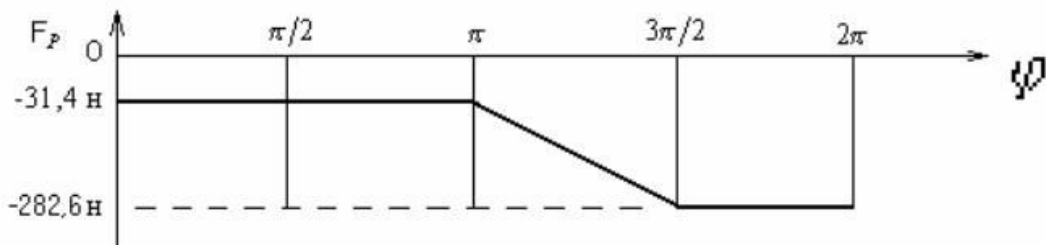


Рис.2. Графік зміни робочих навантажень

Таким чином, теоретичний розрахунок вимушених і власних коливань показує, що під час роботи компресора відбуваються значні перепади навантаження в залежності від кута повороту кривошипа.

Як відомо, при повороті і при зміні навантаження виникають шуми. Експериментально проведено дослідження рівня шуму холодильників з компресорами різних конструкцій і типів підвіски за допомогою приладу для вимірювання шуму. У кожній з трьох точок на відстані метра від агрегату проводиться не менше трьох вимірів шуму: під час запуску, в середині циклу і при вимиканні мотора.

На графіках наведено усереднене значення рівня шуму компресора побутового холодильника «Кодры КШ-160» з зовнішнім типом підвіски (рис. 3) та компресора побутового холодильника «Атлант ХМ-6025-031» з внутрішнім типом підвіски (рис. 4).



Рис. 3. Усереднене значення рівня шуму компресора побутового холодильника «Кодры КШ-160»



Рис. 4. Усереднене значення рівня шуму компресора побутового холодильника «Атлант ХМ-6025-031»

Як видно з результатів досліджень, холодильник з внутрішнім типом підвіски виробляє менше шуму ніж з зовнішнім типом, що робить доцільним використання внутрішнього типу підвіски для зменшення рівня шуму побутового холодильника.

Також для зменшення шуму холодильника запропоновано використання в елементах кріплення компресора до траверси холодильної шафи додаткової віброізоляції: ущільненої гумової прокладки 1, що виготовлена з більш м'якої гуми, а також жорсткі пластмасові втулки замінити на гумові втулки з фасонної гуми 2 (рис. 5).

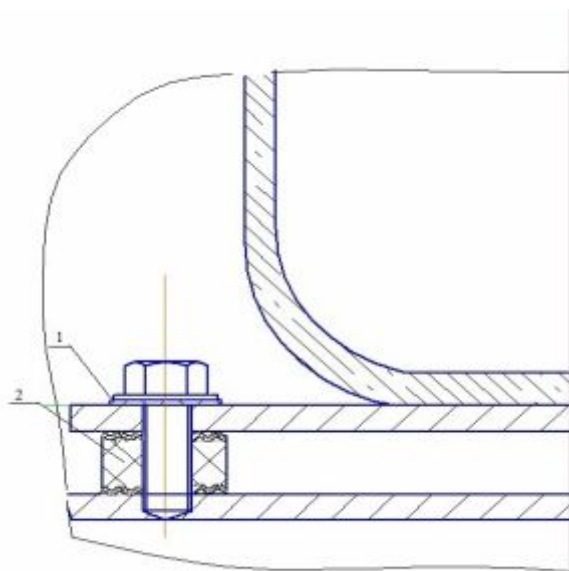


Рис.5. Використання додаткової віброізоляції

В результаті використання запропонованих конструктивних рішень вдалося отримати наступні результати (рис. 6).

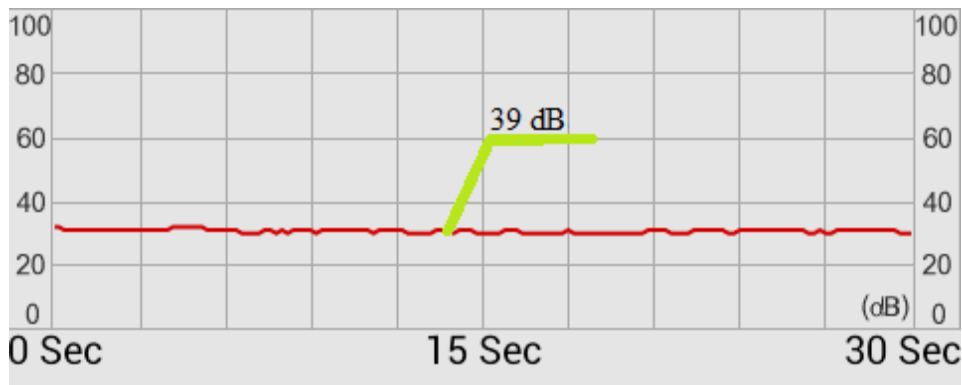


Рис. 6. Графік рівня шуму в результаті використання додаткової віброізоляції

Висновки

Таким чином, введення додаткової шумоізоляції допомагає запобігти виникненню шуму вище допустимого рівня, що дозволяє використовувати дану конструкцію в лікарняних палатах, де шум не бажаний, або на виробництві з вирощування кристалів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Санітарні норми допустимого шуму в приміщеннях жилих і громадських будівель та на території житлової забудови. Органи влади СРСР; Норми від 03.08.1984 № 3077-84, Ідентифікатор:v7_84400-84
2. Прилади холодильні електричні побутові. Загальні технічні умови ДСТУ 2295-93 (ГОСТ 16317-95) – [Чинний від 01.01.1996] – К. : Держспоживстандарт України, 1996. – II, 40 с. – (Національний стандарт України).
3. Електропобутова техніка: Навчальний посібник / [І. В. Петко, О. П. Бурмістенков, В. В. Кострицький та ін.]. – К. : КНУТД, 2009. – 202 с.
4. Кошкин Н. Н. Холодильные машины / Н. Н. Кошкин – М. : Пищевая промышленность, 1973. – 512 с.

Покотыло В. Ф., Белая Т. Я.

Исследование возможности снижения уровня шума в бытовых холодильниках

Киевский национальный университет технологий и дизайна

В статье рассмотрены основные причины возникновения шума во время работы компрессионного холодильника. Теоретически показано, что во время работы компрессора происходит изменение его нагрузочных характеристик, в результате которых возникает шум. Приведены данные экспериментальных исследований уровня шума на компрессорах различных типов и предложена конструкция, что позволяет уменьшить вибрацию и шум.

Ключевые слова: шум, вибрации, холодильник, компрессор, хладагент

Pokotylo V. F., Bila T. Y.

Research the possibility of reducing the noise level in domestic refrigerators

Kiev National University of Technology & Design

The article describes the main causes of noise during operation of the compression refrigerator. Theoretically, it is shown that when the compressor is a change of its load characteristics, which result in noise. The data of experimental studies of noise levels the compressors of various types and design of proposed, which reduces vibration and noise.

Keywords: noise, vibration, refrigerator compressor, refrigerant