

СИНТЕЗ ГІДРАВЛІЧНОЇ СХЕМИ АГРЕГАТУ ПОБУТОВОГО ХОЛОДИЛЬНИКА-КОНДИЦІОНЕРА

Шевченко Є.В. – гр. МгЕМ-20, магістр, bart.hreymm@gmail.com

Біла Т.Я. – к.т.н, доц., bila.ty@knutd.com.ua

Київський національний університет технологій та дизайну

В статті наведено результати аналізу гідравлічних схем і процесів теплообміну в холодильниках та кондиціонерах, що дало можливість знайти шлях синтезу спільної конструкції. Запропоновано гідравлічну схему компресійного агрегату, що здатен забезпечити виконання функцій холодильника і кондиціонера за умови спільного використання апаратних засобів. Сформульовано рекомендації щодо розроблення системи керування і алгоритму її роботи.

The article presents the results of the analysis of hydraulic schemes and heat transfer processes in refrigerators and air conditioners, which made it possible to find a way to synthesize the general design. A hydraulic diagram of a compression unit capable of performing the functions of a refrigerator and an air conditioner with a combination of hardware is proposed. Recommendations are formulated for the development of a control system and an algorithm for its operation.

Вступ. Сучасна електропобутова техніка постійно удосконалюється виробниками у різних напрямках [1]:

- підвищення енергетичної ефективності;
- розширення функціональних можливостей;
- збільшення якісних і ергономічних показників;
- пошук нових процесів, сфер застосувань і, як наслідок, створення принципово нових приладів.

Здається, що холодильна побутова техніка вже досягла свого апогею функціональних можливостей. Це перш за все холодильники, морозильні камери і суміщені з них прилади. Також вони є стаціонарними і переносними для мобільного використання. Побутова техніка для кондиціонування повітря також поділяється на ту, що встановлюється стаціонарно і ту, що може бути легко перенесена в інше приміщення [2].

Зважаючи на те, що фізичні процеси охолодження середовищ і конструкція апаратів в холодильниках і кондиціонерах подібні, виникає

пропозиція пошуку можливості їх поєднання в одному корпусі з можливістю спільного використання певних робочих блоків. Такі прилади холодильників-кондиціонерів могли б бути вигідно використані в маленьких приміщеннях, в умовах дачного тимчасового проживання, тощо.

Аналіз технічної можливості створення конструкції холодильника-кондиціонера компресійного типу здається нам актуальною задачею.

Постановка проблеми. Метою дослідження є синтез гідравлічної системи компресійного агрегату, що здатен забезпечити виконання функцій холодильника і кондиціонера за умови спільного використання апаратних засобів.

Результати досліджень. Суміщення в одному побутовому приладі пристрою для охолодження та зберігання продуктів харчування і пристрою для охолодження повітря в приміщенні досить цікава ідея. Технічна реалізація такого пристрою вимагає аналізу сумісної роботи всіх гідравлічних, теплообмінних систем і електричних схем керування. В результаті проведеного аналізу облаштування і можливих схем організації теплообмінних процесів в холодильних пристроях, стаціонарних системах кондиціонування і мобільних кондиціонерах можна виділити їх спільні ознаки і відмінності [3 - 5]. Це дасть можливість запропонувати варіанти технічних рішень для розробки холодильника-кондиціонера.

До спільних елементів конструкції можна віднести:

- компресори для створення тиску і циркуляції холодоагенту в гідравлічній системі;
- конденсатори (теплообмінні апарати для відведення збиткового тепла від перегрітого в результаті стиснення компресором холодоагенту в зовнішнє повітряне середовище);
- випарники (теплообмінні апарати для поглинання тепла від об'єктів охолодження в результаті кипіння рідкого холодоагенту при зниженні тиску);
- дросельні пристрої (капілярна трубка, вентиль), які слугують для розділення ділянок трубопроводу гідравлічної системи на зони високого і низького тиску.

В усіх пристроях компресор виконує функцію нагнітання під тиском газоподібного холодоагенту в гідравлічну систему, що послідовно складається з фільтру-осушувача, конденсатора, капілярної трубки і випарника (одного, або кількох). Під час синтезу будемо розглядати тільки функцію охолодження.

Відмінності виконання гідравлічних схем і процесів теплообміну холодильників і мобільних кондиціонерів представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

Об'єкт	Холодильник	Спліт кондиціонер	Мобільний кондиціонер
Параметр			
<i>Об'єкт охолодження випарником</i>	Продукти в теплоізолюваній шафі	Повітря в замкненому приміщенні	Повітря в замкненому приміщенні
<i>Відведення тепла від конденсатора</i>	Повітрям в замкненому приміщенні	Повітрям зовні приміщення	Повітрям зовні приміщення
<i>Теплообмін випарника</i>	Вільним потоком повітря	Вентилятором	Вентилятором
<i>Спосіб охолодження конденсатора</i>	Вільним потоком повітря	Вентилятором	Вентилятором
<i>Відведення тепла від компресора</i>	Вільним потоком повітря приміщення	Вентилятором на зовні приміщення	Вентилятором на зовні приміщення
<i>Контроль температури</i>	Повітря в теплоізолюваній шафі	Повітря в приміщенні	Повітря в приміщенні

Як видно з таблиці основні протиріччя існують за двома параметрами:

- об'єкт охолодження випарником;
- контроль температури.

Це означає, що при суміщенні в одному пристрої холодильника і кондиціонера він повинен мати два випарника і дві системи контролю температури.

Проаналізуємо протиріччя за іншими ознаками:

- відведення тепла від конденсатора;
- теплообмін випарника;
- спосіб охолодження конденсатора;
- відведення тепла від компресора.

Всі ці протиріччя можуть бути вирішені на користь систем кондиціонування через більшу ефективність результатів. Наприклад, існують холодильники з примусовим обдуванням випарника вентилятором. Відведення тепла від конденсатора також підвищить інтенсивність процесу теплообміну.

Завданням розробки є створення холодильника-кондиціонера як окремого приладу, що локалізований в одному корпусі, тому було прийнято рішення віддати перевагу принципу його компоновки мобільним кондиціонерам.

В результаті виконаного аналізу і синтезу отримано рішення про наступну компоновку вузлів і агрегатів холодильника-кондиціонера:

- герметичної теплоізольованої шафи з одним або двома відділеннями;
- відповідно до шафи, одного або двох випарників;
- окремого відділення для розміщення одного компресора, одного конденсатора з системою примусового відведення нагрітого повітря зовні приміщення за допомогою вентилятора;
- окремого відділення для розміщення випарника кондиціонера з системою примусового відведення охолодженого повітря в приміщення вентилятором;
- системи контролю температури в холодильній шафі та приміщенні;
- системи керування компресором і теплообмінними пристроями.

При такій складній гідравлічній схемі можливі декілька алгоритмів роботи її складових. Наприклад, дві системи пристрою працюють одночасно - паралельна робота гідравлічних систем. В цьому випадку при ввімкненні пристрою починає працювати компресор. Холодоагент поступає в конденсатор, охолоджується, конденсується і потім розділяється на два потоки: 1-й – до капілярної трубки і випарника холодильника, 2-й – до капілярної трубки і випарника кондиціонера. Обидві системи пристрою працюють на охолодження. Електрична система постійно здійснює вимірювання температури всередині шафи холодильника і повітря в приміщенні, а також виконує їх порівняння з попередньо заданими користувачем значеннями.

При досягненні однією з систем охолодження граничного значення температури вона повинна перестати працювати. Це можливо за умови, що в гідравлічній схемі передбачено електромагнітні клапани, які одну з них вимикають (відключається подача холодоагенту у відповідний випарник). Друга система продовжує роботу до тих пір, поки не буде досягнуто її граничної температури. Після чого компресор і клапани вимикаються. Холодильник-кондиціонер знаходиться в режимі очікування підвищення температури однієї з систем до граничного значення (з врахуванням проміжку диференціалу). При досягненні граничної температури однією з систем вмикається її електромагнітний клапан одночасно з компресором і вона працює на охолодження свого об'єкта.

При паралельному з'єднанні систем можливий випадок, коли вони працюють одночасно. Цей режим повинен передбачати, що холодопродуктивність компресора достатня для холодильника і кондиціонера.

Але можливий випадок, наприклад, в холодну пору року, коли робота кондиціонера не потрібна, і працює тільки холодильник. Тоді холодопродуктивність компресора є зависокою, і гідравлічна схема холодильника працюватиме в нештатному режимі (перш за все через

капілярну трубку, бо її опір залежить від витрати рідини). Отже, за цієї причини виходить, що холодопродуктивність компресора повинна бути регульованою. Це можна просто здійснити за рахунок використання інверторної схеми керування електродвигуном компресора. При цьому повинно бути передбачено три основних режими роботи компресора:

- режим холодильника;
- режим кондиціонера;
- режим сумісної роботи.

Потрібно зазначити, що можливо прийдеться також регулювати інтенсивність відведення тепла від конденсатора. Це можливо за рахунок регулювання швидкості обертання вентилятора.

На основі проведеного аналізу було синтезовано гідравлічну схему холодильника-кондиціонера, яка представлена на рисунку.

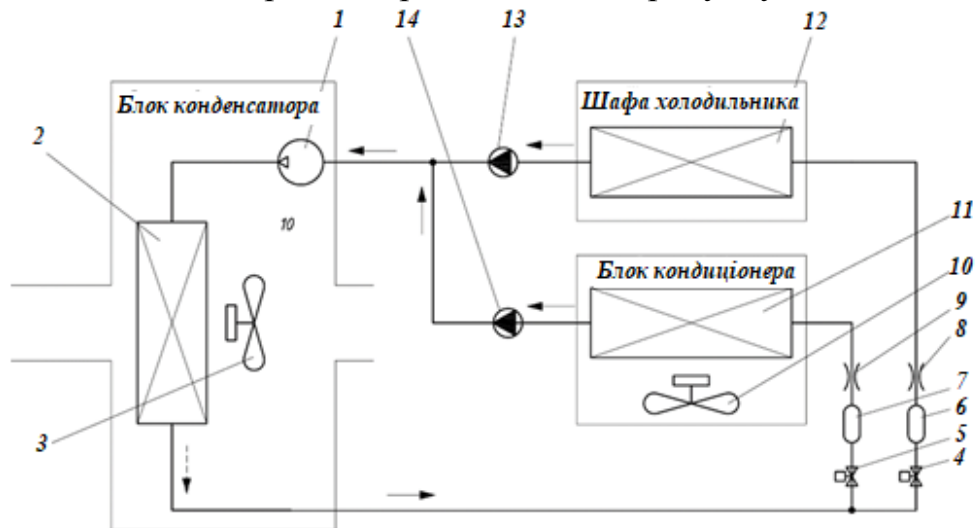


Рисунок 1 – Гідравлічна схема агрегату холодильника-кондиціонера

1 – компресор, 2 – конденсатор, 3 – вентилятор охолодження, 4 і 5 – електромагнітні клапани, 6 і 7 – фільтри-осушувачі, 8 і 9 – капілярні трубки, 10 – вентилятор, 11 – випарник кондиціонера, 12 – випарник холодильника, 13 і 14 – зворотні клапани.

Агрегат працює наступним чином. Компресор 1 нагнітає пари холодоагенту в єдиний трубопровід, що з'єднує його з конденсатором 2. В конденсаторі пари холодоагенту охолоджуються і конденсуються в наслідок дії вентилятора 3. Інтенсивність охолодження конденсатора залежить від швидкості обертання вентилятора, яка може бути регульованою.

З конденсатора рідкий холодоагент поступає по трубопроводу до систем випарників 11 і 12. На вході кожного випарника встановлено електромагнітні клапани 4 і 5, які можуть відкривати подання рідкого

холодоагенту до відповідного випарника, або перекривати його. Керування клапанами 4, 5 здійснюється електричною схемою за наявності дозволу системи керування температурними режимами холодильника та кондиціонера. Далі рідкій холодоагент через фільтри-осушувачі 6, 7 і капілярні трубки 8, 9 поступає у випарники, де кипить і відбирає тепло від об'єктів охолодження.

Газоподібний холодоагент з випарників 11, 12 подається до компресора 1 через зворотні клапани 13, 4, які потрібні для унеможливлення подачі холодоагенту з одного випарника в інший за наявності в них різного рівня тиску. Далі цикл роботи повторюється. При вимкненні одного з клапанів 4 або 5 відповідна йому система випаровування не працює, і компресор працює виключно на іншу систему.

Зрозуміло, що холодопродуктивності систем холодильного агрегату та кондиціонера будуть різними і компресор не може працювати з ними з однаковою продуктивністю в різних вище перерахованих режимах.

Тому, для вирішенні цієї задачі потрібно приймати дуалістичне рішення: ставити на кожну систему окремий компресор з відповідною холодопродуктивністю, або регулювати продуктивність одного компресора в межах, що задовольняють всі три режими його роботи.

Висновки. Виконано аналіз гідравлічних схем і процесів теплообміну в холодильниках та кондиціонерах, що дало можливість знайти шлях для створення концепції спільної конструкції. Запропоновано гідравлічну схему компресійного агрегату, що здатен забезпечити виконання функцій холодильника і кондиціонера за умови спільного використання апаратних засобів. Сформульовано рекомендації щодо розроблення системи керування і алгоритму її роботи.

Список використаних джерел

1. Інтернет ресурс <https://23c.kh.ua/mobilnyj-kondicioner-preimuwestva-i-nedostatki>.
2. Електропобутова техніка : підручник / І. В. Петко, О. П. Бурмістенков, Т. Я. Біла, М. Є. Скиба - Хмельницький: ХНУ, 2017. – 213 с.
3. Патент FR 2821665. Combined refrigerator and air conditioning unit, uses refrigerator unit to cool liquid which is circulated through air heat exchanger by compressor coupled to air circulation fan. 2001.
4. Патент RU 2410610 C2. Греллони Алессіо. Бытовой электроприбор, по меньшей мере, с одним охлаждающим отсеком и модулем обработки воздуха. 21.06.2007.
5. Патент RU 2716444. Холодильник компресійний біфункціональний. Іванов В. К. 2010.