

Тема: Принцип дії та режими роботи кондиціонерів. Холодоагенти і оливи для кондиціонерів

1. Принцип роботи кондиціонера

2. Холодоагенти

3. Змащувальні оливи

1. Принцип роботи кондиціонера

Принцип дії кондиціонера заснований на фізичних процесах, що супроводжуються поглинанням тепла при кипінні рідини і виділенням тепла при її конденсації. Температура кипіння рідини залежить від величини атмосферного тиску і від її хімічного складу. Різні рідини при одному і тому ж атмосферному тиску мають різну температуру кипіння.

Для охолодження повітря кімнатної температури підбирають холодоагент, киплячий при нижчих температурах. Наприклад, температура кипіння фреону R-22 при нормальному атмосферному тиску рівна всього мінус 40°C. При кімнатній температурі фреон скипає миттєво (поглинаючи при цьому тепло).

Процес кипіння холодоагенту відбувається у випарнику (внутрішньому блоці кондиціонера) за рахунок розширення і, отже, пониження тиску рідини. Але для цього холодоагент має бути заздалегідь стислий. З випарника фреон, знаходячись в холодному пароподібному стані, потрапляє в компресор, звідки в гарячому пароподібному стані подається в конденсатор (зовнішній блок кондиціонера).

Охолоджуючись потоком повітря в теплообміннику конденсатора, фреон знову набуває рідкої консистенції. Основними конструктивними вузлами кондиціонера є: компресор, конденсатор, випарник, регулятор потоку і сполучний трубопровід. Таким чином, кондиціонер - це система вузлів і механізмів, що дозволяє здійснювати циркуляцію, кипіння і конденсацію холодоагенту за рахунок зміни параметрів робочого середовища.

Споживача, по суті, хвилюють лише параметри однієї із складових робочого середовища – кімнатного повітря. Усі вищевикладені фізичні перетворення є складовими частинами процесу компресійного циклу охолодження.

Процес компресійного циклу охолодження заснований на наступних принципових закономірностях: кипіння холодоагенту відбувається при низькому тиску і низькій температурі, конденсація холодоагенту відбувається при високих значеннях тиску і температури. Основним принципом процесу є циклічна зміна агрегатного стану (консистенції) холодоагенту за рахунок зміни тиску і температури.

Компресор здійснює підігрівання і стискування холодного пароподібного холодоагенту, що поступає. По конструктивних особливостях підрозділяються на: поршневі, ротаційні, спіральні, гвинтові. Кожен з типів призначений для своїх умов роботи.

Конденсатор здійснює конденсацію холодоагенту через передачу тепла від нього робочому середовищу. По конструктивних особливостях поділяються на: повітря (теплообмінник + вентилятор), з водяним охолодженням (теплообмінник в рідинному середовищі з динамічним або компресійним принципом циркуляції).

Випарник кондиціонера створює умови для кипіння холодоагенту і служить для охолодження робочого середовища. По конструктивних особливостях випарники дуже схожі на конденсатори.

Регулятори потоку (капілярні трубки) служать для дозованого подання холодоагенту від конденсатора до випарника. Вентилятори здійснюють обдування повітрям конденсаторів і випарників.

Слід зазначити, що кондиціонер не робить холод (чи тепло), а переносить його з приміщення на вулицю. Залежно від вибраного режиму, кондиціонер або переносить тепло з приміщення на вулицю, або з вулиці в приміщення (обігрів).

Щоб охолодити повітря в кімнаті, необхідно відвести тепло, отримане в результаті охолодження. Тепло – це енергія. А енергія, як відомо, не може зникнути безслідно. Саме по цьому кондиціонер складається з двох блоків: внутрішнього і зовнішнього. Існують також одноблочні системи охолодження, які відводять тепло по виведеному назовні повітропроводу.

Носієм теплової енергії в кондиціонері – спеціальний холодоагент. Найчастіше ним є фреон.

Робота кондиціонера показана на рис. 1:

В основі роботи будь-якого кондиціонера лежить властивість рідин поглинати тепло при випаровуванні, і виділяти – при конденсації. Щоб зрозуміти, яким чином відбувається цей процес, розглянемо схему кондиціонера на прикладі спліт-системи (рис. 1).

Основними вузлами будь-якого кондиціонера є:

1) *Компресор* – стискає фреон і підтримує його рух по холодильному контуру.
2) *Конденсатор* – радіатор, розташований в зовнішньому блоці. Назву відображає процес, що відбувається при роботі кондиціонера, – перехід фреону з газоподібної фази в рідку (конденсація).

3) *Випарник* – радіатор, розташований у внутрішньому блоці. У випарнику фреон переходить з рідкої фази в газоподібну (випаровування).

4) *ТРВ (терморегулюючий вентиль)* – знижує тиск фреону перед випарником.

5) *Вентилятори* – створюють потік повітря, що обдуває випарник і конденсатор. Використовуються для інтенсивнішого теплообміну повітрям, що крушить.

Компресор, конденсатор, ТРВ і випарник сполучені мідними трубами і утворюють холодильний контур, усередині якого циркулює суміш фреону і невеликої кількості компресорного масла.

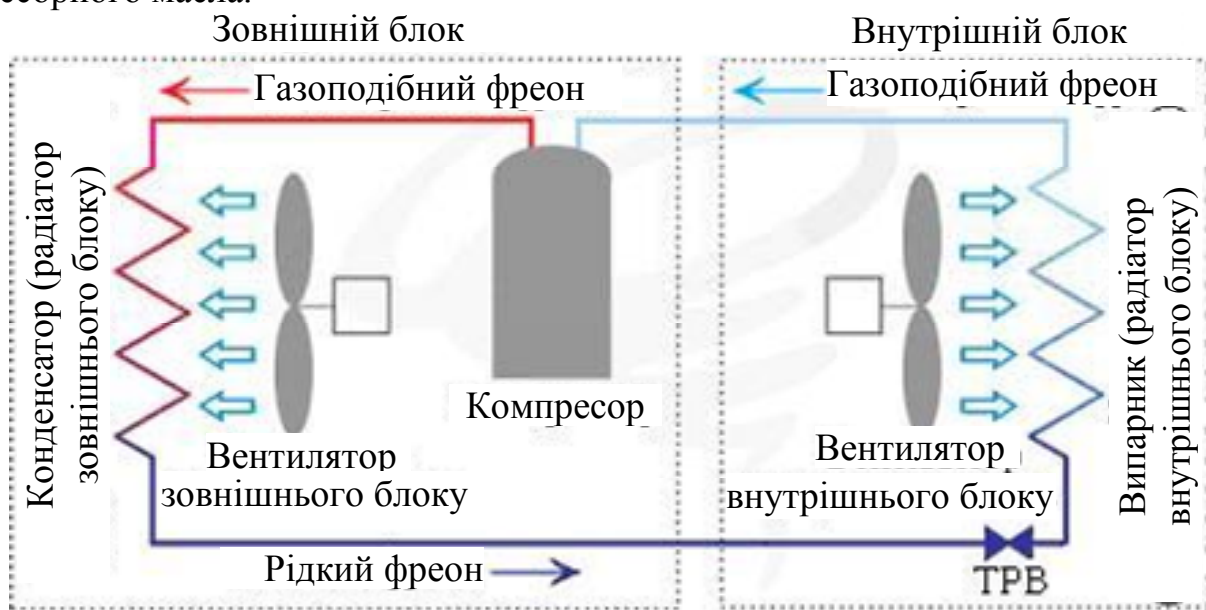


Рис. 1. Схема кондиціонера (спліт – система)

В процесі роботи кондиціонера відбувається наступне. На вхід компресора з

випарника поступає газоподібний фреон під низьким тиском в 3-5 атмосфер і температурою 10-20°C. Компресор стискає фреон до тиску 15-25 атмосфер, внаслідок чого фреон нагрівається до 70-90°C, після чого поступає в конденсатор.

Завдяки інтенсивному обдуву конденсатора, фреон остигає і переходить з газоподібної фази в рідку з виділенням додаткового тепла. Відповідно, повітря, що проходить через конденсатор, нагрівається на 20°C вище за температуру атмосферного повітря. З конденсатора теплий фреон поступає в терморегулюючий вентиль (ТРВ), який в простому випадку являє собою капіляр (довгу тонку мідну трубку, звиту в спіраль). На виході ТРВ тиск і температура фреону істотно знижуються, частина фреону при цьому може випаруватися.

Після ТРВ суміш рідкого і газоподібного фреону з низьким тиском поступає у випарник. У випарнику рідкий фреон переходить в газоподібну фазу з поглинанням тепла, відповідно, повітря, що проходить через випарник, остигає. Далі газоподібний фреон з низьким тиском поступає на вхід компресора і весь цикл повторюється.

Цей процес лежить в основі роботи будь-якого кондиціонера і не залежить від його типу, моделі або виробника.

Одна з найбільш серйозних проблем в роботі кондиціонера виникає в тому випадку, якщо у випарнику фреон не встигає повністю перейти в газоподібний стан. В цьому випадку на вхід компресора потрапляє рідина, яка, на відміну від газу, нестискувана. В результаті компресор просто виходить з ладу. Причин, з яких фреон не встигає випаруватися може бути декілька, найпоширеніші – забруднені фільтри (при цьому погіршується обдув випарника і теплообмін) і включення кондиціонера при негативних температурах зовнішнього повітря (в цьому випадку у випарник поступає дуже холодний фреон).

2. Холодоагенти

У парових холодильних машинах хладагентом (робочим тілом) є легкокипляча рідина, яка при здійсненні циклу змінює агрегатний стан, переходячи з рідини в пару, а з пари – в рідину.

Під робочим тілом, або холодильним агентом розуміють фізичне тіло, за допомогою якого здійснюється окремий термодинамічний процес або цикл. Від характеристики робочого тіла залежить конструкція холодильної машини і витрата енергії, тому при виборі враховують його термодинамічні, теплофізичні, фізико-хімічні і фізіологічні властивості. В даний час найбільш поширеними робочими тілами є аміак, фреон (хладон), вода, повітря.

У побутових холодильниках абсорбційного типу у якості хладагента застосовується виключно аміак, в компресійних холодильниках і кондиціонерах – хладон-12 і хладон-22.

Аміак (NH₃). Як хладагент аміак використовують з 70-х рр. минулого сторіччя. Це безбарвний газ, що викликає роздратування слизистих оболонок (сльозотеча, кашель) навіть при малій концентрації в повітрі. Допустима концентрація аміаку в повітрі приміщення, де людина повинна перебувати протягом декількох годин, не більше 0,01% (об'ємних). При значніших концентраціях газ викликає задуху, запалення очей, різкі головні болі і навіть отруєння, аж до смертельного результату. При вмісті аміаку в повітрі в кількості 16-25% відкрите полум'я викликає вибух.

Аміак є одним з кращих холодильних агентів за своїми термодинамічними властивостями: він має велику об'ємну холодопродуктивність, відносно невеликий робочий тиск конденсації насиченої пари.

Аміак не викликає корозії чорних металів (чавун і сталь) і алюмінію, проте у присутності вологи роз'їдає мідь, цинк і бронзу. Він не розчиняється в маслі і інтенсивно поглинається водою. Аміак – дешевий хладагент.

Хладони (фреони) – вуглеводні (метан, етан, пропан, бутан), в яких водень частково або повністю замінений галоїдами, найчастіше фтором і хлором. R12 (CF₂Cl₂) – дифтордихлорметан. У 30-х рр. минулого сторіччя в холодильній техніці почали застосовувати холодильні агенти, що отримали назву фреонів (торгова назва в Росії – хладони).

Кожному з таких хладагентів привласнено цифрове позначення, що зручно для користування. Наприклад, моно-фтортрихлорметану (CFCl₃) привласнене назва хладон-11 (скорочено – R11), дифтордихлорметану – хладон-12 (R12) і т.д. В даний час налічують близько 20 різних хладонів, два з яких – R12 і R22 – набули широкого поширення в побутових компресійних холодильниках і установках кондиціонування повітря.

R12 – безбарвний, важкий (приблизно у 4 рази важчий за повітря) газ з дуже слабким запахом, відчувається лише при об'ємній концентрації в повітрі більше 20%. R12 нешкідливий (у атмосферних умовах), що є важливою його перевагою в порівнянні з іншими хладонами. Він не спричиняє ніякої подразнюючої дії на органи дихання, а його пари не впливають на харчові продукти. Проте при температурі більше 400⁰С і безпосередньому контакті з полум'ям або розжареними поверхнями відбувається розкладання R12 з виділенням отруйного газу – фосгену.

За своїми термодинамічними властивостями R12 дещо поступається аміаку: у нього менша об'ємна холодопродуктивність. Тому при одній і тій же холодопродуктивності аміачної і хладонової компресійних машин розміри хладонового компресора більші, ніж аміачного.

R12 хімічно інертний майже до всіх металів, в той же час він добре змиває окалину, пісок і інші нашарування з поверхонь. Отже, поверхні деталей, машини, що знаходяться всередині, повинні бути особливо чистими.

R12 добре розчиняє різні органічні речовини і лакові покриття, що слід враховувати при використанні в хладонової машинах гумових ущільнювачів прокладок, обмоток електродвигунів з лаковими покриттями і ін.

R12 і змащувальне масло добре взаємно розчиняються. У зв'язку з цим знижується в'язкість масла, а частина його несеться з картера компресора разом з хладоном. В той же час R12 погано розчиняє воду. При її наявності в хладонової машині навіть в незначних кількостях можуть відбутися серйозні порушення в роботі.

Для холодильних машин вітчизняна промисловість випускає так званий сухий хладон-12. У ньому міститься не більше ніж 0,0006% вологи, тобто 6 міліграм вологи в 1 кг хладону.

R22 (CHF₂Cl) – дифторхлорметан. Хладон-22 – безбарвний газ, що не має запаху; він не горить і вибухобезпечний. За термодинамічними властивостями близький до аміаку, а за фізичними – до хладону-12.

R22 розчиняється в маслі дещо менше в порівнянні з R12 і в той же час дещо більше розчиняє воду. За фізіологічними властивостями R22 відноситься до найменш шкідливих хладагентів, але дещо поступається в цьому R12.

Основні дані хладагентів, призначених для побутових холодильників, наведені в табл. 2.

Багато хлорфторметанів під дією сонячної радіації взаємодіють з озоном, руйнуючи захисний озоновий шар. Відповідно до "Монреальського протоколу по речовинах, що руйнують озоновий шар" (вступив в дію в 1987 р.) виробництво і споживання озonoактивних хладонов (фреонів) повинні поступово скорочуватися. R12 і R502 мають достатньо високий озоноруйнуючий потенціал і підлягають заміні на альтернативні хладоны. R12 – на R134A (C₂H₂F₄), R152A (C₂H₄F₂) або на суміш з R22 і R142в (C₂F₂ClH₃), R502 – на R143A (C₂H₃F₃) або на R125 (C₃HF₅). R22 володіє низьким озоноруйнуючим потенціалом. З тих же причин перспективне застосування вуглеводнів (пропану та ін.) як хладагентів, не дивлячись на їх вибухонебезпечність.

Таблиця 2

Властивості агента	Аміак	R12	R22
Температура кипіння при 1 атм., °C	-33,4	-29,8	-40,8
Тиск у випарнику при 15°C, атм.	1,4	0,86	-0,2
Об'ємна холодопродуктивність при 15°C, ккал/м ³	529	319	518
Температура замерзання, °C	-77,7	-155	-160
Небезпечна концентрація, % об'ємних	0,5-0,6	28-30	10-15
Межі вибухової концентрації, % об'ємних	16-17	Вибухобезпечні	

3. Змащувальні оливи

Масла, що використовуються в холодильних компресорах, крім звичайних властивостей, що забезпечують що хороші змащувальні і протизадирні якості масла, повинні володіти і специфічними властивостями, обумовленими особливостями роботи в холодильному агрегаті:

- 1) стійкість в суміші з хладагентом;
- 2) температура помутніння (випадання пластівців);
- 3) розчинність масла з хладагентом.

Виділяють дві групи холодильних масел – мінеральні (нафтового походження) і синтетичні (вуглеводневі, кремнійорганічні, поліефіри і ін.). В порівнянні з мінеральними синтетичні масла, як правило, мають кращі змащувальні якості, вищу стабільність, нижчу температуру застигання, але більшу вартість. Також синтетичні масла можуть володіти виборчою агресивністю по відношенню до деяких металів і матеріалів.

Суміші масла з R12 менш стабільні, ніж з R22, особливо при температурі більше 100°C. Домішки смол і сірки активізують розкладання, тому вміст їх в холодильних маслах повинно бути відповідно не більше 0,3 і 0,2%. Нестабільність масла, окрім погіршення умов мащення, приводить до підвищеної корозії металевих частин агрегату і до руйнування ізоляції електродвигуна. Синтетичні масла стійкіші до хімічних реакцій з хладоном, ніж мінеральні.

Температура, при якій починається кристалізація масла, називається температурою помутніння або температурою випадання пластівців. При циркуляції масла по

холодильному агрегату (воно викидається з компресора у вигляді найдрібніших крапель або пари) нерозчинні речовини можуть відкладатися в місцях з низькою температурою, що небажано. Тому температура помутніння повинна бути нижча, ніж температура кипіння у випарнику, причому необхідно враховувати, що температура помутніння суміші масла і хладагента вища, ніж для чистого масла. Для зниження температури помутніння мінеральні масла піддають депарафінізації.

Для кращого мащення і ущільнення компресора бажано використовувати масло з низькою розчинністю в хладагенті. Пониження тиску в корпусі компресора при пуску у разі хорошої розчинності масла може привести до спінювання, що погіршує умови мащення. В той же час нормальна циркуляція масла в системі забезпечується при хорошій взаємній розчинності. Спінювання при проході суміші хладон-масло через дросель сприяє видаленню масла з випарника разом з парами хладону, що відсмоктуються. У малих холодильних машинах застосовують масла з підвищеною взаємною розчинністю з хладагентом. Для R12 використовують мінеральне масло ХФ12-16, а для R22 і R502 – синтетичне ХФ22с-16 з підвищеною розчинністю, оскільки ці хладони обмежено розчиняються в мінеральних маслах.

Властивість розчинності масла необхідно враховувати при проектуванні агрегату. Розчинене в хладагенті масло знижує холодопродуктивність, оскільки для розчину масла з хладагентом знижується тиск у випарнику у порівнянні з чистим хладагентом при заданій температурі кипіння, отже, доводиться витратити додаткову роботу для стиснення пари, що утворюється при кипінні. Також при конденсації хладономасляних розчинів тепловіддача нижча, ніж при конденсації чистого хладагента через збільшення в'язкості і утворення плівки на внутрішній поверхні конденсатора. Повернення масла в компресор відбувається не тільки за рахунок спінювання його у випарнику, але і механічним шляхом, за рахунок захоплення потоком хладагента крапельок масла, що відсмоктується. Тому пред'являються певні вимоги до конструкції агрегату, зокрема, бажано мати таке розташування труб, щоб сила тяжіння сприяла руху масла, а діаметр вертикальних труб повинен вибиратися так, щоб забезпечити однонаправлений рух рідкої і газоподібної фракцій в потоці.