

Физически модел на експериментална нискотемпературна двустъпална хладилна машина

Пламен Мушаков, Валентин Бобилев, Живко Колев, Пенчо Златев

Physical model of an experimental low-temperature two-stage refrigeration machine: This paper presents a physical model of an experimental low-temperature two-stage refrigeration machine. The physical model is implemented as a base of used experimental cooling chamber operating with two-stage compressor.

Key words: refrigeration machine, two-stage compressor.

ВЪВЕДЕНИЕ

Хладилните машини се използват широко, както в бита, така и в индустрията. Освен в хранително - вкусовата промишленост и търговия, намират приложение и в химическата и нефтопреработващата промишленост, при производството на синтетични влакна, каучук, спирт, използват се за климатизация на въздуха – комфортна и технологична в промишлени и административни сгради и т.н. С оглед нарастващия в последно време интерес към енергийно ефективни технологии в малките промишлени и най-вече в търговски хладилни инсталации, все повече внимание се отделя на нискотемпературните хладилни машини, реализирани с помощта на двустъпални компресори.

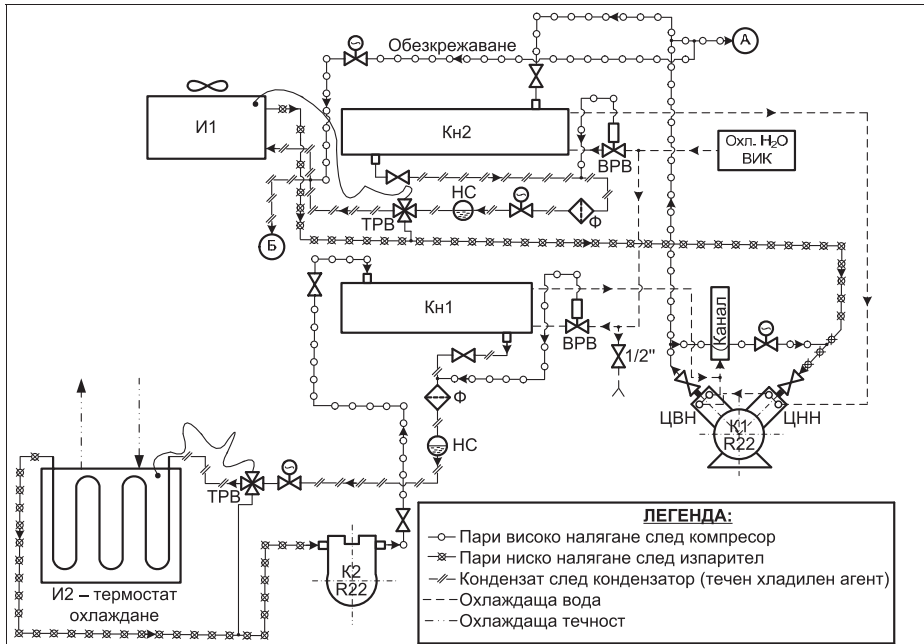
Съществуващите понастоящем нискотемпературни камери с парокompресорни хладилни машини (ПКХМ) са предназначени за съхраняване на различни материали при постоянни параметри - основно температура и относителна влажност. Развитие на нискотемпературните инсталации с ПКХМ в перспектива е свързано с поддържане на прецизни режими, с оглед осигуряване на необходимия микроклимат при охлаждане и замразяване. За това е необходимо, да се изследват динамичните характеристики на ПКХМ, с оглед гарантиране параметрите на технологичното задание.

ВЪВЕДЕНИЕ

Представеният на фиг.1 физически модел е реализиран на база съществуваща експерименталната хладилна камера с въведени редица подобрения и елементи, осигуряващи управление и измерване на технологичните параметри. ПКХМ работи с двустъпален компресор, като двете степени на сгъстяване са реализирани в корпуса на един компресор. Проблемите, свързани с високите температури след компресора, които биха настъпили в случай на едностъпално сгъстяване липсват. Конструктивно регламентираният висок прегрев на засмуканите пари от изпарителя до голяма степен се отразява на температурата на сгъстения газ след цилиндър ниско налягане. Независимо от това, поради относително ниските съотношения на налягането в тази степен, температурни проблеми практически не възникват. Параметрите на хладилния агент при засмукване от степента високо налягане се определят от ефективността на междинното охлаждане и налягането на кондензацията.

Принципната схема на нискотемпературната хладилна машина е показана на фиг.1 и фиг.2, а теоретичният цикъл е изобразен в $\lg p - h$ диаграма е показан на фиг. 3., като за работно вещество се използва заводски заложеният хладилен агент R22. Работното вещество се сгъстява в първата степен на компресора ЦНН (процес 1'-2), след което частично се охлажда при междинно налягане (процес 2 - 2') и се досгъстява във втората степен на компресора - ЦВН (процес 2' - 3).

Охлаждането и кондензацията (процес 3-4) на сгъстените пари се извършва в кожухотръбен кондензатор Кн2, захранван от охлаждаща водопроводна вода. За осигуряване на необходимата скорост на движение на водата в тръбното пространство и постигане на постоянно налягане на кондензация, дебитът на водата се регулира от водорегулиращ вентил ВРВ, монтиран на входа на кондензатора.



Фиг.1. Принцилна схема на нискотемпературната хладилна машина:

K1 – двустъпален компресор, **ЦНН** – цилиндър ниско налягане, **ЦВН** – цилиндър високо налягане **Kn1, Kn2** – водни кондензатори, **I1** – въздухоохладител, **I2** – изпарител, **ТРВ** – терморегулиращ вентил, **НС** – наблюдателно стъкло, **Ф** – филтър-дехидратор

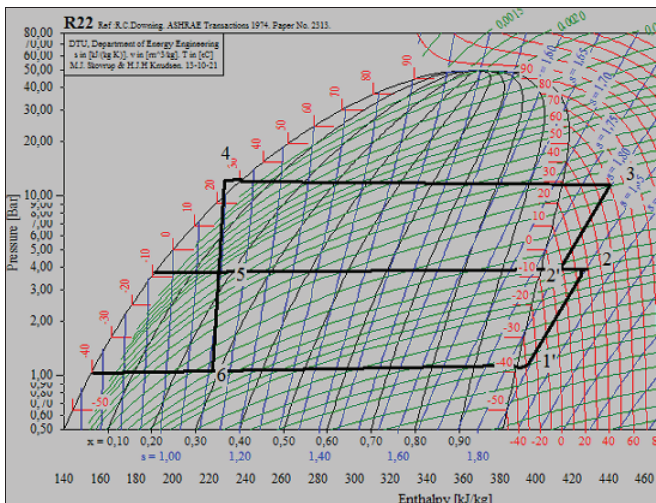


Фиг.2. Нискотемпературна камера с ДКХМ

Втеченият хладилен агент със състояние т.4 еднократно се дроселира с помощта на терморегулиращ вентил до налягане, при което се извършва изпаряването на работното вещество в изпарителя **I1** (процес 6-1).

Обезкрежаването на изпарителя, което е особено важно за нискотемпературни режими на охлаждане се осъществява с горещи пари от нагнетателния тръбопровод. Този метод е най – бързият, най – лесният и най – ефективен. По време на размразяване на изпарителя вентилатора е изключен, а компресора продължава да работи. Газовия електромагнитен вентил се отваря и горещия газ постъпва в изпари-

теля. Той бързо се нагрява и ледът се стопява. Кондензатът се събира и отвежда от камерата.



Фиг.3. Теоретичен цикъл на двустъпална хладилна машина

За намаляване на специфичният топлинен поток в експерименталната хладилна камера от страна на околната среда, се използва и втори, независим охлаждащ контур, включен в комплекцията на хладилната камера. Той е реализиран с едностъпален компресор К2 и неговото предназначение е поддържане на постоянна температура на охлаждащата течност в термостата – изпарител И2. Охладената течност (воден разтвор на пропилен – гликол) циркулира по теплообменните канали на вътрешната повърхност на хладилната камера, и създава постоянна температура на повърхността на стената.

В представения физичен модел на ПКХМ, с оглед създаване на възможност за точно определяне и изследване на динамичните характеристики и подобряване на енергийните показатели, са извършени редица промени:

1. Управлението на двустъпалния компресор, регулирането на температурата в хладилната камера и контролирането на температурата на изпарителя при обезскрежаване с горещи пари се извършва с помощта на новомонтиран програмируем контролер на фирмата "DIXELL".
2. Осигурено е управление работата на вентилатора на изпарителя И1 в зависимост от температурата на повърхността на стената.
3. Осигурено е наблюдение и регистриране налягането на изпарение посредством новомонтиран електронен манометър.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложеният физически модел на така комплектуваната двустъпална хладилна машина ще даде възможност за експериментално определяне на редица технически параметри на хладилния цикъл, в това число студопроизводство, топлинно натоварване на теплообменните повърхности, хладилен коефициент и др.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Дичев, Ст. „Хладилни машини“. ВИХВТ, Пловдив, 2002.
- [2] Дичев, Ст., К. Петров. Наръчник по хладилна техника. Пигмалион, Пловдив, 1997.

За контакти:

Гл. ас. Пламен Мушаков, Катедра “Топлотехника, хидравлика и екология”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 304, e-mail: pgm@uni-ruse.bg

Доц д-р Валентин Бобилов, Катедра “Топлотехника, хидравлика и екология”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 844, e-mail: bobilov@uni-ruse.bg

Гл. ас. д-р Живко Колев, Катедра “Топлотехника, хидравлика и екология”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 304, e-mail: zkolev@uni-ruse.bg

Гл. ас. д-р Пенчо Златев, Катедра “Топлотехника, хидравлика и екология”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 303, e-mail: pzlatev@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.