

Методика за непряко определяне на студопроизводството на нискотемпературна хладилна машина

Пламен Мушаков

Method for indirect determination of the cold-production of low-temperature refrigeration machine: This paper presents an indirect method for determination the cold-production of low-temperature refrigeration machine. The dependencies and parameters for measuring during steady state operation have been developed. Depending on the specific conditions a calorimetric method for determination the cold-production has been selected.

Key words: low-temperature refrigeration machine, calorimetric method.

ВЪВЕДЕНИЕ

Изследването на динамичните характеристики на нискотемпературна камера с двустъпална компресорна хладилна машина (ДКХМ) се предполага изследване изменението на студопроизводството на хладилната машина в работен режим В тази връзка, възниква въпросът за избор на методите за определяне на студопроизводството, които могат да бъдат разделени на две части: аналитични и експериментални. Въпреки това, аналитично изчисляване обикновено се базира на експериментални данни. Много от топлофизическите параметри и параметрите на топлинните процеси, без които е невъзможно да се извършат всички изчисления могат да бъдат определени само по опитен път.

ИЗЛОЖЕНИЕ

В нискотемпературни хладилни камери процеса на охлаждане (до достигане на стационарен режим), по правило, продължава десетки часове. През цялото време студопроизводството на хладилната маши непрекъснато се мени. Не може да се каже със сигурност, дали това зависи само от текущата температура, от температурата на кипене или от натоварването на изпарителя. Този момент е много важен, тъй като е необходимо да знаем, възможно ли определянето на студопроизводството в произволен момент в процеса на охлаждане, как студопроизводството на цикъла със съответваща температура на кипене. Ако студопроизводството зависи само от температурата, тази зависимост може да изчислим с определена стъпка от температурата на околната среда до температура на кипене при установен режим. Ако студопроизводството зависи още и от натоварването, необходимо е са се определят съотношенията на параметрите описващи дадената зависимост.

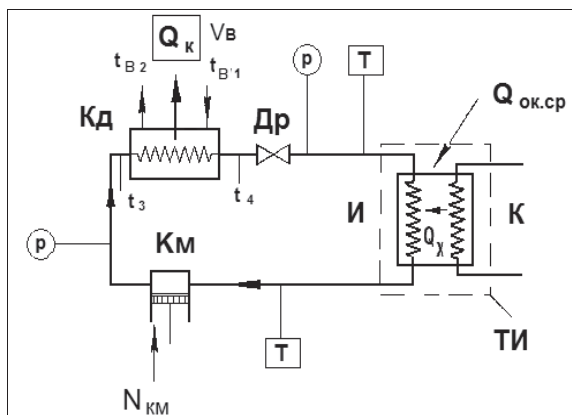
Може да се заключи, че разработването на методика за определяне на студопроизводството на нискотемпературни хладилни машини в нестационарен процес на охлаждане е необходимо да се вземат предвид следните обстоятелства:

- методиката трябва да се основава на изложените по – горе принципи и да съответства на конкретната схема на хладилната машина;
- необходимо е провеждане на експериментални изследвания на зависимостта на студопроизводството на ПКХМ от натоварването.

Съществуват различни методи за определяне на студопроизводството на двустъпални хладилни машини [1, 2, 3] основани на измерване обемния дебит на хладилния агент или определяне на топлинна енергия, поведена или отведена към хладилния агент.

За определяне студопроизводството на нискотемпературна хладилна машина се използва калориметричен метод основан на измерване на топлината отведена от кондензатора.

Принципната схема на експерименталния стенд за измерване на студопроизводството по калориметрическия метод е изобразен на фиг.1.



Фиг.1. Принципна схема на експериментален стенд за определяне на студопроизводството по калориметричния метод:

Км - компресор; Кд - кондензатор; Др - дросел; И — изпарител; К — калориметър; ТИ - топлинна изолация; p – датчици за налягане; T — температурни датчици

В качеството на калориметър може да се използва както електронагревател, така и всякаква система с вторичен хладилен агент или студоносител, главното в дадения случай е възможността за точното определяне на топлината, подведена или отведена от калориметра. Най – удобен начин за определяне студопроизводството – обединение на калориметъра с изпарителя: в такъв случай търсената стойност на Q_о се определя направо, без изчисляване на масовия разход на хладилен агент.

При охлаждането на кондензатора с вода, не се допуска нейното кипене. Дебитът на водата през кондензатора трябва да осигурява разлика в температурата на входа и изхода не по – малко от 6 °С. Налягането в кондензатора регулира изменението на температурата и дебита на охлаждащата вода.

След достигане на установен режим се измерват следните параметри:

- налягането на парите на входа на кондензатора;
- температура на парите на входа на кондензатора ;
- температура на водата на входа и изхода на кондензатора;
- масов дебит на охлаждащата вода;
- температура на течният хладилен агент на входа в регулиращия вентил;
- температура на околната среда;
- консумираната мощност от нагревателя на калориметъра.

Студопроизводството на хладилната машина се определя по формулата:

$$Q_o = Q_k - N_{KM}, \quad (1)$$

където: Q_к е топлинното натоварване на кондензатора, W;

N_{кМ} – консумираната мощност на компресора, W.

Пространството, в което се намира калориметъра и изпарителя трябва да е изолирано; въпреки това, пълното елиминиране на топлопритоците от околната среда е невъзможно. За определяне на специфичните загуби на топлина в околната среда q_{ок.ср} е необходимо да се проведат предварителни измервания, с изключена хладилна машина:

$$q_{ок.ср} = \frac{Q_x}{t_k - t_{ок.ср}} \quad (2)$$

където Q_х е топлина, подведена с помощта на калориметъра, W;

t_K - температура на повърхността на калориметъра, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{OK,CP}}$ - температура на околната среда, $^{\circ}\text{C}$.

В такъв случай, след включване на хладилната машина и измерване на необходимите параметри, студопроизводството се определя по топлинния баланс на кондензатора:

$$Q_K = V_B \cdot \rho_B \cdot c_{\text{PB}} \cdot (t_{B_1} - t_{B_2}), \quad (3)$$

където: V_B е обменен дебит на охлаждащата вода, m^3/s ;

ρ_B – плътност на водата при средна температура $t_m = \frac{t_{B_1} + t_{B_2}}{2}$, kg/m^3 ;

c_{PB} – специфичен топлинен капацитет на водата при температура t_m , $\text{J}/\text{kg}\cdot\text{K}$;

t_{B_1} и t_{B_2} – температури на изхода и входа на кондензатора, $^{\circ}\text{C}$.

За получаване на по – точни резултати по калориметричния метод може да се определи и масовия дебит, и по средната стойност да се изчисли студопроизводството на хладилната машина:

$$G_a = \frac{V_B \cdot \rho_B \cdot c_{\text{PB}} \cdot (t_{B_2} - t_{B_1})}{h_3 - h_4} \quad (4)$$

където специфичните енталпии h_3 и h_4 се отчитат от $lgr - h$ диаграма за съответния хладилен агент с който работи хладилната машина.

$$Q_0 = G_a \cdot (h_1 - h_6) \quad (5)$$

където: h_1 е специфична енталпия на хладилния агент на входа в изпарителя, kJ/kg ;

h_6 - специфична енталпия на хладилния агент на изхода в изпарителя kJ/kg .

Специфичната енталпия на хладилния агент на входа и изхода на изпарителя се определя вземайки измерените стойности на температурата и налягането на хладилния агент в съответните точки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложеният метод за определяне на студопроизводството има следните предимствата:

- простота на изчисленията;
- отсъствие на необходимост от сложно измерително оборудване;
- възможност за непосредствено определяне на студопроизводството, без допълнителни изчисления на термодинамичните свойства на хладилния агент.

Недостатък е голямата инертност, за точно определяне на студопроизводството е необходимо достигане на стационарен режим на работа на хладилната машина.

ЛИТЕРАТУРА

[1] ГОСТ 13019-77. Компрессоры поршневые холодопроизводительностью не менее 3,5 кВт (3000 ккал/ч). Правила приемки и методы испытаний.

[2] Международен стандарт ИСО 917-74. Хладилни компресори. Методи на изпитване.

[3] Стандарт СЭВ 665-77. Оборудование холодильное. Компрессоры. Методы испытаний.

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

Докладът е рецензиран.