

ŠALDYMO ĮRENGINIŲ IR ŠILUMOS SIURBLIŲ TEORINIS VEIKIMO APRAŠAS

Šaldymo įrenginiai, kaip ir šilumos siurbliai dirba pagal atvirkštinį ciklą. Jų paskirtis – šilumą perduoti nuo šiltesnių šaltiesiems kūnams, t.y. atšaldyti kūnus (srautą) žemiau aplinkos temperatūros. To siekiant iš šaldomų kūnų atimama šiluma atiduodama aplinkai.

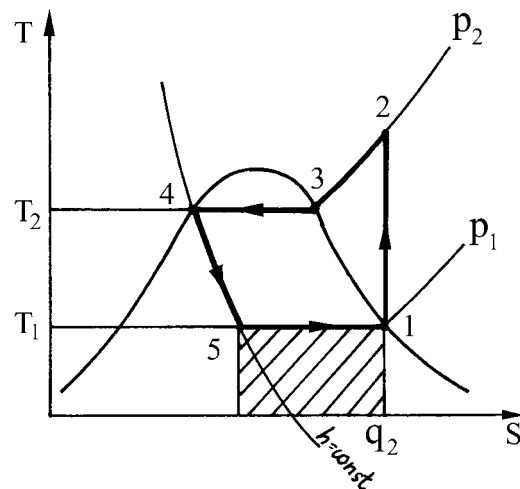
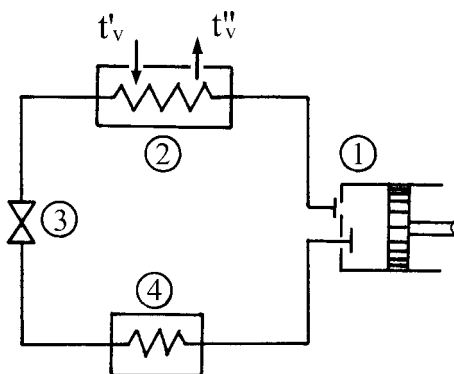
Šilumos siurbliai gali būti naudojami patalpoms šildyti. Šiluma atimama iš aplinkos ir atiduodama šiltesniam už aplinką kūnui (pvz. Šildomam patalpos orui)

Šalčiu vadinama šiluma, atimama iš šaltiesnio už aplinką kūno. Vykstant atvirkštiniam ciklui jam turi būti teikiamas (sunaudojamas) darbas arba šiluma. Pagal naudojamą cikle medžiagą (šaldymo agentą) šaldymo įrenginiai skirstomi į oro ir garo šaldymo įrenginius. Gariniai šaldymo įrenginiai skirstomi į kompresorinius, ežektorinius ir absorbcinius.

Oriniai šaldymo įrenginiai buvo pirmieji šaldymo įrenginiai, tačiau amžiaus pradžioje jų buvo atsisakyta. Pastaruoju metu prie jų vėl sugrįžtama, padidinus jų ekonomiškumą taikant turbokompresorius ir regeneravimą. Tačiau labiausiai yra paplitę kompresoriniai šaldymo įrenginiai.

Kompresorinis garinis šaldymo įrenginys

Šiuose šaldymo įrenginiuose darbo medžiaga (šaldymo agentu) dažniausiai naudojamas amoniakas ir įvairūs freonai. Detaliau neanalizuojant reikėtų priminti, kad amoniakas yra nuodingas, įprastiniai freonai ardo ozono sluoksnį.



Šiame paveiksle pavaizduota principinė kompresorinio garinio šaldymo įrenginio principinė schema ir terminė diagrama. Jį sudaro kompresorius – 1, kondensatorius – 2, droselinis vožtuvas – 3 ir garintuvas (šaldymo kamera) – 4. Terminėje diagramoje (T-s koordinatėse) pavaizduoti šie procesai:

- 1-2 adiabatiškai spaudžiamas kompresoriuje 1 drėgnas garas virsta perkaitintuoju, slėgis padidėja nuo p_1 iki p_2 , T_1 iki T_2 .
- 2-3-4 perkaitintasis garas izobarinio proceso metu virsta sausuoju sočiuoju 2-3 ir susikondensuoja 3-4. Kondensacijos metu 1kg garo netenka q_1 šilumos. Ši šiluma kondensatoriuje 2 atiduodama aplinkos orui arba aušinimo vandeniui.
- 4-5 droseliavimas droseliniame vožtuve 3, kuriame, esant pastoviai entalpijai, dalis kondensato išgaruoja. Slėgis sumažėja nuo p_2 iki p_1 , o temperatūra nuo T_2 iki T_1 .
- 5-1 izobarinis, o kartu izotermiškas garavimas. 1kg garo gauna q_2 vienetų šilumos. Tai vyksta garintuve 4, kuris čia sutapdinamas su šaldymo kamera. Ši šiluma atimama iš kameroje esančių kūnų. Toliau ciklas kartojamas.

Šaldymo įrenginio efektyvumą įprasta nusakyti šaldymo koeficientu:

$$\varepsilon = \frac{q_2}{W_k} = \frac{q_2}{q_1 - q_2}.$$

Jis nusako šilumos kiekį, atimtą atimtą iš šaldomų kūnų ir tenkanti sunaudoto darbo vienetui. Garavimo ir kondensacijos procesai yra izobariniai, todėl šilumos kiekius galima išreikšti per Δh :

$q_2 = h_1 - h_5$ (procesas 5-1);

$q_1 = h_1 - h_4$ (procesas 2-3-4);

$h_4 = h_5$ (procesas 4-5);

tuomet šaldymo koeficientas:

$$\varepsilon = \frac{h_1 - h_5}{-h_2 + h_2 - h_1 + h_5} = \frac{h_1 - h_5}{h_2 - h_1}.$$

Jo reikšmės dažniausiai yra intervale tarp 3 ir 5.

Sprendžiant uždavinius, skaičiuojant šaldymo įrenginius reikia turėti šaldymo agento būsenos diagramas (T-s ar p-s) arba perkaitintojo ir sočiojo garo lenteles atitinkamoms h reikšmėms rasti.

Absorbciniai šaldymo įrenginiai

Žodis “absorbuoti” (lot. Absorbere) reiškia sugerti, susiurbti, o žodis “absorbentas” reiškia kietąjį kūną ar skystį, sugeriantį garus ar dujas.

Absorbciniai šaldymo įrenginiai skiriasi nuo kompresorinių tuo, kad vietoj mechaninio kompresoriaus jame naudojamas termocheminis kompresorius. Absorbciniame šaldymo įrenginyje turime binarinį (susidedantį iš dviejų komponentų) tirpalą, sudarytą iš absorbento ir šaldymo agento. Šis binarinis mišinys sukuria šaldymo agento garų slėgio skirtumą. Visais kitais atžvilgiais absorbcinis šaldymo įrenginys iš principo nesiskiria nuo kompresorinio.

Binarinių tirpalų požymiai, savybės:

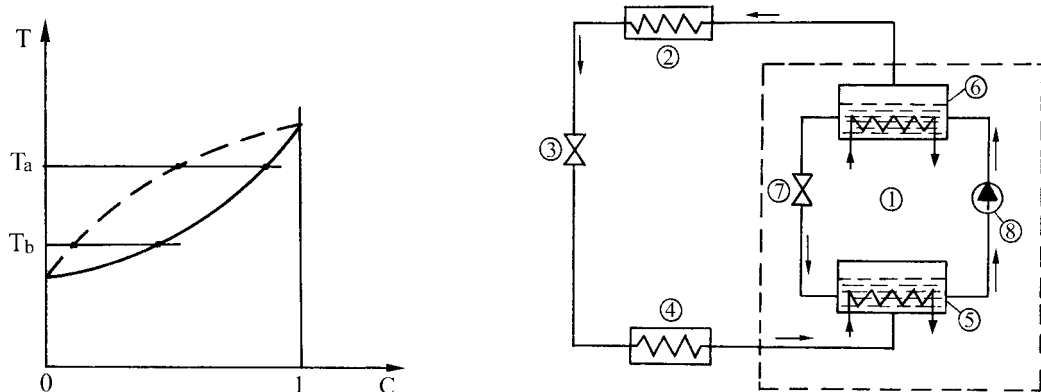
- absorbento virimo temperatūra turi būti žymiai aukštesnė už šaldymo agento virimo temperatūrą esant tam pačiam slėgiui. Esant atmosferiniam slėgiui patys populiariausi binariniai mišiniai ir jų virimo temperatūros nurodyti 6.1 lentelėje.
- binarinio tirpalo virimo temperatūra esant duotam slėgiui priklauso nuo komponentų masinės koncentracijos, t.y. kuo šaldymo agento jame daugiau, tuo žemesnėje temperatūroje tirpalas užverda. Verdančiame binariniame tirpale šaldymo agento koncentracija mažėja, dėl to, kad jis greičiau išgaruoja.
- gasas, susidaręs verdant binariniame tirpalui turi vienodą temperatūrą su tirpalu, tačiau šaldymo agento koncentracija gase žymiai didesnė nei tirpale.

Absorbentas	Šaldymo agentas	Taikymo sritis
Vanduo 100°C	Amoniakas (NH ₃) – 33,4°C	Parmoniniai šaldymo įrenginiai
Ličio bromidas 1312°C	Vanduo 100°C	Oro kondicionavimo šaldymo įrenginiai

Binarinio tirpalo savybes paranku suvokti naudojantis T-C diagrama, kai $p = \text{const}$, kuri pavaizduota 6.4 paveiksle. C-absorbento masinė koncentracija. Absorbcinio šaldymo įrenginio schema pavaizduota sekančiame paveiksle.

Absorbcinio šaldymo įrenginio schema iš principo panaši į kompresorinio. Jo termocheminis kompresorius veikia taip. Absorberyje 5 yra “silpnas” tirpalas, t.y jame mažai šaldymo agento. Patekus į

absorberį jo garus tirpalas pradės absorbuoti, t.y. jie pradės kondensuotis ir tirpalas taps stipresnis, t.y. jame bus daugiau šaldymo agento. Absorberyje tirpalas aušinamas (pvz. vandeniu).



1 – termocheminis kompresorius; 2 – kondensatorius; 3 – droselinis vožtuvas; 4 – garintuvas; 5 – absorberis; 6 – garo generatorius (virintuvas); 7 – droselinis vožtuvas; 8 – siurblys.

Gautas “stiprus” tirpalas siurbliu 8 transportuojamas į garo generatorių (virintuvą) 6. Siurblys ne tik transportuoja tirpalą, bet ir pakelia jo slėgį. Garo generatoriuje 6 sutelkus šilumą Q binarinis tirpalas verda, išsiskiria beveik grynas šaldymo agento garas. Jis patenka į šaldymo įrenginio ciklą (žr. Kompresorinį šaldymo įrenginį). “Silpnas” tirpalas pereina per droselinį vožtuvą 7, jo slėgis sumažėja ir jos vėl patenka į absorberį.

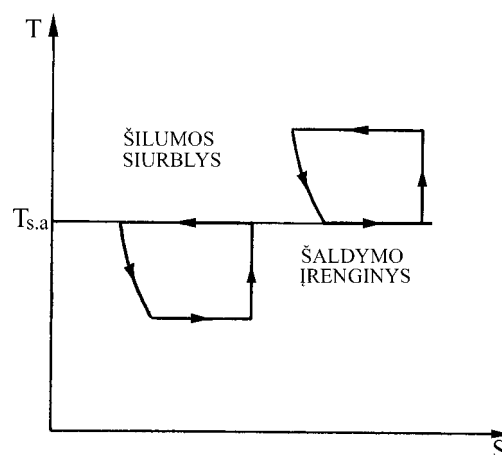
Absorbcinio šaldymo įrenginio efektyvumą nusako šilumos išnaudojimo koeficientas:

$$\xi = \frac{q_2}{q}$$

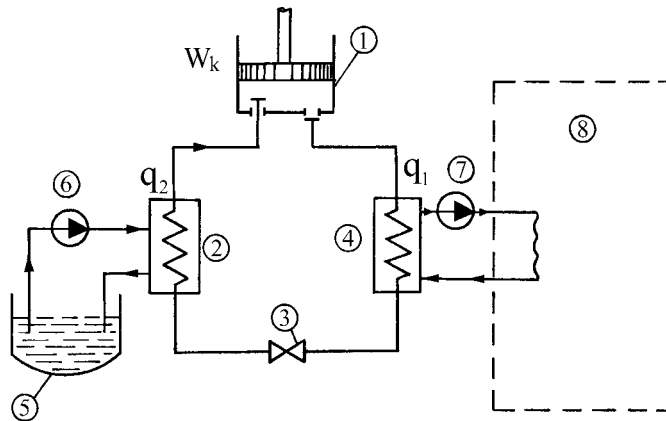
Jis kinta ribose (0,3-0,5), o q_2 – 1kg šaldymo agento pagaminto šalčio kiekis, q – šilumos kiekis, reikalingas 1kg šaldymo agento paruošti.

Šilumos siurbliai

Šilumos siurbliai kaip ir šaldymo įrenginiai dirba pagal atvirkštinį ciklą. Šiluma perduodama nuo šaltesnių kūnų šiltesniems. Jei šaldymo įrenginių paskirtis atimti šilumą, tai šilumos siurblių – tiekti šilumą. Be to, šie įrenginiai skiriasi ciklo kondensacijos ir garinimo izotermių reikšmėmis – šilumos siurblyje santykinai jos yra aukščiau ir tai pavaizduota sekančiame paveiksle.

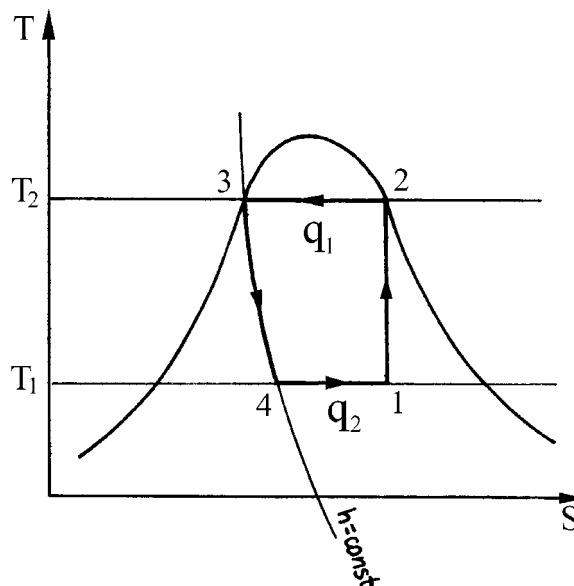


Iš principo šilumos siurbliai gali būti kompresoriniai, ežektoriniai, absorbciniai. Žemiau esančiame paveiksle pavaizduota kompresorinio šilumos siurblio principinė schema, kurioje šiluma ciklui tiekiamą iš vandens telkinio (pvz., ežero, upės, šulinio). Ten pateikiamas ir jo veikimo ciklas.



1 – kompresorius; 2 – garintuvas; 3 – droselinis vožtuvas; 4 – kondensatorius; 5 - vandens telkinys, šaltas kūnas; 6,7 – siurbliai; 8 – šildoma patalpa.

Siurblys 6 iš vandens telkinio 5 tiekia vandenį į garintuvą 2, kuriame esant temperatūrai žemesnei už vandens temperatūrą šilumos agentas (dažniausiai freonas) verda, sunaudodamas q_2 šilumos (procesas 4-1). Drėgnasis garas iš garintuvo 2 patenka į kompresorių ir suspaudžiamas iki parametru T_2 , p_2 (procesas 1-2), sunaudojant darbą w_k .



Patekęs į kondensatorių 4 šilumos agentas kondensuojasi, nes šiluma tiekiamą į patalpą, kurios $t_p < t_2$. Štai šilumai pernešti iš kondensatoriaus į patalpą siurbliu 7 šilumnešis verčiamas cirkuliuoti šildymo sistemoje.

Atiduodamos šilumos kiekis q_1 (procesas 2-3). Po kondensatoriaus skystas šildymo agentas prateka droselinį vožtuvą 3 ir dalis jo išgaruoja (procesas 3-4, $h = \text{const.}$) Toliau ciklas kartojamas. Šilumos siurblio darbo efektyvumą nusako šilumos išnaudojimo koeficientas:

$$\psi = \frac{q_1}{w_k} = \frac{q_1}{q_1 - q_2} = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1}.$$

Tai perspektyvus įrenginys, tačiau jo panaudojimas reikalauja techninio ir ekonominio įvertinimo kiekvienu konkrečiu energijos (kuro ir elektros) kainų santykiu, šilumos siurblio darbo režimo per metus.