

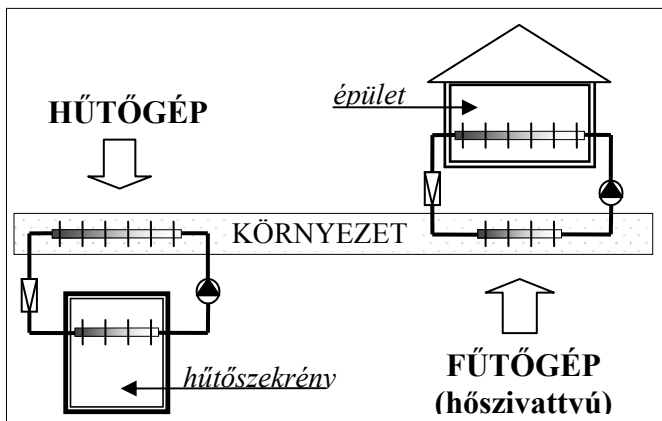
A HŐSZIVATTYÚZÁSRÓL EGYSZERŰEN

Írta: **Szita Gábor**
okl. gépészmérnök

A hőt, a meleget mindenki ismeri. A szivattyút is, amivel – általában – folyékony közegeket szoktunk „szívni”, valójában inkább nyomni. A hőnek a szivattyúzását azonban már nehezebb elképzelni. Pedig ma már minden háztartásban megtalálható a hőt szivattyúzós gép, csak nem hőszivattyúnak hívjuk, hanem hűtőgépnak. Jelen cikkben először a hőszivattyúk működési elvével, majd a gazdaságos üzemeltetést meghatározó fogalmakkal ismertetem meg az olvasót.

Egy gép – két működési cél

A hőszivattyú működésének tárgyalásakor gyakran találkozni azzal a megközelítéssel, hogy a hőszivattyú nem egyéb, mint egy olyan hűtőgép, amelynek a fűtési oldalát használjuk. Ez így igaz is. A szemléletesebbé tétel kedvéért megszerkesztettem az 1. ábrát, amiből jól látszik, hogy valóban ugyan annak a gépnek a két különböző célú működtetéséről van szó.



1. ábra: Egy gép két működési céllal

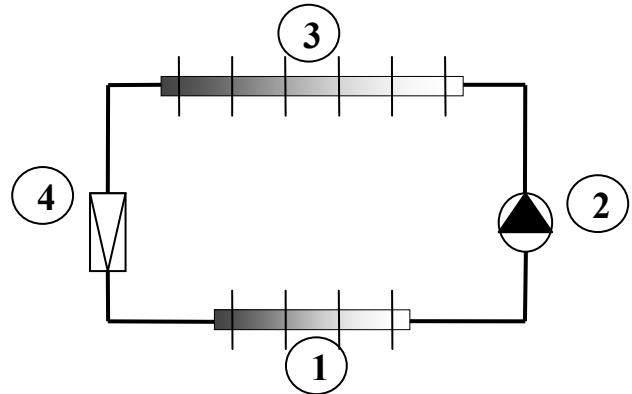
A hűtésnél egy kis, zárt térből (hűtőszekrény) folyamatosan elveszünk hőt, és a magasabb hőmérsékletű környezetbe szállítjuk. (Ha a hűtőszekrény környezete egy nem túl tágas tér, pl. kicsi élelőkamra, akkor annak hőmérséklete érezhetően megemelkedhet.) Fűtésnél pedig a környezetből elvont hőt egy magasabb hőmérsékletű kis, zárt térbe (épület) szállítjuk.

Mivel a hő magától kizárólag csak egy magasabb hőmérsékletre hajlandó egy alacsonyabb hőmérséklet felé áramolni, az ezzel ellentétes hőáramlást igénylő hűtéshez és hőszivattyúzáshoz (külső) munkavégzés szükséges. (Hasonlóan ahhoz, ahogy könnyű a kerékpárral a hegyről lefelé gurulni, de felfelé bizony megizzadunk.)

A hűtőgép/hőszivattyú működése

A 2. ábrán látható a hűtőgépnek és a hőszivattyúnak a

négy legfontosabb működési egysége.



1. ábra: A hűtőgép/hőszivattyú részei

1. Elpárolgató

A párolgás hőelvonással jár. – fújja minden diák fizika órán. A hűtőgép/hőszivattyú ezen részegységében a benne áramló munkaközeg elpárolog, ezáltal hőt von el onnan, ahonnan tud, azaz hűtésnél a hűtőszekrényből, hőszivattyúzásnál a környezetből. Ehhez persze megfelelő közegre is szükség van, amely nem hogy nem fagy meg 0°C környékén, mint a víz, hanem éppen hogy azt produkálja, amit a víz 100°C -on: folyadék fázisból – melegítés hatására – gőzzé alakul.

2. Kompresszor

A gőz fázisú munkaközeg nyomását, és ezzel együtt hőmérsékletét is megemeli. (A jelenséget jól ismerjük pl. a kerékpárgumi felfújásakor, amikor a pumpa – ami szintén kompresszor, hiszen összenyomja a levegőt – fölmelegszik.) A kompresszor az általa előállított nyomáskülönbséggel biztosítja a munkaközeg áramlását. A kompresszor hajtásához munkát kell végeznünk, vagy végeztetnünk. Ehhez leggyakrabban villanymotort használunk, ami villamos energiát fogyaszt, és ami után az áramszolgáltató benyújtja a számlát.

3. Kondenzátor

A kondenzátorban ellentétes fázisváltozás következik be, mint ami az elpárolgatóban végbement. A megfelelő hőmérsékletűre összenyomott munkaközeg gőze itt alakul vissza folyadékká, miközben hőt ad le. (Hasonló folyamat játszódik le a pálinkafőzés utolsó fázisában, amikor a desztillátumot, amely gőz halmazállapotú, egy vízzel hűtött csőspirálon vezetjük keresztül, hogy folyadékká alakuljon, és meg tudjuk inni.)

A kondenzátor hűtőgép hátoldalán található, és a helyiség levegőjének adja át hőjét. A hőszivattyú kondenzátora egy olyan hőcserélő, melyben a hő a fűtési rendszerben keringő víznek adódik át.

4. Fojtó szelep

A fojtással visszacsökkentjük a munkaközeg nyomását a kiinduló szintre, miközben annak egy része ugyan gőzzé alakul, de „cserébe” a maradék folyadék hőmérséklete lecsökken. Így alkalmassá válik arra, hogy alacsony hőmérsékletű térben is el tudjon majd párolgni.

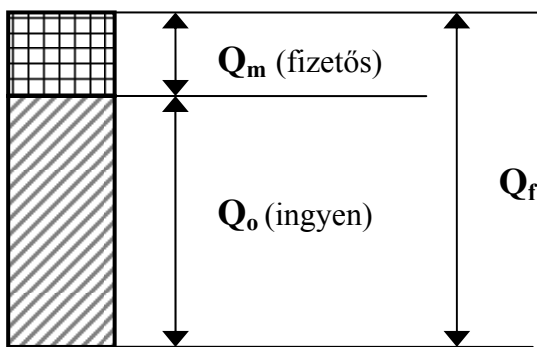
Mennyit fűt egy hőszivattyú?

A kérdés egyszerűen megválaszolható: annyit, amennyit a környezetből felvesz, és még amennyi külső munkát betápláltunk. Azaz a villamos motor által fölvetett villamos teljesítmény is fűtési hőteljesítmény formájában jelenik meg.

A 3. ábra azt szemlélteti, hogy ha a környezetből Q_o mennyiségű hőt vonunk el, a kompresszor hajtásához pedig Q_m energiát használunk föl, akkor a fűtéshez

$$Q_f = Q_o + Q_m$$

hőmennyiség áll rendelkezésünkre. Azt is tudjuk, hogy a környezetből elvont hőért nem kell fizetnünk, a hajtóenergiáért azonban igen.



3. ábra: A fűtési energia összetevői

Az ábrából az is világos, hogy annál olcsóbban tudunk fűteni egy hőszivattyúval, minél több az ingyen energia aránya az egészen belül.

Fajlagos fűtőtéljesítmény

Fenti gondolatot fejezi ki a fajlagos fűtőtéljesítmény, ami egy szám, mégpedig a fűtési energiának és a külső munkának a hányadosa. Jelölése: ε .

$$\varepsilon = \frac{Q_f}{Q_m} = \frac{Q_o + Q_m}{Q_m}$$

Ugyanezt mostanában az angol rövidítéssel, a COP-val is jelölik. Nyilvánvaló, hogy minél nagyobb a fajlagos fűtőtéljesítmény, annál nagyobb a környezetből elvont hő, azaz az ingyen energia aránya. A fajlagos fűtőtéljesítmény tehát nagyon fontos jellemzője egy adott hőszivattyú működésének, mert általa az üzemeltetés gazdaságossága már könnyen megítélhető.

Példa: Mekkora a fajlagos fűtőtéljesítménye egy hőszivattyúnak, ha a környezetből elvont hő és a kompresszor munka aránya 3:1? Eredmény: $(3+1)/1 = 4$.

Összefüggés a működési hőmérsékletek és a fajlagos fűtőtéljesítmény között

A hőszivattyúzás alapfeladata nem más, mint hogy valamilyen, számunkra már használhatatlan hőmérséklet szintű energiát használható hőmérsékletűre emeljen. Például 10°C-os vízzel nem lehet egy lakást fűteni, de már 45°C-ossal már igen (felületfűtéssel). Meg lehet-e határozni az ilyen igényhez tartozó fajlagos fűtőtéljesítményt? Igen. Itt nem részletezem a hőtani hátteret, csak közlöm, hogy ideális esetben az elpárolgási és a kondenzációs hőmérséklettel is kifejezhető a fajlagos fűtőtéljesítmény az alábbi képlettel:

$$\varepsilon = \frac{T_k}{T_k - T_o}$$

ahol: T_k : a kondenzáció hőmérséklete (°K)

T_o : az elpárolgás hőmérséklete (°K)

Ez a képlet azt mutatja, hogy a fajlagos fűtőtéljesítmény rohamosan növekszik, ha a kondenzáció és az elpárolgás hőmérséklete közötti különbség csökken.

Az elméleti legnagyobb, azaz az ideális esethez viszonyítva egy valóságos gép valóságos fajlagos fűtőtéljesítménye 50-65% között lehet.

Példa: Mekkora legnagyobb fajlagos fűtőtéljesítményre lehet számítani az előbbi lakásfűtésnél, ha a kondenzáció 10°C-kal magasabb, az elpárolgás 10°C-kal alacsonyabb a megfelelő közeghőmérsékletnél?

Eredmény: $T_k = 45 + 10^\circ\text{C} = 328^\circ\text{K}$

$T_o = 10 - 10^\circ\text{C} = 273^\circ\text{K}$

*$\varepsilon = (328 / (328 - 273)) * 0,65 = 3,87$*

A hőszivattyúzás gazdaságossága

Első lépésben azt kell megvizsgálni, hogy az „ingyen” és a „fizetős” energiák „keverésével” kapott energia ára alacsonyabb, vagy magasabb lesz-e a helyben rendelkezésre álló legolcsóbb fűtési energiánál. Amennyiben az jön ki, hogy magasabb, akkor a hőszivattyú telepítésének nem lesz megtérülése. SOHA (never, некогда, nunca, stb.). Akkor sem, ha a hőszivattyút ingyen adják. Alacsonyabb ár esetén viszont biztosan van megtérülés, csupán az a kérdés, hogy az mennyi. Ezt a jól ismert módon, a beruházási költségek (új létesítmény esetén az elmaradó költségek beszámításával) és az éves fűtési energiaköltség megtakarítás egybevetésével lehet meghatározni.

Példa: Mennyi a fajlagos fűtőtéljesítmény gazdaságossági határa (üzemeltetési szempontból), ha a földgáz ára 1500 Ft/GJ, a gázkazán hatásfoka 85%, az elektromos energia ára 23 Ft/kWh? Eredmény: $\varepsilon = 3,62$.

Egy megválaszolandó kérdés

Lehet-e hőszivattyúzás alternatívája a jelenlegi, összességében több 100 MW-os, és jellemzően a 60-90°C-os tartományban működő termálvíz hasznosításnak?