

ÚJ TÍPUSÚ HŐVEL MŰKÖDŐ SZIVATTYÚ ABSZORPCIÓS HŰTŐK ELEKTROMOS OLDATSZIVATTYÚJÁNAK KIVÁLTÁSÁRA

NOVEL HEAT DRIVEN PUMP TO SUBSTITUTE THE ELECTRIC SOLUTION PUMP IN ABSORPTION HEAT PUMP

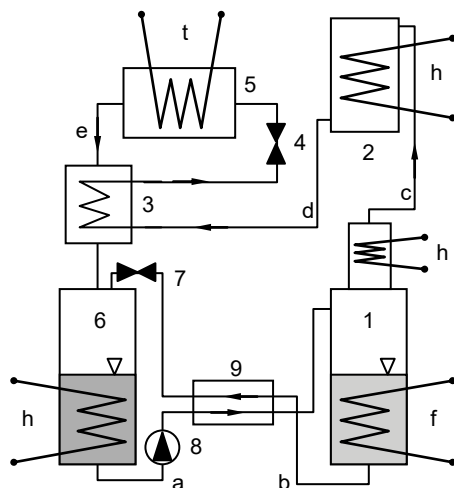
Krámer Gyula*, Dr. Siménfalvi Zoltán**, Dr. Szepesi L. Gábor***

ABSTRACT

This article shows an alternative to substitute the electrical solution pump in absorption heat pump system with a heat driven solution pump. This new machine can be utilized in several other areas.

BEVEZETÉS

Az abszorpciós hőszivattyú rendszerek [1] képesek az ipar különböző területein keletkező hulladékhő hasznosítására. Ezek között az Carré-féle rendszer a legsokoldalúbban használható eljárás. [2] Ha adott a hőforrás, ez a rendszer képes lenne kvázi üzemeltetési költség nélkül működni, de sajnos ennek van egy gyenge pontja, mégpedig az, hogy ehhez a rendszerhez szükséges egy oldatszivattyú, ami elektromos áram hajt. (1. ábra) [3]



1. ábra: Oldatszivattyús abszorpciós rendszer
1. generátor, 2. kondenzátor, 3. utóhűtő, 4. a hűtőközeg fojtószelepe, 5. elpárologtató, 6. abszorber, 7. az oldat fojtószelepe, 8. oldatszivattyú, 9. oldat hőcserélője. a. hűtőközegben gazdag oldat, b. szegény oldat, c. hűtőközeg gőze, d. folyékony hűtőközeg, e. elpárolgott hűtőközeg, f. fűtés, h. hűtés, t. a hűtött tér terhelése

Az elektromos oldatszivattyú a teljes berendezés energiafogyasztásának 3...7%-át is kiteheti. [3][4]

*PhD hallgató, Miskolci Egyetem, Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet

** egyetemi tanár, Miskolci Egyetem, Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet

*** egyetemi docens, Miskolci Egyetem, Energetikai és Vegyipari Gépészeti Intézet

Ugyan ez nem tűnik jelentős tételnek, de ha a rendszer a fennmaradó energiaszükségletét hulladékhőből fedezi, akkor a teljes berendezés üzemeltetési költségét leszámítva a rendszer szabályozásához szükséges elektromos áramot, ezen elektromos oldatszivattyú fogyasztása teszi ki. A fentiek miatt az oldatszivattyú kiváltására több próbálkozás is született. [5]

AZ ÚJSZERŰ OLDATSZIVATTYÚVAL SZEMBENI KÖVETELMÉNYEK

Az első, és legfontosabb szempont az, hogy az új szivattyú ugyanazzal az energiaforrással üzemeljen, mint maga a rendszer. Ez azt jelenti, hogy a gépnek 100-120 °C-os hőmérsékletű a hőforrása, és 30-40 °C-os a hőnyelő oldala.

A második az, hogy a berendezés önstartoló legyen. Tehát ne igényeljen semmilyen külső energiát az elinduláshoz.

További szempont a gép egyszerűsége, vagyis az, hogy minél kevesebb alkatrészből, azon belül a lehető legkevesebb mozgó alkatrészből épüljön fel.

A gép hatásfoka itt most nem a legfontosabb szempont, hiszen az energiaforrásunk eleve hulladékhő.

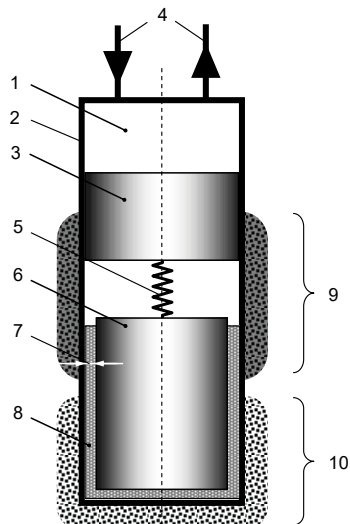
A SZIVATTYÚ FELÉPÍTÉSÉNEK ISMERTETÉSE

A szivattyú valójában egy szabaddugattyús motor (2. ábra). Fő része egy cső alakú ház, amit egy dugattyú oszt két részre. A felső, lezárt rész a munkatér, amihez két visszacsapó szelep csatlakozik, amelyek meghatározzák a szivattyúzott közeg útját. Tehát ez a tulajdonképpeni szivattyú.

A henger munkadugattyú alatti szakasza két részre osztható. A fenti a fűtött, a lenti pedig a hűtött szakasz. A dugattyú alatti térben egy újabb dugattyú helyezkedik el. De ez nem illeszkedik a henger falához, hanem mintegy félmilliméternyi hézag van közte, azaz egy gyűrű alakú rés van körülötte. Ennek a dugattyúnak nem a tömítés a feladata, hanem az, hogy a munkaközéget szükség esetén kiszorítsa a henger alsó, hűtött részéről, amely ekkor felemelkedik az alsó dugattyú, és a hengerfal közti vékony gyűrű alakú résbe, azaz a fűtött térrészbe. A két dugattyút, tehát a

munkadugattyút, és a kiszorító dugattyút egy rugó köti össze. A kísérleti berendezés esetén a munkadugattyú egy membrán, a rugót pedig a membrán rugalmassága helyettesíti.

Az ábra korántsem egy tervrajz, hanem inkább az érthetőség és az áttekinthetőség kedvéért készült vázlat. Ami nincs rajta, az egy, a kiszorító dugattyú alá szerelt mágnes, ami egyben annak mozgás-határolója is. Ez a kiszorító dugattyút hol a fenti, hol a lenti állásban állítja meg. A két végállás között pár milliméter van.



2. ábra: A szivattyú felépítése

1. munkatér, illetve a szivattyúzott közeg, 2. ház, 3. munkadugattyú, 4. visszacsapó szelepek, 5. összekötő rugó, 6. kiszorító dugattyú, 7. gyűrű alakú rész, 8. munkaközeg, 9. fűtött szakasz, 10. hűtött szakasz.

A GÉP MŰKÖDÉSE

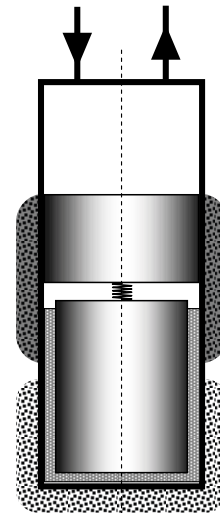
A gép csak függőleges állásban működik. A munkadugattyú alatti tér egy meghatározott részét a munkaközeg folyadék fázisa foglalja el, az afeletti részt pedig annak gőz fázisa tölti ki. Alapállapotban az adott hőmérsékletnek megfelelő gőznyomás uralkodik a hengerben. Mivel ez kisebb, mint a szivattyúzott közeg nyomása, a munkadugattyú a lehetséges legalsó pozíciót foglalja el. Ez a gép alaphelyzete. (3. ábra)

I. fázis

Értelemszerűen a gép alaphelyzetből indul. Vagy azért, mert most indult el a fűtés, vagy mert most tért ide vissza a befejező fázisból. (3. ábra)

A munkadugattyú az alsó holtponton van. Mivel a kiszorító dugattyú is az alsó holtponton van, a munkaközeg felemelkedve, kitölti a rés fűtött szakaszát is. Emiatt mind a hőmérséklete, mind a nyomása emelkedni kezd, de ebben a fázisban még mindkét dugattyú mozdulatlan marad.

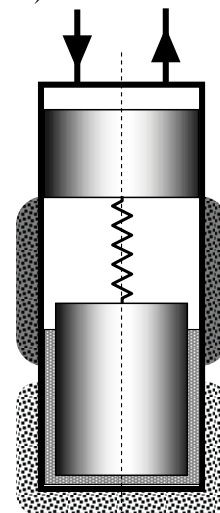
Megjegyzés: A résben lévő folyadékban hőátmenet van, de mivel a rés mérete csak tizedmilliméteres nagyságrendű, ezért az itt fellépő hőátadás, akárcsak a szigetelt dugattyúfalé, elhanyagolható.



3. ábra: I. Fázis, vagyis az alaphelyzet

II. fázis

Egy idő után, a hőmérsékletemelkedés miatt, a munkatér nyomása eléri a szivattyúzandó közeg nyomóoldali nyomását. Ekkor a munkadugattyú megkezdí kiszorítani a szivattyúzott közeget a felette lévő térrészből, vagyis megkezdődik a II. fázis. Ez mindaddig folytatódik, amíg el nem éri a felső holtpontot. (4. ábra)



4. ábra: II. Fázis vége

A dugattyú alatti térrészt a folyamatosan elforralt munkaközeg gőz fázisa tölti ki. A folyadék fázis természetesen fogy, mert pótolnia kell a gőzfázist, de mindvégig érintkezik a ház fűtött falával.

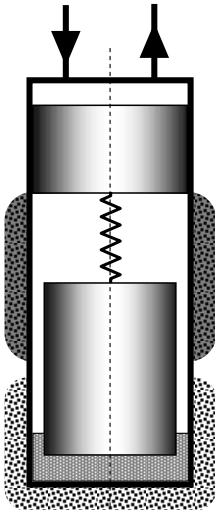
A munkadugattyú felső holtpontjának helyét az határozza meg, hogy az egyre inkább feszülő rugó ereje mikor éri el a kiszorító dugattyút rögzítő mágnes erejét.

Ekkor a mágnes egy pillanatra elengedi a házat, majd pár milliméterrel feljebb újból rögzül. Emiatt a kiszorító dugattyú is pár milliméterrel feljebb kerül. Ez már elég ahhoz, hogy a résben lévő folyadékfázis szintje lecsökkenjen, olyannyira, hogy a hűtött fal szabaddá váljon. (5. ábra)

Természetesen a dugattyúk lökethossza, átmérője és a rés mérete, illetve a fűtött és hűtött szakaszok hossza, a munkaközeg mennyisége, valamint a rugó és a mágnes minősége össze van hangolva.

III. fázis

Mivel a kiszorító dugattyú felső pozícióban van, a munkaközeg szintje lecsökkent, így szabaddá válik a ház hűtött szakasza. Megkezdődik a gőzfázisú közeg kondenzációja. A résben a folyadékszint emelkedni kezd, de nem lepi el a hűtött szakaszt.



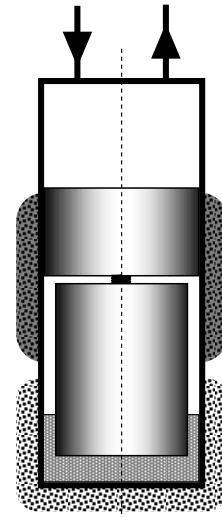
5. ábra: III. Fázis kezdete

Először a hőmérséklet és a nyomás is csökken, de ebben a fázisban még mindkét dugattyú mozdulatlan. Viszont idővel a gőznyomás lecsökken annyira, hogy elérje a szivattyúzott közeg szívó oldali nyomását.

IV. fázis

Ha a belső nyomás elérte a szívónyomást, a munkadugattyú megindul az alsó holtpont felé. A gőzfázis kondenzációja folytatódik, szintje egyre magasabbra emelkedik a házban, de még mindig marad felette hűtött, azaz kondenzáló felület.

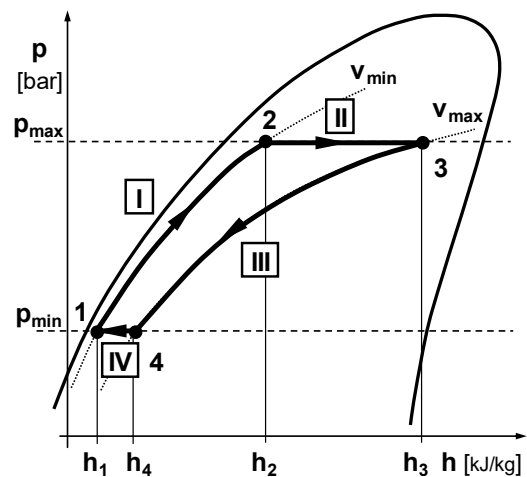
Viszont a rugó egyre jobban zömöl, és ahol a benne halmozódó feszültség eléri a mágnes tapadóerejét. Ahol ez megtörténik, az lesz a munkadugattyú alsó holtpontja. (6. ábra) Ekkor a kiszorító dugattyú pozíció vált, a résben felemelkedik a munkaközeg, az eddigi kondenzáció átvált forrásba, és megkezdődik az I. fázis.



6. ábra: IV. Fázis vége

A KÖRFOLYAMAT NYOMÁS-ENTALPIA DIAGRAMMJA

A körfolyamat, az imént ismertetett 2 izochor és két izobár fázisra bontható (7. ábra).



7. ábra: p-h diagram

A p_{max} , p_{min} nyomó és szívóoldali nyomások,
A v_{max} , v_{min} a fajtérfogatok szélsőértékei.

Nem lett érzékeltetve az, hogy a kiszorító dugattyú váltása, és természetesen a folyadék, illetve a gép belső sűrűdása a II. és a IV. fázist némileg magasabb, illetve alacsonyabb nyomásra helyezi, mivel ez elhanyagolható.

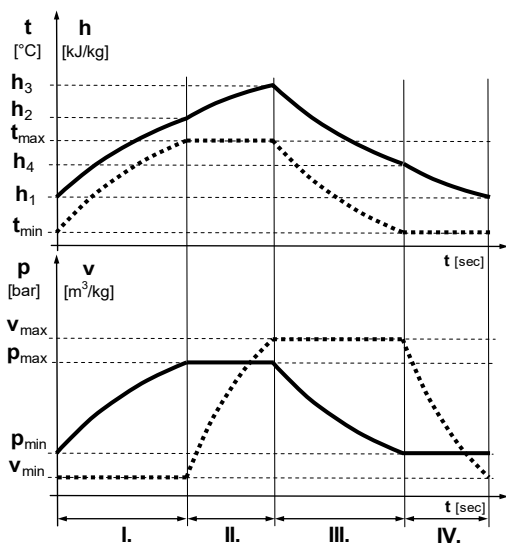
A FIZIKAI JELLEMZŐK VÁLTOZÁSA A KÖRFOLYAMAT SORÁN

A körfolyamatot meghatározó fizikai jellemzők értékeit az 1. táblázat tartalmazza.

	1	2	3	4
p [bar]	0.5	2	2	0.5
t [°C]	81.24	120.12	120.12	81.24
v [m ³ /kg]	0.2001	0.2001	0.3027	0.3027
h [kJ/kg]	482.9	997.8	1252.7	556.8

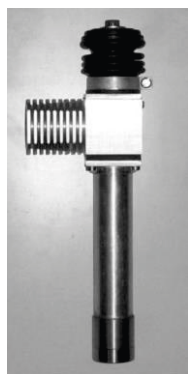
1. táblázat, a körfolyamat sarokszámai.

A gép munkaközegének fizikai jellemzői láthatóan az egyes fázisokon belül folyamatosan változnak, de azok átlépésekor, a munkadugattyú elmozdulása, vagy a kiszorító dugattyú pozícióváltásakor megváltoznak a körülmények és törést szenvednek.



8. ábra: A fizikai jellemzők változása

A kísérleti gép (9. ábra) nem rendelkezik túl magas hatásfokkal. A számított érték mintegy 5%, de nem is ez a gép fő erénye, hanem az, hogy tág határok közötti üzemi körülményekhez adaptálható.



9. ábra: A kísérleti gép

Az itt bemutatott esetben víz volt a munkaközeg, és adottak voltak a hőmérsékletek, illetve a szívó és a nyomó oldal nyomásai, de ez változtatható.

Változatos nyomáskülönbségekre és tetszőleges hőmérsékletekre tervezhető a megfelelő munkaközeg megválasztásával, természetesen, a szerkezeti anyagok adta korlátok között.

Ha a leírtaktól is alacsonyabb a hőforrás hőmérséklete, munkaközegként alkalmazható etilalkohol, vagy metilalkohol, de extrém esetben propán vagy bután gáz is. Valójában minden, az adott hőforráshoz és az adott nyomáskülönbségekhez illeszkedő anyag megfelel, ha annak kicsi a viszkozitása, és nem okoz korróziót.

ÖSSZEFOGLALÁS

A fentebb ismertetett újszerű gép, alkalmassá téve az oldatszivattyú feladatára, gyakorlatilag nullára redukálhatja az abszorpciós hőszivattyúk elektromos áram fogyasztását. De nem csak erre a célra használható. Felszerelhető forgattyús mechanizmussal is, és a tengelyről levett teljesítmény változatos módon hasznosítható. De így, szabaddugattyús gépként is alkalmazható például napkollektorokban, kutakban, vagy belsőégésű motorok hűtővíz szivattyújaként.

HIVATKOZÁSOK

- [1] Carl G Almén: Gas Absorption refrigeration, 2009
- [2] Wei Wu, Baolong Wang, Wenxing Shi, Xianting Li.: An overview of ammonia-based absorption chillers and heat pumps, 2013
- [3] Dr. Siménfalvi Zoltán, Dr. Szepesi L. Gábor, Krámer Gyula: Módszer az ammónia-víz abszorpciós rendszerű hűtési folyamat hatásosságának és hőigényének számítására, 2015
- [4] Micallef D, Micallef C., Mathematical model of a vapor absorption refrigeration unit. Int j simul model 9 (2010) 2, 86-97
- [5] Alexander Arnitz, René Rieberer: A thermally driven solution pump for NH₃/H₂O-absorption chillers Une pompe à solution à entraînement thermique pour les refroidisseurs à absorption de NH₃/H₂O, 2019