

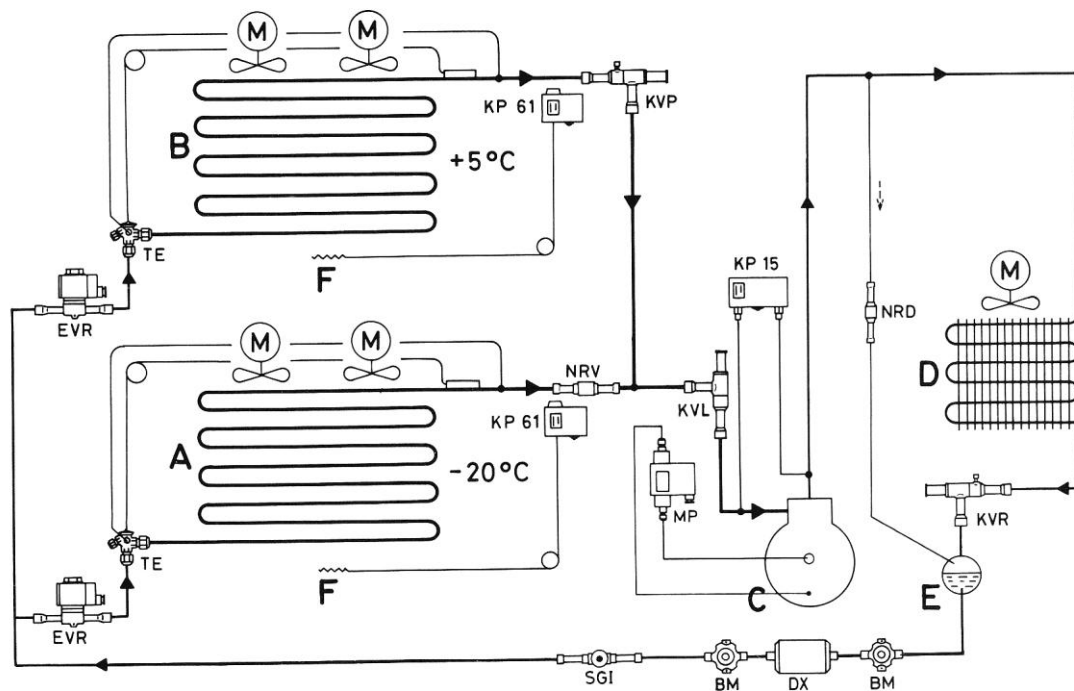
HŰTÉSTECHNIKA ALAPJAI

3. ELŐADÁS

KOMPRESSZOROS HŰTŐGÉPEK SZABÁLYOZÓ, VÉDELMI, ÉS KIEGÉSZÍTŐ ELEMEI



KERESKEDELMI HŰTŐ SZABÁLYOZÁSI RENDSZERE



A – fagyasztó elpárolgató; **B** – hűtő elpárolgató; **C** – kompresszor; **D** – kondenzátor; **E** – folyadékgyűjtő; **F** – termosztát érzékelő; **KP-61** – termosztát; **KVP** – elpárolgási nyomásszabályozó; **TE** – termosztatikus expanziós szelep; **EVR** – mágnesszelep; **NRV** – visszacsapószelep; **KVL** – indítákszabályozó; **KP-15** – nyomáskapcsoló; **MP** – nyomáskülönbség kapcsoló; **KVR + NRD** – kondenzátor/folyadékgyűjtő – nyomásszabályozó; **SGI** – nézőablak; **BM** – elzárószelep; **DX** – szárítószűrő; **M** – ventilátor motor

Az ábra egy olyan kereskedelmi hűtőt mutat, amelynél a fagyasztó (A) és a hűtőtároló közös kompresszorról kerül hűtésre. Az ábra aláírása mutatja a berendezésnél használt szabályozókat. Ezek leírása és méretválasztéka is a **Danfoss** katalógusokban megtalálható. A Danfoss honlapjának elérhetőségét a 12. dia tartalmazza.

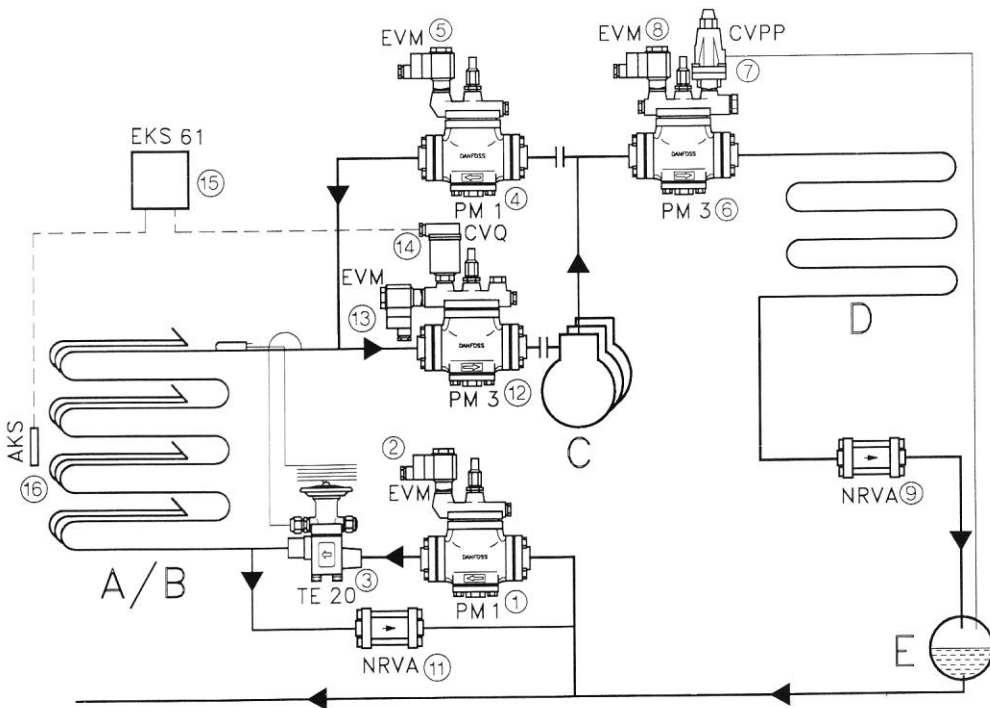
Az „**A**” mélyhűtő – elpárolgató szívó vezetékében „**NRV**” visszacsapó szelep van. Ez akadályozza meg a kompresszor üzemszünetében a hűtőközeg bekondenzálását a mélyhűtőtér hidegebb elpárolgatójába. A „**B**” normáltéri elpárolgató szívóvezetékében „**KVP**” elpárolgási – nyomásszabályozószelep van. A szelep a hűtőtér hőmérséklete alatt 8-10 K-nek megfelelő értéken tartja az elpárolgási nyomást.

A kompresszor előtt beépített „**KVL**” indítákszabályozó az indítási túlterheléstől védi a kompresszor motorját.

Az „**SGI**”, „**BM**” és „**DX**” a rendszer kiegészítő elemei, a hűtőközeg megfigyelésére és a nedvesség kiszűrésére szolgálnak.

A többi elem a későbbiekben bemutatásra kerül.

HŰTŐSZABÁLYOZÁS FŐ- ÉS PILOTSZELEPEKKEL



Főszelep

Folyamatosan mozgó vagy ON-OFF elzáró szelep, amelynek mozgását a pilotszelepek vezérik.

Hűtő üzemmód

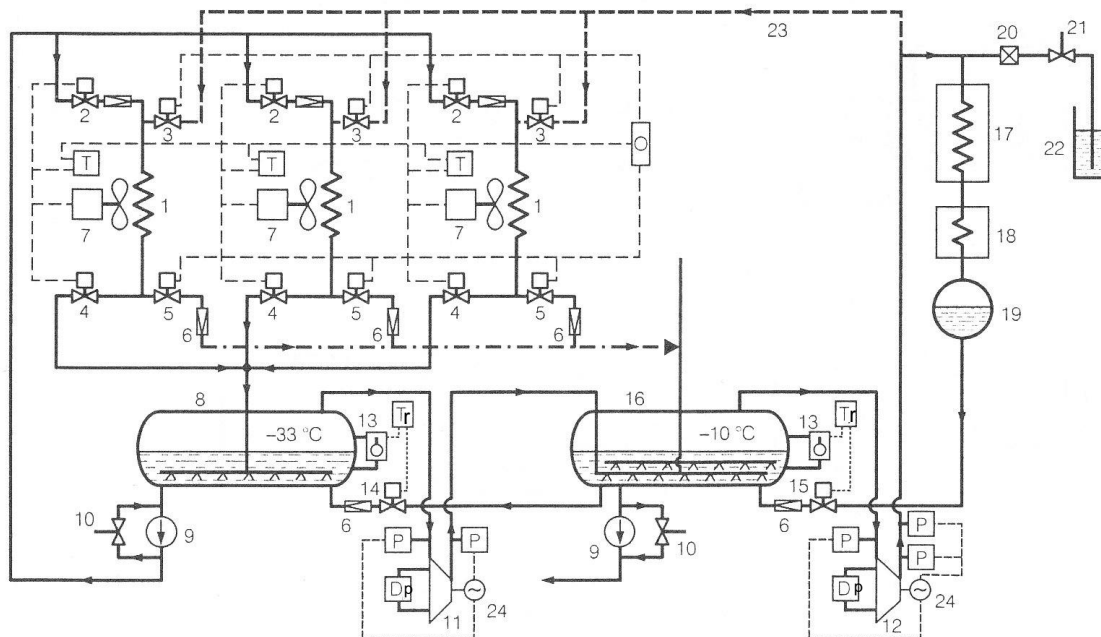
A **PM1** főszelepet (1) az **EVM** vezérlőszelep (pilotszelep) (2) nyitva tartja, ezen keresztül hűtőközeg áramlik a **TE 20** (3) termostikus expanziós szelephoz. Ezt a részt az előző dián az **EVR** és **TE** elemek alkotják. A **PM3** (12) főszelep a lehűtendő levegő hőmérsékletének megfelelően folyamatosan szabályozza az elpárolgási nyomást. Ezt a működtetést a **CVQ** (14) vezérlőszelep szabályozza az **AKS** (16) érzékelőn keresztül az **EKS 61** (15) elektronikus szabályozóval. Utóbbiak az előző dián látható érzékelő (F) és termostát (KP 61) munkáját végzik. Ebben az üzemmódban a (4) **PM1** zárva van.

Leolvasztó üzemmód

Az (1) **PM1**, a (6) és (12) **PM3** zárva vannak. Az **EVM** (5) nyitja a (4) **PM1** főszelepet és a kompresszorból kilépő meleg gázt az elpárolgatóba vezeti a leolvasztáshoz. A leolvasztás alatt a (7) **CVPP (HD)** szeleppel vezérelt (6) **PM3** főszelep elsőbbséget ad a leolvasztásnak. Elegendő nyomáskülönbséget biztosít a meleg gáz és a gyűjtőedény (E) között. A nyomáskülönbség eredményezi, hogy a leolvasztás során lekondenzáló hűtőközeg az **NRVA** (11) visszacsapó szelepen át a folyadékvezetékbe jusson.

A/B – elpárolgató; **C** – kompresszor; **D** – kondenzátor; **E** – folyadékgyűjtő; **PM1** – főszelep **EVM** – mágnesszelepes pilotszeleppel (vezérlőszeleppel); **PM3** – főszelep **EVM** – mágnesszelepes és **CVQ** – hőfokszabályozós pilotszeleppel; **PM3** – főszelep **EVM** – mágnesszeleppel és **CVPP** nagynyomású nyomáskülönbség szabályozó pilotszeleppel; **AKS** – hőmérsékletérzékelő; **EKS 61** – elektronikus hőfokszabályozó; **TE 20** – termostikus expanziós szelep; **NRVA** - visszacsapószelep

HŰTŐHÁZI HŰTÉS SZABÁLYOZÁSI RENDSZERE



Univerzális hűtőház automatizálása

T. termosztát, Tr. transzduktor relé, P. presszosztát, Dp. differenciál presszosztát,

O. olvasztás kapcsoló, 1. elpárolgató, 2. adagoló mágnesszelep, 3. meleggőz-vezeték szelepe, 4. szívó-elzáró automata szelep, 5. kondenzátorleeresztő szelep, 6. kondenztorló szelep, 7. ventilátor, 8. -33 °C folyadékleválasztó, 9. folyadékszivattyú, 10. túlnyomás-áteresztő szelep, 11. alsó fokozatú kompresszor, 12. felső fokozatú kompresszor, 13. úszós folyadékszint-szabályozó, 14. folyadék-adagoló mágnes szelep, 15. folyadékadagoló mágnes szelep, 16. -10 °C folyadékleválasztó, 7. kondenzátor, 18. utóhűtő, 19. folyadékgyűjtő, 20. törőlemez, 21. rugós biztonsági lefúvató, 22. vizes lefúvató tartály, 23. meleggáz-vezeték, 24. elektromotorok

VÁRSZEGI TIBOR

KOMPRESSZOROS HŰTŐGÉPEK
SZABÁLYOZÓ, VÉDELMI ÉS KIEGÉSZÍTŐ
ELEMELI

Az ábra az 1. előadás 7. diáján bemutatott hűtési rendszer „egy részének” szabályozását mutatja be. A két ábrán a szerkezeti részek jelölése eltérő. Mindkét ábra a **meleg gázos leolvasztás** (itt szaggatott vonal), és a **biztonsági lefúvatás** (20-22) elemeit is tartalmazza.

A szabályozó kör hasonló szabályozó elemekből áll, mint, amelyek a 2. dián felsorolásra kerültek, de pontos megnevezésük és jelölésük eltér az ott megadottaktól.

Hűtő (normál) üzemmód

Az elpárolgatók (2 és 4) jelű mágnesszelepei nyitva, a (3 és 5) szelepek viszont zárva vannak, a ventilátorok (7) pedig üzemelnek. Ha a hűtött terek elérik a megengedett legalacsonyabb hőmérsékletet akkor a „T” terem-termosztát a megfelelő elpárolgató ventilátort leállítja és a (2 és 5) szelepeket elzárja..

Leolvasztási üzemmód

Az elpárolgatók dértelenítését az „O” olvasztás kapcsoló vezérli. Lezárja a (2 és 4) mágnesszelepeket és leállítja a ventilátorokat a „T” termosztátokon keresztül. Ezzel egyidejűleg nyitja a (3 és 5) szelepeket. A lekondenzáló meleg gázok a (6) szelepeken át a folyadékgyűjtőbe (16) kerülnek.

KOMPRESSZOR SZABÁLYOZÁSA



Kompresszor hűtőteljesítmény szabályozás: ON-OFF, hengerkiiktatás, gázvisszavezetés, fordulatszám-szabályozás

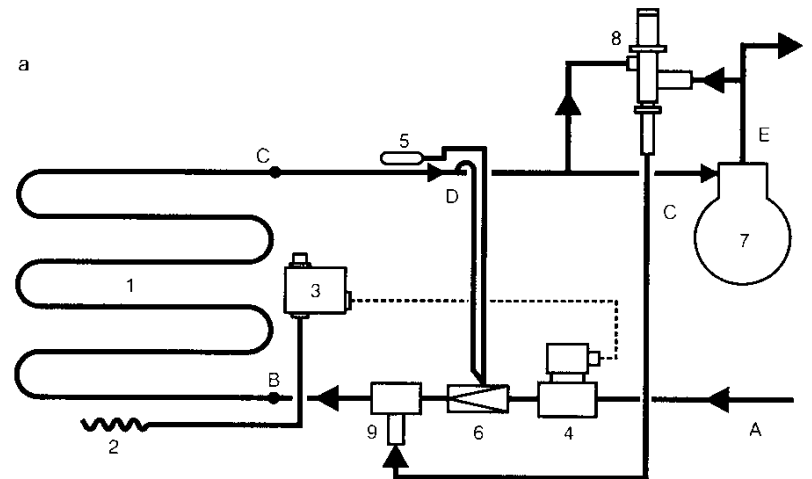
Nyomásvezérelt gázvisszavezetés az elpárologtató felé

Az ON-OFF szabályozás: azt jelenti, hogy több kompresszor alkalmazása esetén (pl. csoportaggregátnál) a hűtőteljesítmény – igény (Q_o) változása esetén egyes kompresszorokat kikapcsolnak, illetve bekapcsolnak.

Hengerkiiktatás: esetén a többhengeres kompresszor egyes hengereinek szívó – és nyomó szelepeit „rövidre zárva” a hengert kiiktatják. Pl. tehermentes indítás elérésére vagy csökkenő hűtőteljesítménynél (Q_o). Egy négyhengeres kompresszor a kiiktatott hengerek számától függően 0, 25, 50, 75 vagy 100 %-on üzemelhet. Ugyanakkor, ilyenkor a hajtóteljesítmény (P) kevésbé csökken, mint a hűtőteljesítmény, ezért a kompresszort célszerű a névleges teljesítménye körül 100 % mellett használni.

Gázvisszavezetés: azt jelenti, hogy az összekomprimált gőz egy részét, a kompresszor nyomóoldaláról visszavezetik a szívóoldalra. Ilyennel találkoztunk a csavarkompresszoroknál (ld. 1. előadás 9. dia). Más megoldásnál szabályozó szelep (8) kerül beépítésre pl. a jobboldali ábra szerint.

Fordulatszám – szabályozásnál: frekvenciaváltóval módosítják a kompresszor motorjának fordulatszámát. A frekvenciát min. és max. kb. 25 és 70 Hz között szabad szabályozni, az olajozás csökkenése és a motor túlmelegedése miatt.



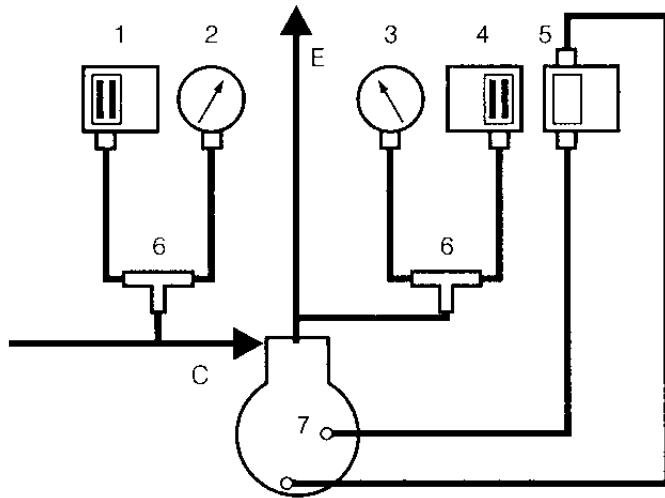
1 – elpárologtató; 2 – termosztát érzékelőpatron; 3 – termosztát; 4 – mágnesszelep; 5 – adagolószelep érzékelőpatron; 6 – adagolószelep; 7 – kompresszor; 8 – külső nyomással vezérelt teljesítményszabályozó; 9 – forrógáz bekeverő

A – folyadék a kondenzátortól; B – folyadék az elpárologtatóba; C – gőz a kompresszorhoz; D – gőz a membránhoz; E gőz a kondenzátorhoz

NYOMÁSKAPCSOLÓK ÉS MÉRŐÓRÁK



Nyomáskapcsolók (presszosztátok) és mérőórák bekötése



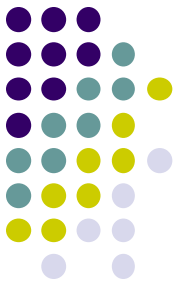
1 – szívóoldali presszosztát; **2** – szívóoldali nyomásmérő óra; **3** – nyomóoldali nyomásmérő óra; **4** – nyomóoldali presszosztát; **5** – differenciál presszosztát; **6** – T-idom; **7** – kompresszor

C – gőz a kompresszorhoz; **E** – gőz a kondenzátorhoz

Az ábrán az (1) presszosztáton (nyomáskapcsolón) beállítható a szívóoldali nyomás minimális értéke. Amennyiben a nyomás erre az értékre csökken a presszosztát (1) kikapcsolja a kompresszort. A 2. előadás 4. diáján leírt „leszívásnál” ez a szerkezet állítja le a hűtőgépet. A nyomóoldali presszosztáton (4) a maximális nyomás állítható be, és ennek kialakulása esetén a nyomásszabályozó szintén kikapcsolja a kompresszort. Ezzel védi a hűtőgépet a túlterheléstől. A 2. dián mutatott KP15 típusú kapcsolónál ez a két szerkezet egybe van építve, azaz mind a szívóoldali, mind a nyomóoldali nyomás beállítására alkalmas. Az (5) elem egy differenciál presszosztát, amely a kompresszor olajozását szabályozza. PI. kényszerolajozásnál olyan nagy különbségnek kell lennie az olajnyomás és a karternyomás között, mint amit az 1. előadás 12. diáján említettünk. Ha a nyomáskülönbség ez alá a beállított érték alá csökken az (5) kapcsoló leállítja a kompresszort.

Az ábra mutatja a szívóoldali (elpárologtatási, p_e), (2) és a nyomóoldali (kondenzációs, p_k), (4) nyomás mérésére szolgáló nyomásmérő órák beépítését is. Az órák – általában - három hűtőközegre mutatják a nyomáshoz tartozó telített hűtőközeg gőzök hőmérsékletét is (T_p és T_k). Ezeket az értékeket kell majd leolvasni az 5. előadásban leírt mérésnél (ld. 5. előadás 3. dia (102) és (103) műszerek). Figyelem! Az órák az abszolút „0” (100% vákuum) értékhez tartozó túlnyomást mutatják!

ELPÁROLOGTATÓK SZABÁLYOZÁSA



Száraz

Kis- és közepes teljesítményű hűtőbútoroknál alkalmazzák. Az elpárolgatóból száraz gőz távozik, ezért a kompresszorhoz közvetlenül kapcsolható. Egyszerű, de rosszabb hatásfokú

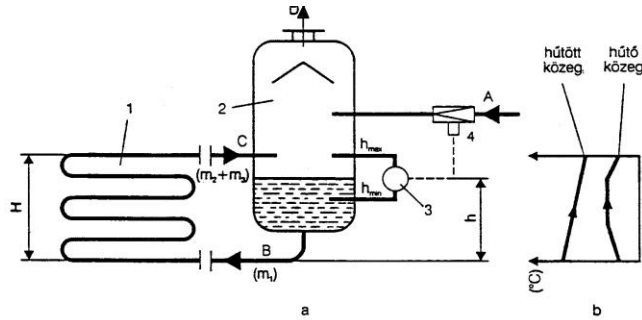
Nedves recirkulációs

Hűtőházi, nagy teljesítményű hűtés, több elpárolgató esetén alkalmazzák. A szivattyú a szükséges hűtőközeg 8-12-szeresét nyomja el az elpárolgatóba. Bonyolultabb, de jobb hatásfokú

Nedves termoszfonos

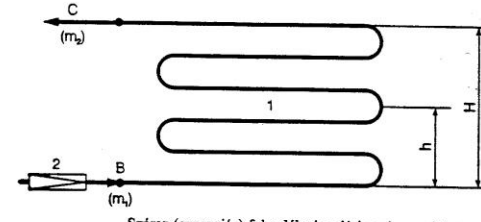
Közepes teljesítményű egyedi hűtő.

Nehezen szabályozható



Nedves, gravitációs elárasztású folyadékadagolási rendszer

(a) a folyadékadagolási rendszer vázlata 1. elpárolgató, 2. folyadékleválasztó (cseppleválasztó) tartály, 3. úszós szintszabályozó, 4. adagolószelvény A – magasnyomású folyadék a kondenzátortól, B – alacsonynyomású hűtőfolyadék az elpárolgatóba, m_1 , C – alacsonynyomású gőz + folyadék keverék a folyadékleválasztó tartályba, $m_2 + m_3$, D – alacsonynyomású gőz a kompresszorhoz (b) hőmérséklet-lefutási görbék

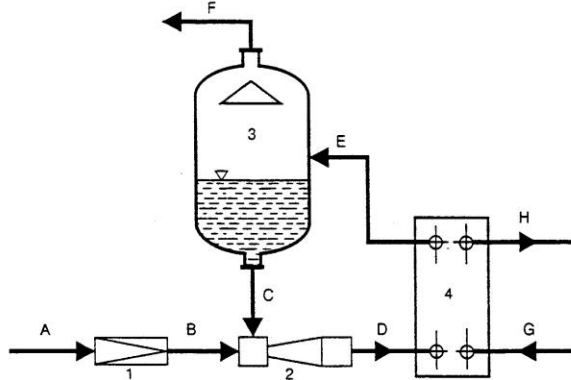


Száraz (expansziós) folyadékadagolási rendszer vázlata

1. elpárolgató, 2. adagolószelvény (termosztikus expansziós adagolószelvény) B – alacsonynyomású hűtőfolyadék az elpárolgatóba, m_1 , C – alacsonynyomású túlhevített gőz (gáz) a kompresszorba, m_2

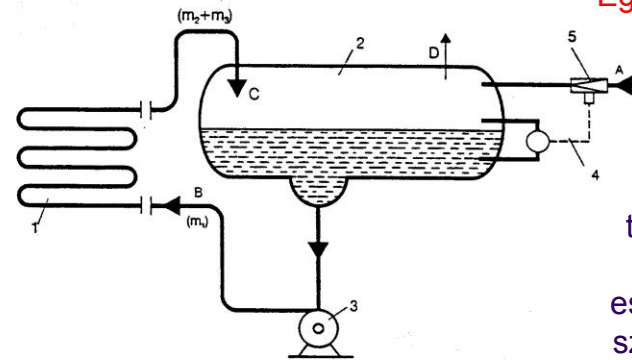
Vegyes

Közepes teljesítményű egyedi hűtő, hűtőbútor.



Vegyes, sugárszivattyús elárasztású folyadékadagolási rendszer vázlata

1. adagolószelvény, 2. folyadékfugár-szivattyú, 3. folyadékleválasztó (cseppleválasztó) tartály, 4. elpárolgató (lemezis hőcserélő), A – magasnyomású folyadék a kondenzátortól, B – alacsonynyomású folyadék az adagolószelvénytől, C – alacsonynyomású folyadék a folyadékleválasztó tartályból, D – alacsonynyomású folyadék az elpárolgatóba, E – alacsonynyomású gőz + folyadék keverék a folyadékleválasztó tartályba, F – alacsonynyomású gőz a kompresszorhoz, G – hűtött közeg be, H – hűtött közeg ki

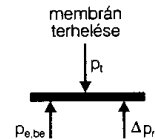
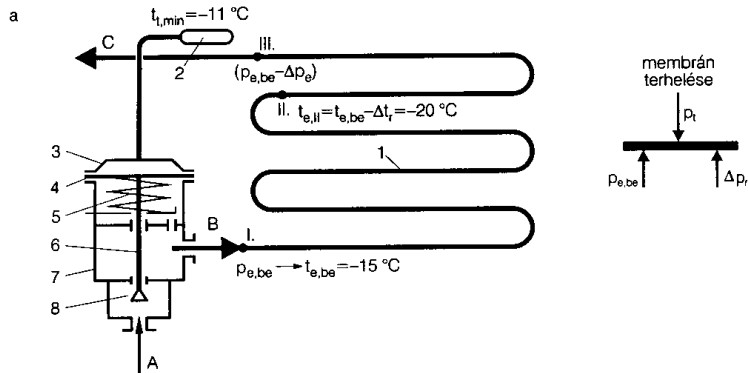
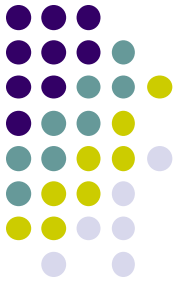


Nedves, szivattyús elárasztású recirkulációs folyadékadagolási rendszer vázlata

1. elpárolgató, 2. folyadékleválasztó (cseppleválasztó) tartály, 3. hűtőközeg (hűtőfolyadék) szivattyú, 4. úszós szintszabályozó, 5. adagolószelvény, A – magasnyomású folyadék a kondenzátortól, B – alacsonynyomású hűtőfolyadék az elpárolgatóba, m_1 , C – alacsonynyomású gőz + folyadék keverék a folyadékleválasztó tartályba, $m_2 + m_3$, D – alacsonynyomású gőz a kompresszorhoz

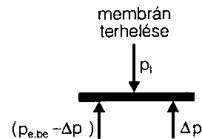
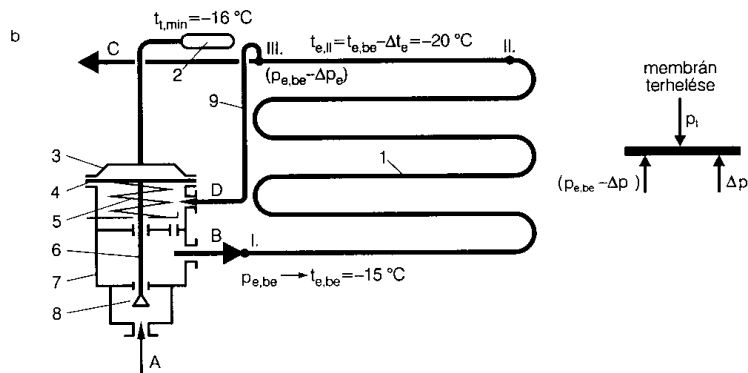
ADAGOLÓSZELEPEK

Termosztatikus adagolószelep (TEV)



a. Belső

b. Külső nyomáskiegyenlítésű szelep



Mindkét eszközt az előző dián látott „száraz” elpárolgatók szabályozására alkalmazzák. Mindkét esetben az ún. „termofej”-hez (3) kapcsoló „érzékelő patron (2)” az elpárolgató kimenő vezetékéhez érintkezik és az ottani hőmérsékletet érzékeli. A patronban általában az alkalmazott hűtőközeggel megegyező töltet van, ami a hő hatására elpárolog, a patronból a termofejbe jut, és a membránra (4) nyomást gyakorol. Ha az elpárolgató terhelése (a hűtőteltjesítmény-igény) nő, a membrán elmozdítja a szelepmozgató rudat (6), nyitja a túszelepet (8), és ezzel több hűtőközeget adagol az elpárolgatóba. Ha az elpárolgató teljesítménye, ezzel együtt a patron által érzékelt hőmérséklet csökken, a membrán az ellenkező irányba mozdul el, zárja a túszelepet, csökkenti a beadagolt hűtőközeg mennyiségét. Mindkét esetben a beadagolt folyadék mennyisége „kicsivel” kevesebb, mint a „szükséges”, ezért az elpárolgatóból „száraz” (túlhevített) gőz távozik. A különbség az, hogy a membrán alatti nyomás a belsőnél az elpárolgató elejéről ($p_{e,be}$) a külsőnél pedig a végéről származik ($p_{e,be} - \Delta p$). Utóbbi az elpárolgató nyomásesésével (Δp) kisebb, ezért ilyenkor a túlhevítési hőmérséklet is kisebb, az elpárolgató „száraz” szakasza (II-III.) rövidebb, azaz a hőcserélő kihasználtsága jobb. Ezért a „relatíve nagyobb” berendezéseknél utóbbit (külső) használják.

- 1** – elpárolgató; **2** – érzékelő patron; **3** – termofej; **4** – membrán; **5** – rugó; **6** – szelepmozgató rúd; **7** – szelepház;
- 8** – túszelep; **9** – külső nyomáskiegyenlítő vezeték;
- I-II.** – expanziós elárasztású szakasz; **II-III.** – túlhevítéses szakasz

- A** – folyadék a kondenzátortól; **B** – folyadék az elpárolgatóba;
- C** – gőz a kompresszorhoz; **D** – gőz a membránhoz

ELEKTRONIKUS ÉS ÚSZÓS ADAGOLÓ



Elektronikusan működtetett expanziós szelep

Az előző dián látott TEV feladatát látja el „száraz” elpárolgatóknál. Ennél az elpárolgató elején és végén egy „ellenállás hőmérő” érzékeli a hőmérsékletet, amelyek egy differenciál termosztáthoz kapcsolódnak és ez szabályozza az expanziós folyadékadagoló szelepet. A rendszer több előnnyel rendelkezik: pl. kevesebb energiát használ fel.

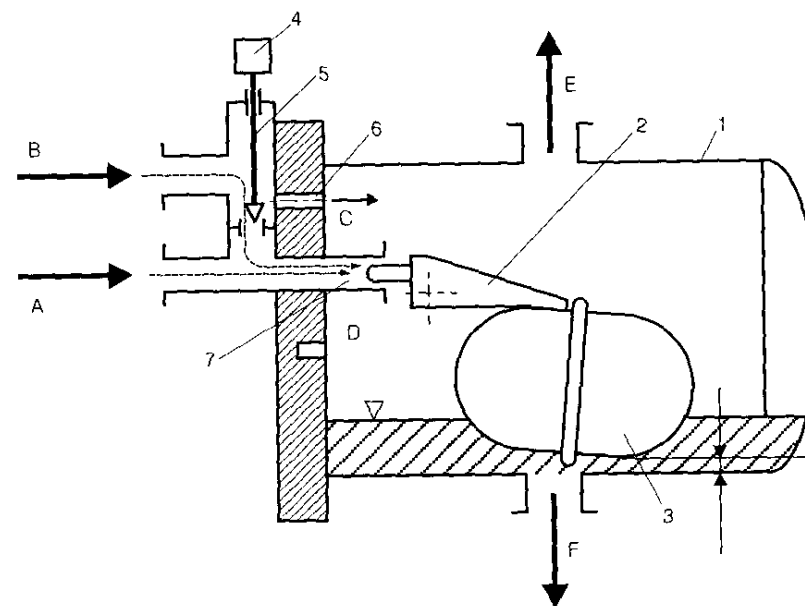
Elektronikus expanziós szelep

A folyadékgyűjtő és a kompresszor szívóoldala közötti nyomást, ezzel együtt az elpárolgató folyadékadagolását szabályozza. A nyomás függ: (1) – az elpárolgató kapacitásától, (2) – az elektronikus expanziós szelep nyomásesésétől, (3) – az utóhűtéstől, (4) – az elpárolgató hőmérséklettől (T_e). Ezek alapján kell meghatározni az expanziós szelep méretét.

Úszós adagoló

Nedves elpárolgatóknál a hűtőközeg folyadék beadagolása a folyadékleválasztóba vagy az elpárolgató vezetékébe történik. Ehhez használható az ábrán is látható mechanikus úszószabályozó. A kondenzátor felől érkező folyadék a túszelepen (5) és a fúvókán (7) át jut az úszóházba (1). A (7) nyitását és zárását – a folyadékszinttől függően - a (3) úszó szabályozza. A folyadék az „F” csonkon át távozik a folyadékleválasztó vagy az elpárolgató felé.

Mechanikus úszószabályozó

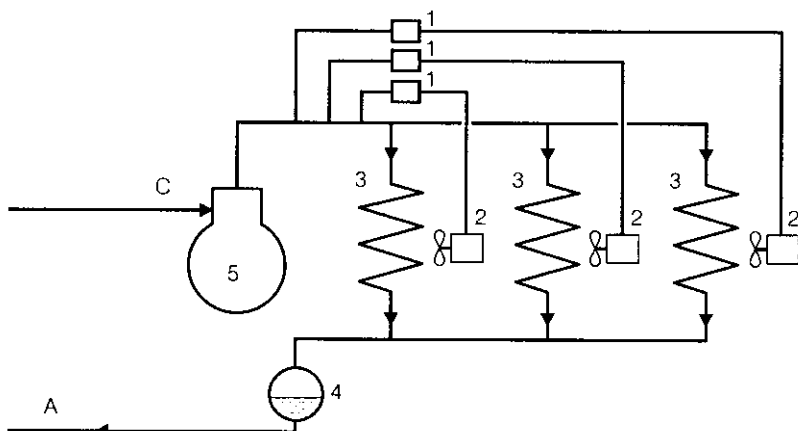


- 1 – úszóház; 2 – szögemelő; 3 – úszó; 4 – kézi állítógomb; 5 – elfojtó túszelep; 6 – csavar; 7 – fúvóka
A – folyadék a kondenzátortól, párhuzamos üzem; B – folyadék a kondenzátortól, soros üzem; C – adagolófurat; D – zsákfurat;
E – szívóvezetékhez, vagy a folyadékleválasztóhoz; F – folyadékleválasztó vagy az elpárolgató felé

KONDENZÁTOROK SZABÁLYOZÁSA



Kondenzátorok ventilátorainak be- és kikapcsolása

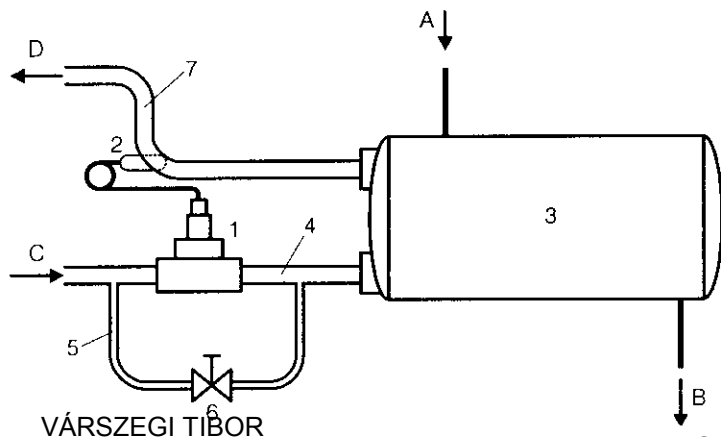


1 – kondenzátor nyomásszabályozó
2 – ventilátor; 3 – kondenzátor; 4 –
folyadékgyűjtő; 5 – kompresszor

A – folyadék az adagolószelephez;
C – gőz a kompresszorhoz

Az első ábra a léghűtéses kondenzátorok (3) ventilátorainak (2) kikapcsolását mutatja. Amennyiben a hűtőteltjesítmény (Q_o), valamint a környezeti hűtőlevegő hőmérséklete csökken, a nyomáskapcsolók (1) érzékelik a kondenzációs nyomás csökkenését és kikapcsolják a kondenzátor ventilátorait, ezzel csökkentik annak teljesítményét.

Termosztikus vízszabályozó szelep



1- termostatikus vízszabályozó szelep; 2 – a szelep érzékelője; 3 – vízűtéses kondenzátor; 4 – hűtővíz be; 5 – kerülővezeték; 6 – vízcsap

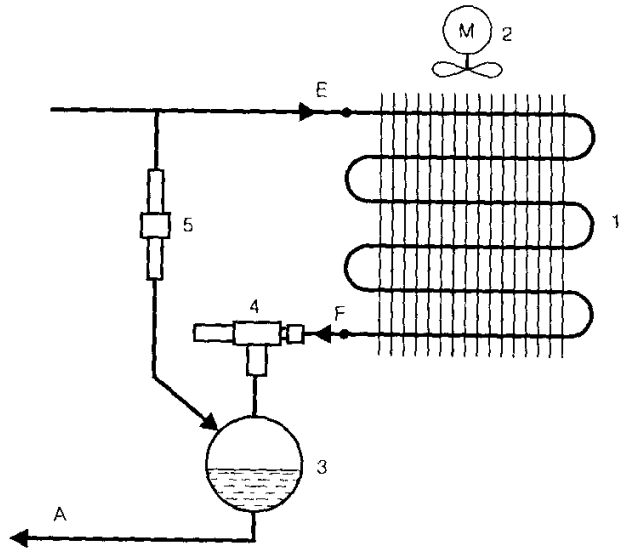
A – gőz a kompresszortól; B – folyadék a kondenzátortól; C – hűtővíz be; D - hűtővíz ki

A második ábra vízűtéses kondenzátor (3) hűtővizének szabályozását szemlélteti. Ha csökken a kondenzátor igénybevétele a vízszabályozó szelep (1) érzékelője (2) alacsonyabb hőmérsékletet érzékel és csökkenti a bemenő hűtővíz (4) mennyiségét. Ha a teljesítmény nő ellentétes folyamat játszódik le. A vízűtéses kondenzátort fagyásvédelemmel is el kell látni!

KONDENZÁTOR TÉLI-NYÁRI ÜZEM



Kondenzátor és folyadékgyűjtő nyomásának szabályozása



1 – kondenzátor; 2 – ventilátor; 3 –
folyadékgyűjtő; 4 – kondenzátor
nyomásszabályozó; 5 –
folyadékgyűjtő nyomásszabályozó

A – folyadék az adagoló szelephez; E
– gőz a kondenzátorhoz; F folyadék a
kondenzátortól

A léghűtéses kondenzátorokat általában a szabadban, illetve fűtetlen helyiségekben állítják fel. Téli üzemben (alacsony hőmérsékletű hűtőlevegő, illetve alacsony hűtőtéljesítmény esetén) a kondenzátor (1) és a folyadékgyűjtő (3) nyomása lecsökken, így a folyadékvezetéken (A) át alacsony nyomású (és hőmérsékletű) folyadék jut az adagoló szelephez. Ebben az esetben a hűtőközeg folyadékban buborékok maradnak, továbbá a kondenzációs (p_k) és az elpárologtatási nyomás (p_e) „csekély különbsége” miatt az elpárologtató termikus expanziós folyadékadagoló szelepe (ld. 2. és 8. dia) nem működik megfelelően. Ezért a kondenzátorban, folyadékgyűjtőben, és folyadékvezetékben mindig megfelelő nyomást és hőmérsékletet (legalább : kb. 15 °C) kell fenntartani. Erre a célra szolgál a kondenzátor és folyadékgyűjtő nyomásszabályozó (4 és 5) beépítése. Ezek a 2. dián is láthatók (NRD+KVR szelepek). A kondenzátor nyomásszabályozó szelep (4) lényegében egy elzáró szelep, amely csökkenti a lekondenzálódott folyadék kifolyását a kondenzátorból. Ezáltal a kondenzátor „feltelik” folyadékkal, a kondenzáló felület lecsökken, így a kondenzációs nyomás és hőmérséklet (p_k és T_k) megnő. A folyadékgyűjtő nyomásszabályozó szelep (5) a kondenzátor elöl meleg gázt vezet a folyadékgyűjtőbe, így növeli a hőmérsékletet és a nyomást a folyadékvezetékben (A), a szükséges szintre.

GYÁRTÓK, FORGALMAZÓK



EQUINOXE KFT. – www.equinoxe.hu

SOÓS & TÁRSA HŰTÉSTECHIKAI ZRT – www.soos.hu

LINDE GÁZ MAGYARORSZÁG ZRT – www.lindegas.hu

MESSER HUNGAROGÁZ KFT – www.messer.hu

BITZER KÜHLMASCHINENBAU GmbH – www.bitzer.at

JOHNSON CONTROLS INT. KFT (YORK) – www.york.hu

GÜNTNER-TATA HŰTÉSTECHNIKA KFT. – www.guentner.hu

EMERSON CLIMATE TECHNOLOGIES – www.emersonclimate.com

DANFOSS MAGYARORSZÁG – www.danfoss.com/hungary

INFORMÁCIÓFORRÁSOK

Fridgetech UK Ltd – www.fridgetech.com/software/, CoolPack

IPU TECHNOLOGY DEVELOPMENT – www.ipu.dk, CoolPack

Technical University of Denmark – www.dtu.dk/English.aspx

Várszegi T. 2009. **Élelmiszer-ipari technológiák és gépek.** SZIE, Gödöllő. Egyetemi jegyzet.

Beke Gy. 2001. **Hűtőipari Kézikönyv I. és II.** Mezőgazda Kiadó, Budapest. Szakkönyv.

Jakab Z. 2001. **Kompresszoros hűtés I. és II.** Magyar Mediprint Szakkiadó Kft., Budapest. Szakkönyv.