



Völgyi Lajos

Hogyan működnek a besűrítők?

**NSZFI**
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:
Erjedés- és boripari nyersanyag-feldolgozás

A követelménymodul száma: 0562-06 A tartalomlelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-006-30

HOGYAN MŰKÖDNEK A BESŰRÍTŐK ?

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Ön egy üzemlátogató csoportot vezet, egy látogatói kérdésre el kell magyaráznia, hogy mit nevezünk bepárlásnak, besűritésnek, mi a hőtani alapja, milyen elemekből épül fel egy bepárló test, hogyan kapcsolhatjuk a bepárlókat?

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

1. A bepárlás alapjai.

A besűrités, bepárlás művelete, az élelmiszeriparban gyakran előforduló hőigényes művelet. **E művelet lényege tulajdonképpen egy szétválasztás, mégpedig anyag szétválasztás, amit nem mechanikus módon, hanem hőenergia felhasználásával oldunk meg.** Elvben ide tartozik a lepárlás és szárítás is. A bepárlást ezektől az különbözteti meg, hogy itt oldatok szétválasztásáról van szó. Két, vagy több anyag folyékony halmazállapotú elegyét akkor nevezzük oldatnak, ha közülük az egyik alkotórész (komponens) gőztenziója (illékonyabb) sokkalta nagyobb – és pedig nagyságrenddel nagyobb – mint a másiké, többieké. Ezt az alkotót szokták nevezni oldószernek, az oldatba foglalt többi alkotórészt pedig oldott anyagnak.

Az oldat tehát áll:

- Oldószerből
- Oldott anyagból

Az oldószer legtöbbször tiszta víz.

A bepárlás olyan szétválasztó művelet, melynél az illékonyabb alkotót, az oldószert legtöbbször forralással távolítjuk el az oldatból. A bepárlás során keletkezett gőzök majdnem teljesen csak a tiszta oldószer gőze, szemben a lepárlásnál nyert gőzökével, ahol a gőzök lekondenzálása után, az éppen létrehozni kívánt, értékes terméket, párlatot kapjuk. Lepárlásnál az elegy alkotóinak gőztenziója egymáshoz közel áll.

Bepárlásnál a hangsúly az oldat töményítésén van, és mint visszanyerhető anyag értékesek.

Meg kell jegyezni, hogy az oldatok nemcsak forralással töményíthetők. Szabad folyadékfelületen mindaddig megfigyelhetünk egy felszíni gőzölgési (párolgási) jelenséget, amíg a folyadékfelszín feletti gáz nincs telítve a folyadékból képződött gőzökkel.

A párolgáshoz szükséges hőt a folyadék a környezetéből vonja el. Vannak nyitott szabad folyadékfelületű bepárló üstök, melyeket gőzfűtéssel (köpeny, vagy csőkígyó) látnak el, és így gondoskodnak a hő hozzávezetéséről.

A párolgáson alapuló bepárlás, besűrités lényegesen kisebb szerepet játszik, mint a forralásos bepárlás.

Forralás alatt, szemben a párolgással, valamely folyadéktömeg belsejéből kiinduló, gőzbuborék képződéssel egybe kötött elpárologtatást értjük.

A bepárlás célja lehet, mint azt korábban említettük az oldat töményítése. Ez tehát lehet **besűrités, amikor a hígabb oldatból sűrűbbet állítunk elő, de a művelet az oldat telítettségi határa alatt folyik le, vagyis az oldat nem telített, még kevésbé túltelített.** Az elpárlandó vízmennyiség (W) számítható, ha ismerjük a híg oldat szárazanyag tartalmát (S_1) és mennyiségét G , valamint, hogy milyen szárazanyag tartalomra akarunk besűriteni (S_2). Akkor

$$W = G \times \left(1 - \frac{S_1}{S_2}\right)$$

Amikor szilárd anyagot akarunk az oldatból kinyerni, a határt túllépjük. Ezt az esetet a kristályosításnál használják.

A bepárlás ipari jelentősége igen nagy, lúgok sóoldatok, szerves anyagok bepárlása egyaránt fontos, de az élelmiszeripar számtalan területén használják.

A bepárlásnál, előnyei miatt legtöbb esetben gőzfűtést használnak, de alkalmaznak közvetlen alátüzelést is.

Némely államban, ahol olcsó a villamos energia, különleges esetekben villamos fűtésű bepárlókat is alkalmaznak.

2. A bepárlás hőtani alapfogalmai.

Forrás, forráspont

A folyadékmolekulák állandó, rendezetlen hőmozgásban vannak. Mindig arra törekszenek, hogy a folyadékfelületet áttörve, a folyadék feletti térbe távozzanak, vagyis elpárologjanak.

Ezzel ellentétes hatás, hogy a folyadékmolekulák egymás közötti vonzereje és a folyadék felszínére ható nyomás ezt gátolja.

Ha a folyadékot melegítjük a molekulák hőmozgása egyre erőteljesebbé válik, nő a folyadék belső gőznyomása, és amikor ez eléri a külső tér nyomásának nagyságát, a vízmolekulák elszakadnak a folyadékfelszíntől, a külső térbe jutnak, a folyadék forni kezd.

Azt a hőmérsékletet, amelyen a forrás bekövetkezik, forráspontnak nevezzük.

A forráspont tehát függ:

- A molekulák egymás közti vonzerejétől, ami az illető anyag anyagi minőségére jellemző.
- A folyadékfelszínre ható nyomás mértékétől. Túlnyomáson magasabb, vákuum esetén pedig alacsonyabb hőmérsékleten forrnak a folyadékok. Ez a bepárlás nyomásviszonyainak meghatározásakor lényeges szempont, mivel a különböző élelmiszeripari termékeknek más és más a hő tűrő képessége.
- A készülékben lévő lé oszlop magasságától, mivel a magasság függvényében is változik a nyomás. A besűrítendő anyag szárazanyag (sűrűsége) tartalmától. Az oldatokban az oldott anyag is gátolja az oldószer párolgását, mivel az oldószer és az oldott anyag részecskéi között is van vonzás. A forráspont megemelkedik, és ez a **forráspont emelkedés** annál nagyobb minél magasabb a lé oszlop és minél jobban besűrítettük az oldatot. Ez az emelkedés a bepárlás szempontjából veszteséget okoz, mivel csökkenti a fűtőgőz és forráspont közti hőfokkülönbséget.

3. Hőátbocsátás a fűtőfelületen keresztül

A forrást biztosító fűtőközeg és a besűrítendő oldat közt egy hőcsere megy végbe. Ez a folyamat a bepárló (csöves, vagy lemezes) fűtőfelületének falán keresztül valósul meg, vagyis a hőenergia a fűtőfelület falának közvetítésével jut a besűrítendő folyadékba. **Ez a folyamat a hőátbocsátás.**

A hő át bocsátás leegyszerűsítve a következő részfolyamatokból áll:

- Hőátadás a fűtőanyagról a fűtőfelületre
- Hővezetés a falon keresztül
- Hőátadás a falról a folyadékra.

A három részfolyamat együtt, egy időben játszódik le, így az időegység alatt átadott hőmennyiség (**Q**) mindegyik esetben azonos.

A fűtőfelületen át bocsátott hőmennyiség (**Q**) arányos a fűtőfelülettel (**F**), a fűtőanyag és a besűrítendő lé hőmérséklete közötti különbséggel (**Δt**) és az idővel (**h**).

$$Q = k \times F \times \Delta t \times h$$

Ahol a **Q** = a **h** idő alatt át bocsátott hőmennyiséggel (**k**),

h= idő (óra)

k = a hő át bocsátási tényezővel, ami kifejezi, hogy milyen és mekkora ellenállás gátolja a hő átadását ($W/(m^2 \times K)$), azaz 1 m^2 felületen 1°C hőmérséklet különbség hatására 1 óra alatt át bocsátott hőmennyiség.

HOGYAN MŰKÖDNEK A BESŰRÍTŐK?

F = fűtőfelület, (m²)

Δt = a két oldal közti hőmérséklet különbség (K) (Kelvin)

A **k** hő átbecsátási tényező az egyes részfolyamatokra jellemző és a hőátadási, illetve hővezetési tényezők között a következő összefüggés áll fenn:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_f} + \frac{1}{\alpha_o} + \frac{1}{\frac{\lambda}{\delta}}$$

Ahol:

α_f = hőátadási tényező a fűtőfelület oldaláról

α_o = hőátadási tényező a falról az oldalra

λ = fűtőfal hővezetési tényezője

δ = fűtőfal vastagsága

A hőátbecsátási tényező széles határok között mozoghat. Függs a besűrítendő anyagtól, a besűrítők kiképzésétől, a fűtőközegtől. Ezeket az értékeket általában, az egyes élelmiszeripari ágazatoknál használt készülékekre, kísérletileg meghatározták, és a készülékgyártók az adott feladatok elvégzésére kész ajánlatokat adnak.

4. A fűtőfelület anyagai

A készülékek fűtőfelülete különböző anyagokból készülhet. Lényeges szempont, hogy jó hővezető képességgel rendelkezzen, megfelelő szilárdságú legyen, korrózióálló legyen, agresszív oldatok esetén pl. saválló, könnyen tisztítható legyen, ne legyen hajlamos lerakódás képződésre, és elfogadható áron legyen beszerezhető.

Különböző anyagok hővezető képességét az alábbi táblázat mutatja:

Az anyag neve	Hővezető képesség W/(m ² ×K)
Vörösréz	350
Sárgaréz	87-116
Acél	50

A fűtőfelület különböző vastagságú csövekből, vagy lemezekből készülhet. Minél vékonyabb a falvastagság, annál kisebb ellenállást jelent a hő árammal szemben, viszont annál kisebb a szilárdsága, rövidebb idő alatt tönkre megy.

5. Lerakódások

A fűtőfelület mindkét oldalán lerakódások keletkezhetnek. A lerakódásoknak igen rossz a hővezetési tényezője és jelentősen lerontják a bepárlók hő átbocsátási tényezőjét.

A lerakódásra való hajlam bizonyos mértékig a csövek anyagától is függ, a sárgaréz, vagy nemes acélból készült csövek sokkal tovább megőrzik sima felületüket, mint a normál acélcső. Ha cső felülete érdes, akkor a kiálló szemcsék, mintegy elemi kristálygócot képeznek, ezzel elősegítve a lerakódások keletkezését. A megtapadt lerakódásgócok folyamatosan növekednek, míg végül beborítják a csőfalat, ami a használat során egyre vastagabb lesz.

A lerakódások megelőzésére, mértékük csökkentésére több módszer lehetséges.

Aktív módszer, amikor a technológiát úgy vezetjük, hogy az oldatban lerakódásra hajlamos anyagok oldatban maradjanak, vagy az iparágra kikísérletezett és engedélyezett lerakódás gátlót adagolunk.

Passzív módszer a már kialakult lerakódások eltávolítása.

A passzív módszer lehet fizikai, amikor tisztító eszközökkel (kaparók, kefék, nagynyomású vízszugár, stb.) mechanikusan távolítjuk el a lerakódásokat, vagy kémiai, amikor a lerakódást oldó vegyszerekkel végezzük a tisztítást. A passzív módszer esetén a bepárlókat üzemben kívül kell helyezni, és kémiai tisztítás során a munka és egészségvédelmi előírásokat szigorúan be kell tartani.

6. A fűtőközeg hatása a bepárlásra

A bepárlás során legtöbbször gőzt alkalmazunk. Ennek előállítására legtöbbször vizet használunk. A vizet először forráspontig melegítik, majd ezen a hőmérsékleten gőzzé alakítják. **1 kg 100 °C – s víznek 100 °C – gőzzé** alakításához **2260 kJ** hőmennyiség szükséges. Azt, hőmennyiséget, amely 1 kg forráspontig felmelegített víznek – változatlan nyomás mellett – azonos hőfokú gőzzé alakításához szükséges, **párolgáshőnek** nevezzük. Ez a hőmennyiség tüzelőanyag elégetésével, vagy villamos energia befektetésével állíthatjuk elő. Ezt a gőzt vezetjük a bepárló, besűrítő készülék fűtőterébe. Mivel a besűrítendő oldat hidegebb, ha nem melegítettük elő, vagy közel azonos a gőz hőmérsékletével, ha előmelegítettük, de a gőz minden esetben hidegebb felülettel kerül érintkezésbe, melyen lecsapódik és felszabadul az a hőmennyiség, melyet korábban a gőzzé alakításhoz befektettünk, vagyis **2260 kJ**, amit **lecsapódási, vagy kondenzációs hőnek** nevezünk. Ez a hőmennyiség, ha a veszteségektől eltekintünk ismét alkalmas 1 kg forráspontján lévő víz elpárlására. Ebből következik, hogy **a bepárlóban 1 kg gőzzel 1 kg vizet lehet elpárologtatni**. A lecsapódott gőz, melyet kondenzvíznek nevezünk, a fűtőfelület falán egy vékony réteget képez, melyen a hő csak hővezetéssel jut át, plusz ellenállást képez, növeli a bepárlási veszteséget, ezért a fűtőkamrából el kell vezetnünk. Ellenkező esetben a fűtőkamra feltelik kondenzvízzel és megszűnik a hőátadás. A víz lefolyásának sebessége függ a fűtőfelület kialakításától is.

A kondenzvíz levezetését a bepárlóból, ha nyomáskülönbség van a fűtőtér és a gyűjtőtartály között, nyomásmegszakító kondenzedénnyel biztosítjuk. Üzemeltetés szempontjából vegyük figyelembe, hogy a felhasznált gőzökben különféle gázok is találhatóak, mivel a felhasznált víz nem vegytiszta folyadék. A fűtőgőz tartalmazhat a levegőből felvett oxigént, nitrogént, és ha többfokozatú bepárló állomást használunk (lásd később), a besűritett oldatból származó egyéb gázokat (ammónia, széndioxid stb.). Ezek a gázok általában a gőztérben uralkodó nyomáson nem kondenzálódnak (cseppfolyósodnak), ezért ezeket **nem kondenzálódó gázoknak** nevezzük. A nem kondenzálódó gázok a fűtőfelületen (fűtőkamrában) feldúsulnak, ha nem vezetjük el, kitöltik a fűtőtérrel, ezzel megakadályozzák, hogy a gőz a fűtőfelülettel érintkezzen és a hőátadás végbe menjen.

Gyakorlatilag romlik a bepárló teljesítménye, a szükséges besűrités nagyobb energiát igényel, gazdaságtalanná válik. A bepárlás során biztosítani kell a nem kondenzálódó gázok elvezetését. Ezek egy része távozik a kondenzvízzel, míg a többi részét a fűtőkamra középső és felső részén kialakított vezetékek segítségével kell biztosítani. Ezeket a vezetékeket szabályzó szelepekkel kell ellátni, hogy csak a nem kondenzálódó gázok távozzanak, felesleges gőzvezetés ne történjen.

7. A besűritendő lé hatása a bepárlásra

A besűritendő lé oldalon a lé áramlásos hőcsere útján melegszik fel. A fűtőfelület falával érintkező lé részecskék átveszik a hőt a fűtőfelülettől, majd továbbítják a teljes lé térfogatba. Minél intenzívebb a lé áramlása, annál több folyadék részecske érintkezik a fűtőfelülettel, annál több hő kerülhet a teljes lé térfogatba. Az erőteljes áramlás biztosítja, hogy minél több hő ne vezetéssel (a lé részecskék között) terjedjen tovább, hanem a fűtőfelülettel történő közvetlen hőátadás útján.

A lé áramlása elősegíthető egyrészt az erőteljes melegítéssel, másrészt megfelelő intenzív szivattyús keringtetéssel. A bepárlóban kialakuló lé szintjének is jelentős szerepe van. Alacsony lé szint esetén nem nedvesedik megfelelően a fűtőfelület, és a lével kevésbé érintkező felületre az oldat ráég, ami egyrészt káros technológiai szempontból, másrészt a lerakódások szempontjából. A magas lé szint viszont forráspont emelkedést okoz, ami korábbiak szerint hővesztést okoz.

8. Hőmérséklet különbség hatása a bepárlásra

A fűtőfelület két oldala között megfelelő nagyságú hőmérsékletkülönbségnek kell lennie. Minél nagyobb ez a különbség, annál hatékonyabb a hő áramlása. Nagyobb különbséget, egyrészt a fűtőgőz hőmérsékletének emelésével, vagy a lé hőmérsékletének csökkentésével lehet elérni. A fűtőgőz hőmérsékletének emelését korlátozza a besűritendő anyag hőérzékenysége, valamint a besűritett oldat forráspontja.

9. Fűtőfelület nagyságának szerepe

A fűtőfelülettel egyenesen arányos az átadott hőmennyiség. Ennek nagyságát egyrészt gazdaságossági, másrészt gyártástechnológiai korlátok határozzák meg.

10. A bepárlás által okozott kémiai változások

A bepárlás során, egyrészt az általuk elvárt fizikai változás következik be, az oldat a kívánt mértékre sűrűsödik be, másrészt a hő hatására kémiai változások is bekövetkezhetnek. Éppen ezért a bepárlás körülményeit mindig úgy kell megválasztani, hogy csak olyan kémiai változások következhessek be, melyek a termék előállításának előírt minőségét biztosítják.

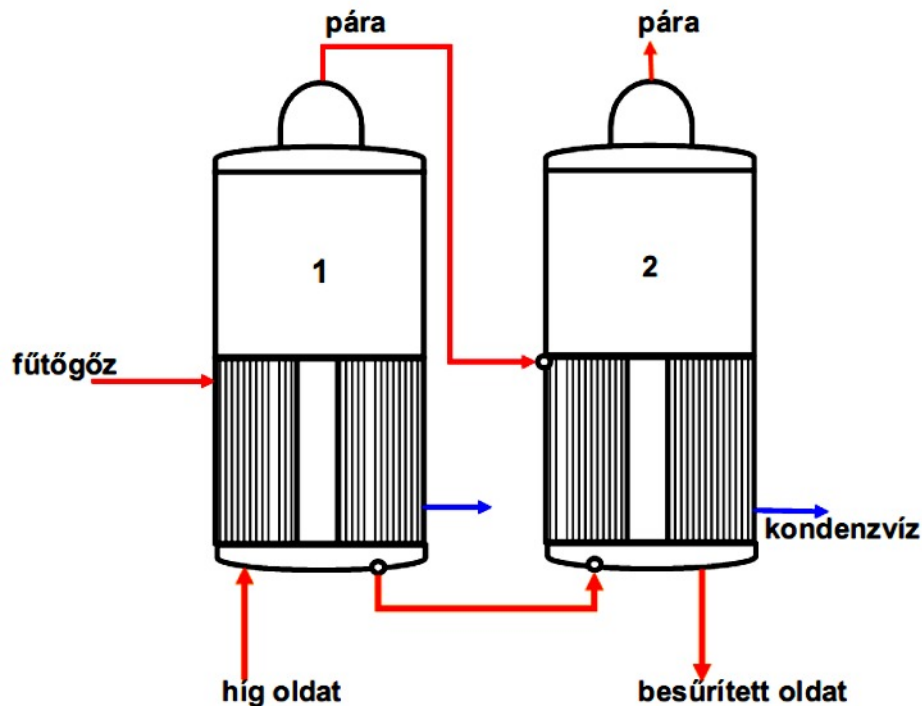
A nem megfelelő hatás lehet például színromlás, a termék pH-jának megváltozása, az oldat egyes anyagainak elbomlása, nem oldódó anyagok kiválása, a lerakódások növekedése.

11. A bepárlás végrehajtása, készülékei és azok felépítése, és kapcsolása.

Bepárlók csoportosítása energetikai szempontból.

- A keletkezett párákat a szabadba vezetjük, a keletkezett pára elveszik.
- A keletkezett párákat kondenzátorra vezetjük, a keletkezett pára visszanyerhető.
- A keletkezett párákat fűtés céljából tovább vezetjük (egy másik bepárló fűtőterébe).

Egy bepárló testben 1 kg fűtőgőzzel, ha a veszteségektől eltekintünk 1 kg pára nyerhető. Ez a pára felhasználható további fűtésre. A legegyszerűbb kivitele ennek az úgynevezett kétfokozatú, vagy kétfokozatú bepárló elrendezés.

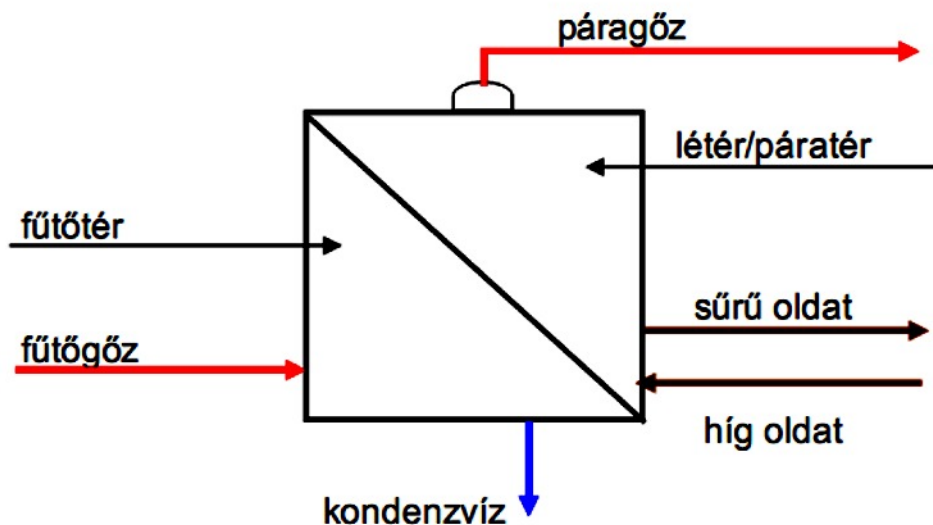


1. ábra Kétfokozatú bepárló

Az 1. számmal jelölt első készüléket friss gőzzel fűtjük, míg a 2. számmal jelölt készüléket az 1. testben képződött párával. Természetesen a 2. készülékben képződött párát is tovább vihetjük egy következő készülék fűtésére. Így nyerjük az úgynevezett többfokozatú bepárlókat. Két testes bepárlónál így 1 kg víz elgőzölögtetéséhez 1/2 kg fűtőgőz kell (ha a veszteségektől eltekintünk). Három testnél a gőzfogyasztás 1/3-ra csökken és így tovább. A testek száma azonban vég nélkül nem szaporítható, mivel a hőátadást, mint azt korábban láttuk, a fűtőgőz és az oldat közti hőmérséklet különbség (Δt) határozza meg, a hő mindig a melegebb helyről a hidegebb felé áramlik. Egy bepárló állomásra vonatkozó teljes hőfokesést az első fokozatba bevezetett gőz hőmérséklete, és az utolsó testben lévő besűritett oldat forráspontja közti különbség határozza meg. Az utolsó testekben a besűritett oldat szárazanyag tartalma és viszkozitása határozza meg a forráspontot, ami a különböző termékeknél más és más. Ugyanígy az első fokozatba bevezetett gőz hőmérsékletét is megszabja a besűritendő anyag hőérzékenysége.

Bepárló rendszerek.

A bepárlók jelképes jelölése:



2. ábra Bepárlók jelképes jelölése

Bepárlók kapcsolása:

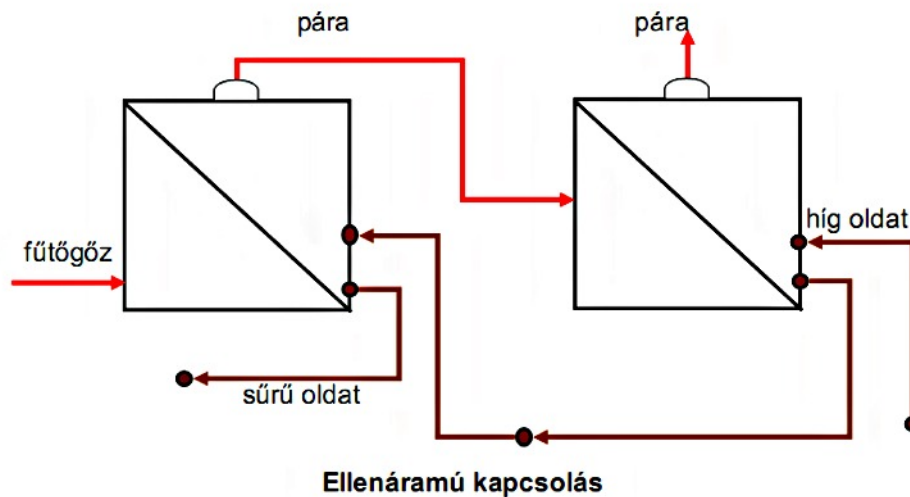
A lé és gőz haladási irányát tekintve a bepárló testek összekapcsolása a következő lehet:

- Ellenáramú
- Egyenáramú

HOGYAN MŰKÖDNEK A BESŰRÍTŐK?

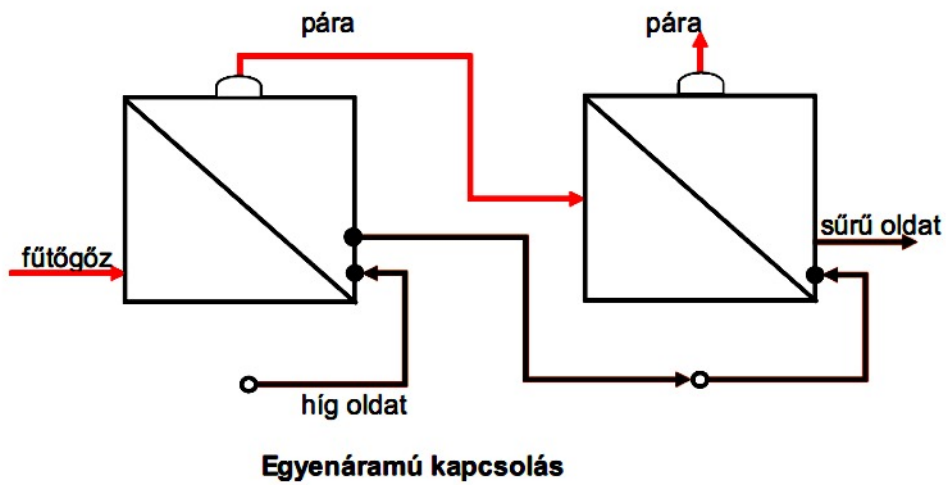
- Párhuzamos kapcsolás

Az ellenáramú kapcsolásnál a legtöményebb (legsűrűbb) anyag találkozna a legmelegebb gőzzel, ami a hőérzékeny anyagoknál technológiai problémákat okozhat (bomlás, színeződés stb.).



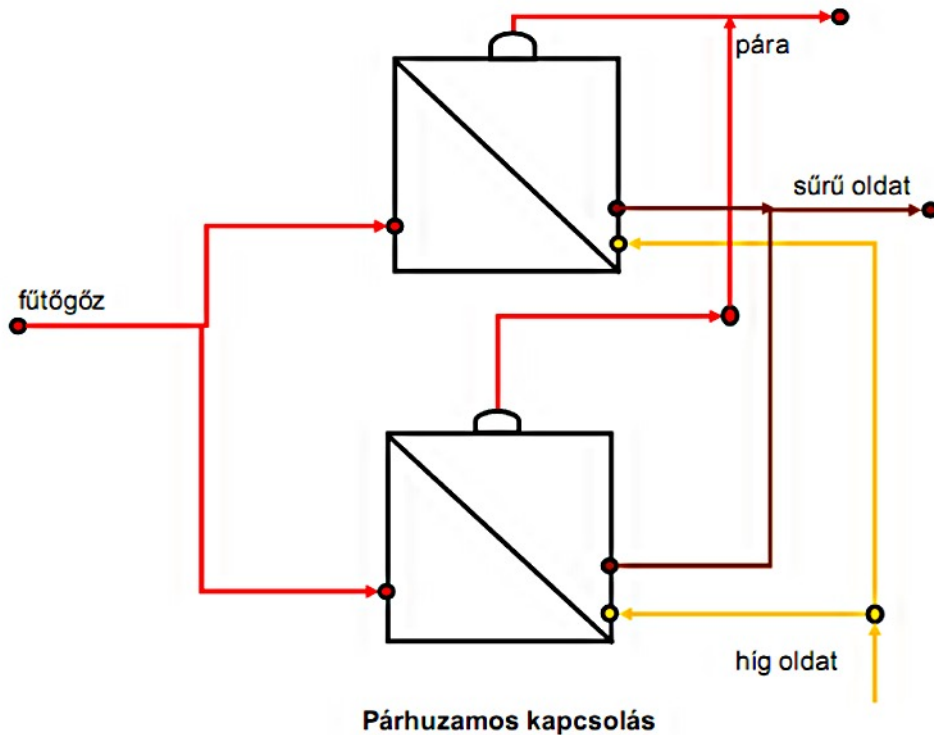
3. ábra Ellenáramú kapcsolás

Egyenáramú kapcsolás esetén a fenti probléma nem jelentkezik, a leghígabb anyag találkozik a legmelegebb fűtőgőzzel.



4. ábra Egyenáramú kapcsolás

Párhuzamos kapcsolást alkalmazhatunk egy – egy fokozatban, ha az egy bepárló test mérete túl nagy lenne, vagy meglévő kisebb készülékeknél, kapacitásbővítés miatt az adott fokozatban nagyobb fűtőfelületre van szükség.



Párhuzamos kapcsolás

5. ábra Párhuzamos kapcsolás

Bepárlók osztályozása nyomás szempontjából:

- Nyomás alatti bepárló állomás, a fokozat minden tagja atmoszférikus nyomás felett van.
- Vákuum alatti bepárló rendszer, a rendszer vákuum alatt van, a páragőzők csak kismértékben hasznosíthatók alacsony hőfokuk miatt.
- Vegyes nyomású bepárló rendszer, az első fokozatokban nyomás van a páratérben, az utolsó fokozatban pedig kismértékű vákuum.

Páragőzők hasznosítása.

Mint azt korábban tárgyaltuk a páragőzőkkel lehet fűteni egy bepárló állomás egyes fokozatait. Ezek a páragőzők azonban nem csak a bepárló fűtésére alkalmasak, hanem a technológiai folyamatban az egyes technológiai folyamatokhoz, reakciókhoz szükséges hőfokok előállítására hőcserélők közbeiktatásával. Ebben az esetben a keletkezett páragőzőknek csak egy részét hasznosítjuk a bepárlók fűtésére, másik részét elveszük a hőcserélők fűtésére. Természetesen egy többfokozatú bepárló állomás esetén mindig abból a fokozatból vesszük el, ahol a páragőző hőmérséklete éppen megfelelő a hőcseréhez.

Az ilyen bepárlást **többfokozatú elvételes bepárlásnak** nevezzük. Ennek kialakítása, anyag és gőzforgalmának számítása mindig az iparágra jellemző.

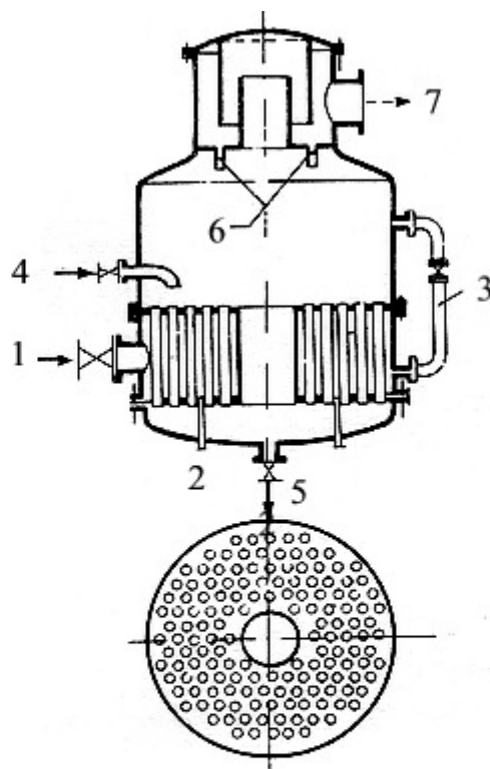
12. Bepárló készülékek típusai, felépítésük és műszereik.

Bepárló típusok.

A bepárlók két fő részből állnak, fűtőtestből és lé, vagy páratérből. A fűtőtér és páratér lehet egybeépített, de léteznek külön építésűek is. A fűtőtestek régebben csököteges fűtőtestek voltak, ezek egyik legrégebbi képviselője a Róbert típusú bepárló, melyet az élelmiszeripar számtalan területén alkalmaztak. A készüléken belüli áramlást (cirkulációt) a fűtőcsöveknél nagyobb átmérőjű úgynevezett ejtőcsövekkel biztosították, melyeknek elhelyezése lehetett belső és külső is. Ez a cirkuláció azonban szabálytalan, a lé egy része a nélkül távozhat, hogy a cirkulációban részt venne, míg a másik része többször is részt vesz a cirkulációban. A fejlődés során, a hőátadás javítására, megjelentek a hosszú csövű (kúszófilmes) bepárlók (Kestner), melyeknél csövekben egész vékony folyadékfólia alakul ki, a gőzbuborékok könnyen felszabadulnak, megnő a bepárló teljesítménye. Ezeket a bepárlókat éppen ezért folyadékfóliás, vagy film-bepárlónak is nevezik. Ezekben a lé csak egyszer halad át, nincs cirkuláció. Továbbfejlesztett változataik a többjáratú bepárlók, amikor egy fűtőtesten belül több járatot képeznek ki, úgy, hogy a lé mindegyiken csak egyszer halad át. Később megjelentek a kényszer cirkulációs bepárlók, ahol szivattyúk segítségével, biztosították a cirkulációt. Készülnek olyan bepárlók, ahol a fűtőcsöveken belül elhelyezett úgynevezett perdítő elemekkel szabják meg a folyadékfilm vastagságát és az áramlás sebességét. Ezeket nevezik gyorsbepárlóknak, melyek szintén a kényszeráramlású bepárlókhoz tartoznak.

A bepárlókban, a lé oszlop magasságából kialakuló forrpontnövekedés megszüntetésére alakultak ki az esőáramú bepárlók, amikor a levet a bepárló felső részében elhelyezett speciális lé elosztó segítségével osztják el úgy, hogy az összes csőben folyamatos legyen a lé nedvesítő hatása. A folyadék lefelé áramlik, lé oszlop nem alakul ki. Ezeket a bepárlókat különösen az utolsó fokozatokban célszerű alkalmazni, ahol a nagy sűrűség miatt a lé oszlop magasságából jelentős forrpontemelkedés alakul ki. Ma már gyártanak lemezes fűtőtérű bepárlókat, melyeket például meglévő csöves bepárló mellé beépítve, fűtőfelület növelésre is fel lehet használni, páratérként a meglévő bepárló páratere használható. Iparáganként számtalan bepárló készüléket használnak, a cél mindig, hogy a besűrítendő anyag fizikai, kémiai tulajdonsága a legkedvezőbb legyen.

Alábbi képen néhány bepárló típus látható



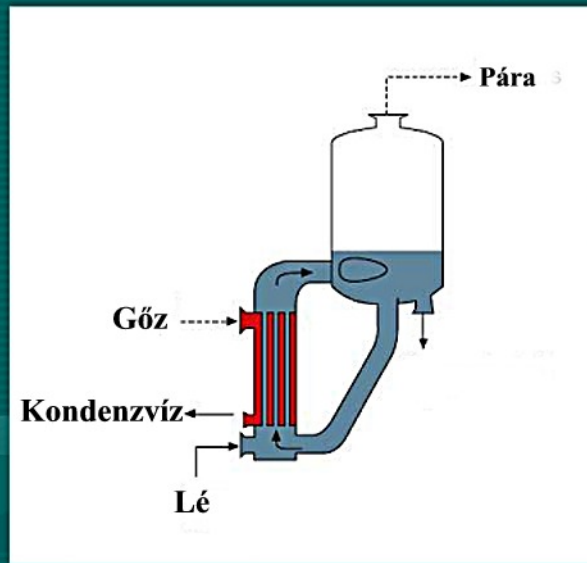
1 fűtőgőz bevezetés, 2 kondenzátum elvezetés, 3 légtelenítő
4 besűrítendő oldat bevezetés, 5 sűrítmény elvezetés, 6 cseppfogó és csepp
visszavezető, 7 páragőz kilépés

Robert-rendszerű bepárló

6. ábra Róbert bepárló felépítése¹

¹ <http://www.vegyelgеп.bme.hu/download.php?ctag=download&docID=88> (2010-09-15)

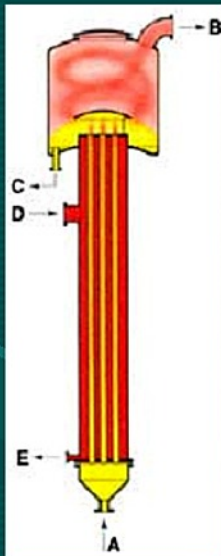
Természetes keringésű külső fűtőkamrás bepárló



7. ábra Külső fűtőterű bepárló²

²http://oktatas.ch.bme.hu/oktatas/konyvek/vegymuv/VM_Torzsz/Manager/VeBi_BSc/hocsere-beparlas_vebibsc.pdf (2010-07-10)

Kúszófilmes bepárló

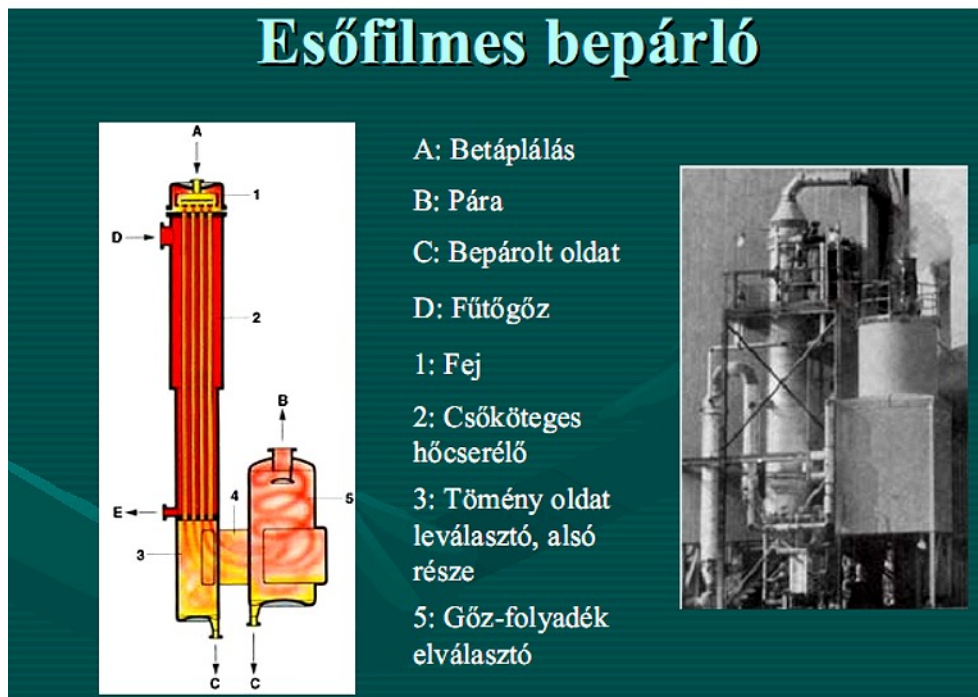


- A: Betáplálás
- B: Gőz
- C: Koncentrátum
- D: Fűtő gőz
- E: Kondenzátum



A.H. Lundberg Associates, Inc.

8. ábra Kúszófilmes bepárló³



9. ábra Esőfilmes bepárló⁴

Bepárlók szerelvényei.

A fűtőtestek el vannak látva gőzbevezető csomaggal, melyen egy a készülék lezárását biztosító fix elzáró szerkezet van, valamint egy szabályzó szelep, mely az elpárlást szabályozza. A fűtőtest alsó részén kell elhelyezni a kondenzvíz elvezető csomagt, melyhez egy kondenzvíz leválasztó csatlakozik (kondenz edény). A kondenzvíz vagy a szabadba kerül elvezetésre, vagy gyűjtőedénybe kerül és hőtartalma hasznosítható. A fűtőkamrán még a nem kondenzálódó gázok elvezetésére vannak kialakítva szelepekkel ellátott csomagt. A nem kondenzálódó gázokat vagy a szabadba vezetjük, vagy összegyűjtve hőcserélőben hasznosíthatók.

A pára, vagy létéren vannak a hígabb, és sűrűbb oldat elvezetésére szolgáló zárószerkezettel ellátott csomagt, valamint a készülék legalsó pontján a készülék leürítésére szolgáló leeresztő csomagt. A készülékek felső részén a páraelvezetés előtt általában beépítésre kerül egy cseppfogó, melynek számtalan változata ismert, lényege, hogy a páragőz ne vigye magával az értékes besűritett oldatot. Ennek különösen akkor van jelentősége, amikor a páragőzt tovább hasznosítjuk.

4

http://oktatas.ch.bme.hu/oktatas/konyvek/vegymuv/VM_Torzs/Manager/VeBi_BSc/hocserere-beparlas_vebibsc.pdf (2010-09-15)

A páraelvezetés zárószerkezettel ellátott csonkon történik. A készülékeket el kell látni úgynevezett búvó nyílással, ami a karbantartáshoz és tisztításhoz szükséges, valamint a műszerek csatlakozását biztosító szerelvényekkel. Ezen kívül, az egyes iparágakban egyéb speciális célt szolgáló csonkok lehetnek (a tisztítószer beadagolására, egyéb segédanyag adagolására stb.).

A bepárló állomások utolsó fokozatában termelődő párát vagy a szabadba vezetjük, vagy lecsapatjuk, cseppfolyósítjuk. Erre szolgáló berendezések a kondenzátorok, melyek lehetnek felületi kondenzátorok (vízszintes csőköteges hőcserélők, vagy keverő kondenzátorok, ahol a gőz a hűtővízzel közvetlenül érintkezik, keveredik).

A bepárlók jelentős részénél a fűtő és páratér karimás kötéssel csatlakozik egymáshoz. A két rész között tömítés biztosítja a megfelelő zártságot. Ugyan így a csatlakozó csővezetékek elzáró szerelvényei is karimás kötések, megfelelő tömítéssel.

A bepárló műszerezettsége.

A jó és hatékony működés feltétele a bepárló műszerezettsége, illetve a benne zajló folyamat szemrevételezési lehetősége.

Nézőablak: a páratéren helyezkedik el, több szinten egymás felett. Az ablak állapota, tisztasága jelzi például a lerakódások megindulását.

- Lé állás mutató: Róbert típusú bepárlóknál használható.
- Lé szint szabályzó: Mivel a technika fejlődésével, ma már egy bepárló állomást is folyamatirányító számítógép vezérel, szükséges, hogy az egyes készülékek automatikus lé szint szabályozással legyenek ellátva. Ez különösen fontos a mai modern bepárló készülékeknél.
- Hőmérők: A bepárló fűtő és páratere el van látva hőmérővel, mellyel a szükséges ellenőrzések elvégezhetők. A hagyományos higanyos hőmérők mellett beépített hő érzékelők lehetővé teszik a hőmérsékleti adatok központi vezérlő rendszerhez való csatlakozását.
- Nyomásmérők: A létér és páratér is el van látva nyomásmérőkkel, a kezelő ezek segítségével ellenőrizheti az adott készülékben a nyomásviszonyokat, összehasonlítható a lé és fűtőtér nyomása, az adott készülékben a nyomásesés, a következő fokozat fűtőtere és az előző páratere közti nyomásvesztés, melyeket az irányítás során fel lehet használni. A nyomásérzékelők adatai szintén bevezethetők az irányító, vezérlő rendszerbe.
- Korszerű berendezésekben, a fokozatok után automata sűrűség mérők vannak beépítve, melyek folyamatos tájékoztatást adnak a besűrités állapotáról. Régebben az egyes fokozatokon kiépített mintavételi helyekről vett minta helyszíni, vagy laboratóriumi vizsgálatával állapították meg a sűrűséget.
- pH mérő: Ha szükséges, például pH változás következik be, ami elkerülendő, akkor a kapott adatok alapján a kezelő be tud avatkozni (megelőző technológiai eltérés korrigálása, vagy valamilyen segédanyag adagolása a pH érték helyes értékének beállítására).

13. A bepárlási hőveszteségek.

A bepárlók és a hozzá kapcsolódó csővezetékeknek szigeteltnek kell lennie. Ennek vastagságát nem lehet korlátlanul növelni, tehát egy bizonyos mennyiségű sugárzási veszteség lép fel. Karbantartás során törekedni kell arra, hogy a megbontott szerkezeti elemeken lévő szigetelések helyreállításra kerüljenek. Veszteség lép fel a nem kondenzálódó gázok elvezetésénél, mivel ezeket a biztonság érdekében úgy kell beállítani, hogy egy kisebb mennyiségű gőz is távozzon. Ma már vannak olyan eljárások, hogy ezeket az elvezetéseket (bepárlókról, hőcserélőkről) összegyűjtik, és egy alkalmas hőcserélővel, a technológiában, melegítésre használják. Veszteség lép fel az összekötő vezetékek elzáró szerelvényein is, ezek helyes kialakítása főként tervezői feladat. Veszteség az utolsó fokozatból a szabadba engedett páragőz is. Ha kondenzátort alkalmazunk, (felületi, vagy keverős) és a lecsapatott páráviz, valahol melegítésre használható, a pára veszteség csökkenthető.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1.

Tanulmányozza a "Szakmai Információtartalom" fejezetet. Adjon választ a következőkre:

- Mik a besűrités alapjai?
- Vázolja a bepárlás hőtani összetevőit!
- Rajzolja le a bepárlók kapcsolási lehetőségeit!
- Hogyan tudunk energiát megtakarítani a bepárlók kapcsolásával?

2.

Szakmai gyakorlat során ismerkedjen meg az iparágban alkalmazott bepárló típusokkal.

3.

Tanulja meg a bepárlók kezelését, felhasználva ezen berendezések műszaki leírását, kezelési utasítását, valamint a folyamatra vonatkozó technológiai utasításokat. Az ismeretek alapján végezze el a következő feladatokat:

- A szaktanár által megjelölt berendezés (bepárló) be és kifogása a technológiai folyamatból.
- A berendezés technológiai utasítás szerinti üzemeltetése, a mérőműszerek által mutatott értékek értelmezése.

4.

Vegyen részt egy berendezés karbantartásában, tisztításában, tanulja meg a legfontosabb műveletek elvégzésének sorrendjét, a tisztításhoz szükséges anyagokat, munka és védőeszközöket. Az ismeretek alapján végezze el a következő feladatokat:

HOGYAN MŰKÖDNEK A BESŰRÍTŐK?

- Egy tisztításra kifogott bepárlóhoz készítse/készíttesse oda a szükséges anyagokat, munka és védőeszközöket.

MEGOLDÁS

1.

A művelet lényege tulajdonképpen egy szétválasztás, mégpedig anyag szétválasztás, amit nem mechanikus módon, hanem hőenergia felhasználásával oldunk meg. Olyan szétválasztó művelet, melynél az illékonyabb alkotót, az oldószert legtöbbször forralással távolítjuk el az oldatból, és a hígabb oldatból sűrűbbet állítunk elő, de a művelet az oldat telítettségi határa alatt folyik le, vagyis az oldat nem telített, még kevésbé túltelített.

2.

A bepárlás hőtani összetevői.

Ha a folyadékot melegítjük a molekulák hőmozgása egyre erőteljesebbé válik, nő a folyadék belső gőznyomása, és amikor ez eléri a külső tér nyomásának nagyságát, a vízmolekulák elszakadnak a folyadékfelszíntől, a külső térbe jutnak, a folyadék forni kezd. A forrást biztosító fűtőközeg és a besűritendő oldat közt egy hőcsere megy végbe. Ez a folyamat a bepárló (csöves, vagy lemezes) fűtőfelületének falán keresztül valósul meg, vagyis a hőenergia a fűtőfelület falának közvetítésével jut a besűritendő folyadékba. Ez a folyamat a hő átbecsátás. A fűtőfelületen átbecsátott hőmennyiség (Q) arányos a fűtőfelülettel (F), a fűtőanyag és a besűritendő lé hőmérséklete közötti különbséggel (Δt) és az idővel (h).

$$Q = k \times F \times \Delta t \times h$$

Q = a h idő alatt átbecsátott hőmennyiség (kJ),

k = a hőátbecsátási tényező, ami kifejezi, hogy milyen és mekkora ellenállás gátolja a hő átadását (W/(m²×K))

F = fűtőfelület, (m²)

Δt = a két oldal közti hőmérséklet különbség (K) (Kelvin)

A k hő átbecsátási tényező az egyes részfolyamatokra jellemző

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_f} + \frac{1}{\alpha_o} + \frac{1}{\frac{\lambda}{\delta}}$$

α_f = hőátadási tényező a fűtőfelület oldaláról

α_o = hőátadási tényező a falról az oldatra

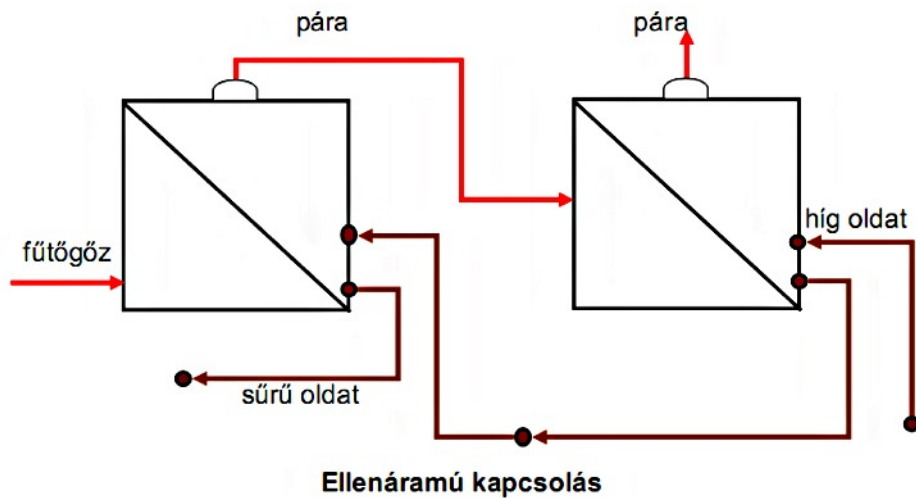
λ = fűtőfal hővezetési tényezője

HOGYAN MŰKÖDNEK A BESŰRÍTŐK?

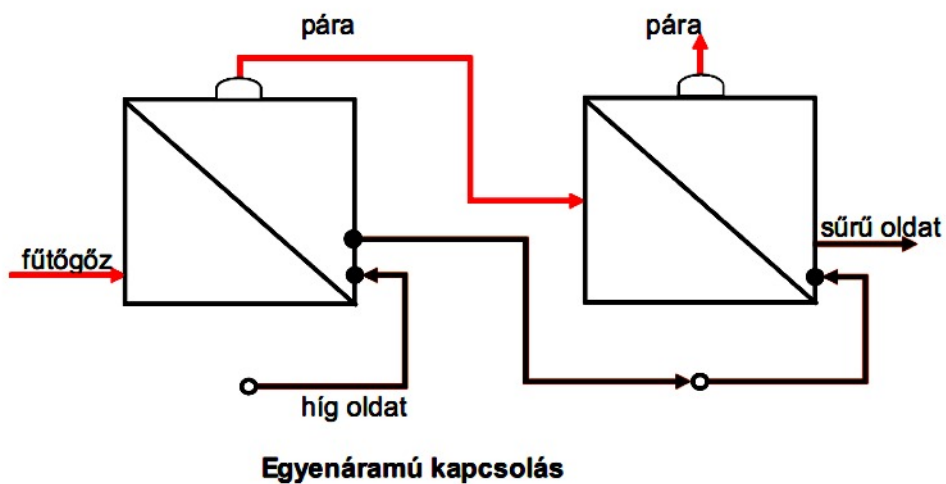
δ = fűtőfal vastagsága

3.

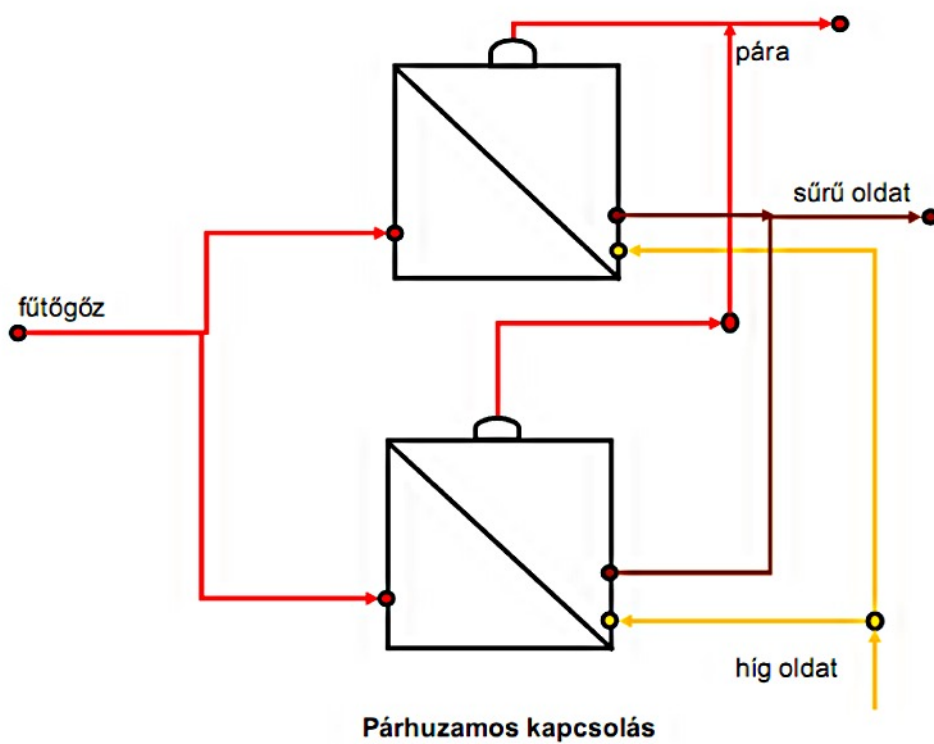
Bepárlók kapcsolása.



10. ábra Ellenáramú kapcsolás



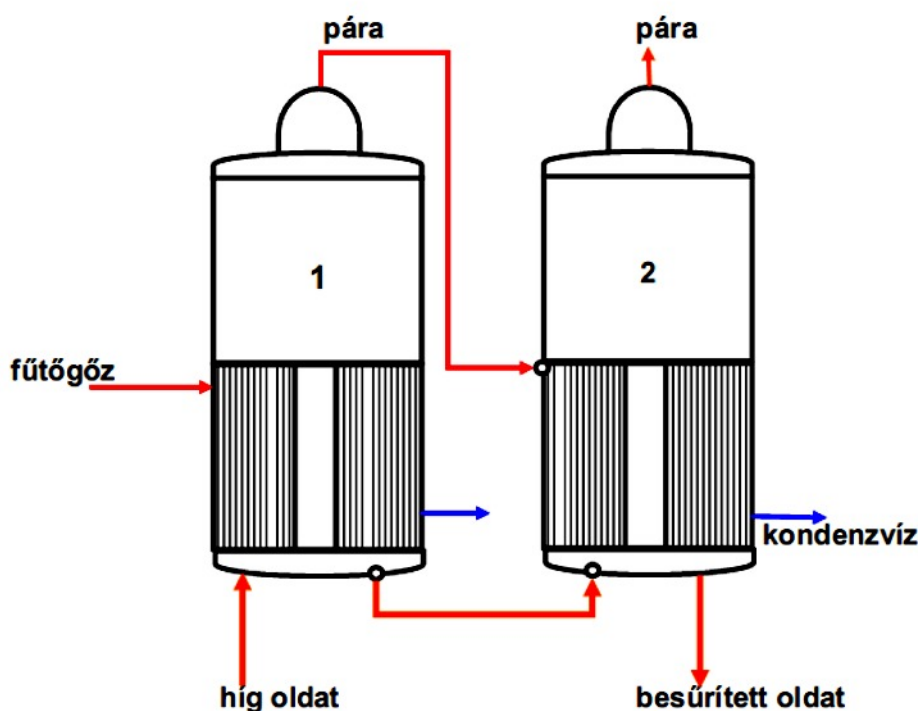
11. ábra Egyenáramú kapcsolás



12. ábra Párhuzamos kapcsolás

Energia megtakarítás a bepárlók összekapcsolásával érhető el. Egy bepárló testben 1 kg fűtőgőzzel, ha a veszteségektől eltekintünk 1 kg pára nyerhető. Ez a pára felhasználható további fűtésre. A legegyszerűbb kivitele ennek az úgynevezett kétfokozatú, vagy kéttetes bepárló elrendezés (lásd Kép 8). Az 1. számmal jelölt első készüléket friss gőzzel fűtjük, míg a 2. számmal jelölt készüléket az 1. testben képződött párával. Természetesen a 2. készülékben képződött párát is tovább vihetjük egy következő készülék fűtésére. Így nyerjük az úgynevezett többfokozatú bepárlókat. Két testes bepárlónál így 1 kg víz elgőzölögtetéséhez 1/2 kg fűtőgőz kell (ha a veszteségektől eltekintünk). Három testnél a gőzfogyasztás 1/3-ra csökken és így tovább. A testek száma azonban vég nélkül nem szaporítható, mivel a hőátadást, a fűtőgőz és az oldat közti hőmérséklet különbség (Δt) határozza meg, a hő mindig a melegebb helyről a hidegebb felé áramlik.

Egy bepárló állomásra vonatkozó teljes hőfokesést az első fokozatba bevezetett gőz hőmérséklete, és az utolsó testben lévő besűrített oldat forráspontja közti különbség határozza meg. Az utolsó testekben a besűrített oldat szárazanyag tartalma és viszkozitása határozza meg a forráspontot, ami a különböző termékeknél más és más. Ugyanígy az első fokozatba bevezetett gőz hőmérsékletét is megszabja a besűrítendő anyag hőérzékenysége. Ha az utolsó fokozat páráját (vákuumpára) is alacsony hőmérséklete ellenére is fel tudjuk használni a technológiai folyamatban valamilyen hőcserélő fűtésére (előmelegítésre), akkor további energia megtakarítás érhető el.



13. ábra Bepárlók kapcsolása

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Számítsa ki, ha a veszteségektől eltekintünk, hogy egy kétfokozatú bepárló állomáson mennyi gőzt kel felhasználni 2000kg/h 15% szárazanyag tartalmú oldat 60% szárazanyag tartalomra történő besűritéséhez?

MUNKANYELV

2. feladat

Sorolja fel egy bepárló készülék főbb részeit, szerelvényeit, műszereit!

MUNKANYELV

HOGYAN MŰKÖDNEK A BESŰRÍTŐK?

3. feladat

Sorolja fel az ismert bepárló típusokat és röviden jellemezze őket!

MUNKANYAG

4. feladat

Értelmezze a bepárlás során keletkezett hő veszteségeket!

MUNKANYAG

HOGYAN MŰKÖDNEK A BESŰRÍTŐK?

5. feladat

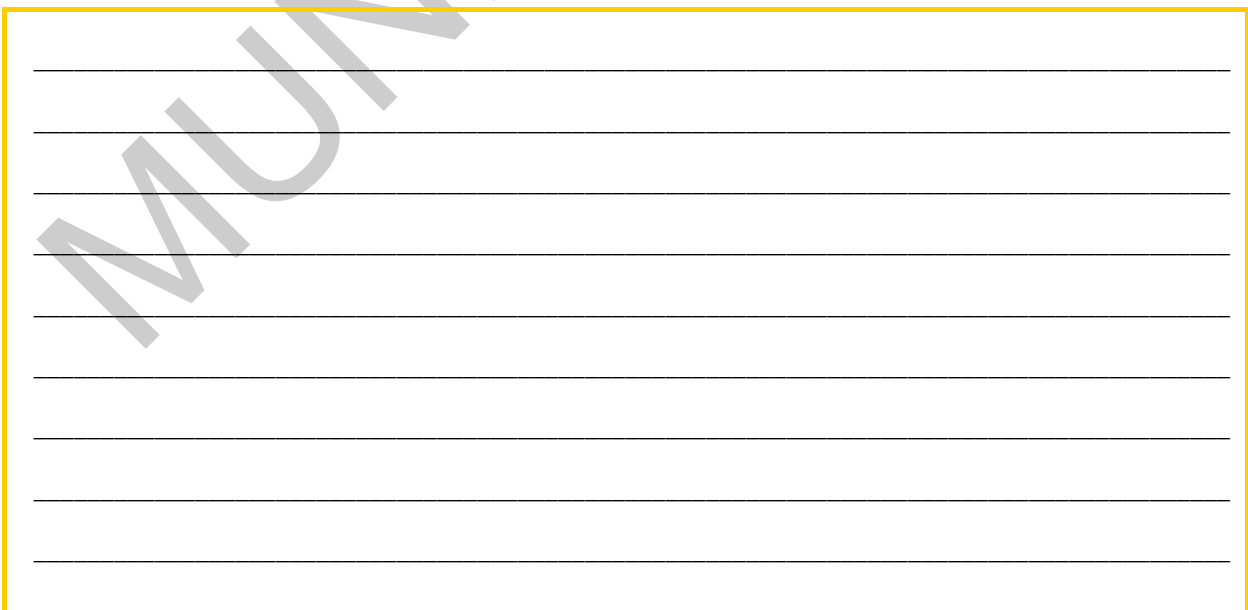
Milyen tényezők játszanak szerepet a bepárláskor a hőátadásban.



MUNKANYAG

6. feladat

Vázolja a besűritők működésének elvét, a hőcsere fogalmát!



MUNKANYAG

7. feladat

Vázolja a besűrités alapjait!

A large rectangular area with a yellow border, containing 15 horizontal lines for writing. A large, light gray watermark reading 'MUNKANYAG' is diagonally overlaid across the page.

MEGOLDÁSOK

1. feladat

Először kiszámítjuk az elpárlandó vízmennyiséget. $W = G \times (1 - S_1 / S_2)$

$G = 2000 \text{ kg/h}$

$S_1 = 15\%$

$S_2 = 60\%$

$W = 2000 \times (1 - 15/60) = 1500 \text{ kg/h}$ vizet kell elpárologtatni

1 kg víz elpárlásához 1 kg fűtőgőz szükséges, akkor az 1500 kg/h víz elpárlásához egy fokozat esetén 1500 kg/h gőz kellene. Mivel a bepárló állomás kétfokozatú ezért a szükséges gőzmennyiség $1500/2 = 750 \text{ kg/h}$

2. feladat

A bepárló fő részei:

Fűtőtér, ami lehet csöves, vagy lemezes

Lé, vagy páratér

A fűtőtéren lévő szerelvények:

Gőz bevezető csomagtörő elzáró és szabályzó szerelvényt

Kondenzvíz elvezető csomagtörő elzáró szerelvényt, csatlakoztatva kondenzvíz leválasztóhoz

Nem kondenzálódó gázok elvezetésére szolgáló csomagtörők és elzáró szerelvények

Hőmérő és nyomásmérő elhelyezésére szolgáló csomagtörők

A páratér szerelvényei:

Cseppleválasztó a páratérben

Páraelvezető csomagtörő elzáró szerelvényt

Lé be és elvezető csomagtörő eltérő és szabályzó szerelvényekkel

Lé leeresztő, elzáró szerelvényt

Búvó nyílás

HOGYAN MŰKÖDNEK A BESŰRÍTŐK?

Néző ablak, hőmérő, nyomásmérő, sűrűség esetleg pH mérő elhelyezésére szolgáló csatlakozók

Műszerek:

Léállás mutatók, szabályzók

Nézőablak, hőmérők, nyomásmérők, sűrűségmérő és pH mérő

3. feladat

Bepárló típusok:

Róbert bepárló, függőleges csőköteges állóhengeres, egybe épített. A lé természetes cirkulációval áramlik, a cirkulációt legtöbbször a fűtőtér közepén elhelyezett nagyobb átmérőjű cső biztosítja, de a cirkulációs cső elhelyezhető kívül is.

Vannak, olyan bepárlók ahol a függőleges fűtőtér külön helyezkedik el (külső fűtőtérű bepárló).

Kestner vagy hosszúcsöves, másképpen film-bepárlók. A besűrítendő lé egy csőkötegen csak egyszer áramlik át, a csőfalon vékony filmréteget képezve. Ennek egyik fajtája, amikor egy fűtőtérbe kettő, vagy három csőköteget építenek be, ezek a két, vagy háromjártú bepárlók, a lé itt is egy csőkötegen csak egyszer áramlik át.

Kényszer cirkulációs bepárlók, amikor vagy a készüléken kívül elhelyezett szivattyú kényszeríti áramlásra a besűrítendő levet, vagy a fűtőcsövekbe beépített perdítő elemek.

Esőáramú bepárlók, amikor a levet a fűtőcsövek tetején egy speciálisan kialakított lé elosztóval vezetjük be. Ezeknél elmarad a lé oszlop magasságából adódó forrpontról emelkedés, főként a sűrűbb anyagoknál használják.

4. feladat

Hővesztések a bepárlás során

A bepárlók és a hozzá kapcsolódó csővezetékeknek szigeteltnek kell lennie. Ennek vastagságát nem lehet korlátlanul növelni, tehát egy bizonyos mennyiségű sugárzási veszteség lép fel. Karbantartás során törekedni kell arra, hogy a megbontott szerkezeti elemeken lévő szigetelések helyreállításra kerüljenek.

Veszteség lép fel a nem kondenzálódó gázok elvezetésénél, mivel ezeket a biztonság érdekében úgy kell beállítani, hogy egy kisebb mennyiségű gőz is távozzon. Ma már vannak olyan eljárások, melyek az elvezetéseket (bepárlókról, hőcserélőkről) összegyűjtik, és egy alkalmas hőcserélővel, a technológiában, melegítésre használják.

Veszteség lép fel az összekötő vezetékek elzáró szerelvényein is, ezek helyes kialakítása főként tervezői feladat.

Veszteség az utolsó fokozatból a szabadba engedett páragőz is. Ez elkerülhető, ha kondenzátort alkalmazunk és a lecsapatott párákat hasznosítani tudjuk.

5. feladat

A bepárlás során szerepet játszó tényezők:

A fűtőfelület anyagai. A készülékek fűtőfelülete különböző anyagokból készülhet. Lényeges szempont, hogy jó hővezető képességgel rendelkezzen, megfelelő szilárdságú legyen, korrózióálló legyen, agresszív oldatok esetén pl. saválló, könnyen tisztítható legyen, ne legyen hajlamos lerakódás képződésre, és elfogadható áron legyen beszerezhető.

Lerakódások. A fűtőfelület mindkét oldalán lerakódások keletkezhetnek. A lerakódásoknak igen rossz a hővezetési tényezője és jelentősen lerontják a bepárlók hő átbecsátási tényezőjét.

A fűtőközeg hatása a bepárlásra. A bepárlás során legtöbbször gőzt használunk. A gőz minden esetben hidegebb felülettel kerül érintkezésbe, melyen lecsapódik és felszabadul az a hőmennyiség, melyet korábban a gőzzé alakításhoz befektettünk. A lecsapódott gőz, melyet kondenzvíznek nevezünk, a fűtőfelület falán egy vékony réteget képez, és a fűtőkamrából el kell vezetnünk. A fűtőgőz tartalmazhat a levegőből felvett oxigént, nitrogént, és ha többfokozatú bepárló állomást használunk (lásd később), a besűrített oldatból származó egyéb gázokat (ammónia, széndioxid stb.). Ezek a gázok általában a gőztérben uralkodó nyomáson nem kondenzálódnak (cseppfolyósodnak), ezért ezeket nem kondenzálódó gázoknak nevezzük. Ha a nem kondenzálódó gázokat nem vezetjük el, kitöltik a fűtőteret, ezzel megakadályozzák, hogy a gőz a fűtőfelülettel érintkezzen és a hőátadás végbe menjen.

A besűrítendő lé hatása a bepárlásra. A besűrítendő léoldalon a lé áramlásos hőcsere útján melegszik fel. A lé áramlása elősegíthető egyrészt az erőteljes melegítéssel, másrészt megfelelő intenzív szivattyús keringtetéssel. A bepárlóban kialakuló lé szintjének is jelentős szerepe van. Alacsony lészint esetén nem nedvesedik megfelelően a fűtőfelület, és a lével kevésbé érintkező felületre az oldat ráég, ami egyrészt káros technológiai szempontból, másrészt a lerakódások szempontjából. A magas lészint viszont forráspont emelkedéshez vezet ami korábbiak szerint hőveszteséget okoz.

Hőmérséklet különbség hatása a bepárlásra. A fűtőfelület két oldala között megfelelő nagyságú hőmérsékletkülönbségnek kell lennie. Minél nagyobb ez a különbség, annál hatékonyabb a hő áramlása.

Fűtőfelület nagyságának szerepe. A fűtőfelülettel egyenesen arányos az átadott hőmennyiség. Ennek nagyságát egyrészt gazdaságossági, másrészt gyártástechnológiai korlátok határozzák meg.

6. feladat

A forrást biztosító fűtőközeg és a besűritendő oldat közt egy hőcsere megy végbe. Ez a folyamat a bepárló (csöves, vagy lemezes) fűtőfelületének falán keresztül valósul meg, vagyis a hőenergia a fűtőfelület falának közvetítésével jut a besűritendő folyadékba. Ez a folyamat a hőátbocsátás.

A hő át bocsátás leegyszerűsítve a következő részfolyamatokból áll:

Hőátadás a fűtőanyagról a fűtőfelületre

Hővezetés a falon keresztül

Hőátadás a falról a folyadékra.

A három részfolyamat együtt, egy időben játszódik le, így az időegység alatt átadott hőmennyiség (Q) mindegyik esetben azonos.

A fűtőfelületen át bocsátott hőmennyiség (Q) arányos a fűtőfelülettel (F), a fűtőanyag és a besűritendő lé hőmérséklete közötti különbséggel (Δt) és az idővel (h).

$$Q = k \times F \times \Delta t \times h$$

Ahol a Q = a h idő alatt át bocsátott hőmennyiséggel (kJ),

h= idő (óra)

k = a hő át bocsátási tényezővel, ami kifejezi, hogy milyen és mekkora ellenállás gátolja a hő átadását (W/(m²×K), azaz 1 m² felületen 1oC hőmérséklet különbség hatására 1 óra alatt át bocsátott hőmennyiség.

F = fűtőfelület, (m²)

Δt = a két oldal közti hőmérséklet különbség (K) (Kelvin)

A k hő át bocsátási tényező az egyes részfolyamatokra jellemző és a hőátadási, illetve hővezetési tényezők között a következő összefüggés áll fenn:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_f} + \frac{1}{\alpha_o} + \frac{1}{\frac{\lambda}{\delta}}$$

Ahol:

α_f = hőátadási tényező a fűtőfelület oldaláról

α_o = hőátadási tényező a falról az oldatra

λ = fűtőfal hővezetési tényezője

HOGYAN MŰKÖDNEK A BESŰRÍTŐK?

δ = fűtőfal vastagsága

A hőátbocsátási tényező széles határok között mozoghat. Független a besűritendő anyagtól, a besűritők kiképzésétől, a fűtőközegetől. Ezeket az értékeket általában, az egyes élelmiszeripari ágazatoknál használt készülékekre, kísérletileg meghatározták, és a készülékgyártók az adott feladatok elvégzésére kész ajánlatokat adnak.

7. feladat

A besűrités, bepárlás művelete, az élelmiszeriparban gyakran előforduló hőigényes művelet. E művelet lényege tulajdonképpen egy szétválasztás, mégpedig anyag szétválasztás, amit nem mechanikus módon, hanem hőenergia felhasználásával oldunk meg. Elvben ide tartozik a lepárlás és szárítás is. A bepárlást ezektől az különbözteti meg, hogy itt oldatok szétválasztásáról van szó. Két, vagy több anyag folyékony halmazállapotú elegyét akkor nevezzük oldatnak, ha közülük az egyik alkotórész (komponens) gőztenziója (illékonyabb) sokkalta nagyobb – és pedig nagyságrenddel nagyobb – mint a másiké, többieké. Ezt az alkotót oldószernek nevezzük, az oldatba foglalt többi alkotórészt pedig oldott anyagnak.

Az oldat tehát áll:

Oldószerből

Oldott anyagból

Az oldószer legtöbbször tiszta víz.

A bepárlás olyan szétválasztó művelet, melynél az illékonyabb alkotót, az oldószert legtöbbször forralással távolítjuk el az oldatból. A bepárlás során keletkezett gőzök majdnem teljesen csak a tiszta oldószer gőze, szemben a lepárlásnál nyert gőzökével, ahol a gőzök lekondenzálása után, az éppen létrehozni kívánt, értékes terméket, párlatot kapjuk. Lepárlásnál az elegy alkotóinak gőztenziója egymáshoz közel áll.

Bepárlásnál a hangsúly az oldat töményítésén van, és mint visszanyerhető anyag értékesek.

Forralás alatt, szemben a párologással, valamely folyadéktömeg belsejéből kiinduló, gőzbuborék képződéssel egybe kötött elpárologtatást értjük.

A bepárlás célja, az oldat töményítése. Ez tehát lehet besűrités, amikor a hígabb oldatból sűrűbbet állítunk elő, de a művelet az oldat telítettségi határa alatt folyik le, vagyis az oldat nem telített, még kevésbé túltelített. Az elpárlandó vízmennyiség (W) számítható, ha ismerjük a híg oldat szárazanyag tartalmát (S_1) és mennyiségét G , valamint, hogy milyen szárazanyag tartalomra akarunk besűriteni (S_2). Akkor

$$W = G \times \left(1 - \frac{S_1}{S_2}\right)$$

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Kar

Bass Emil (Egyetemi tanár):

Vegyipari gépek és műveletek (Bepárlás és bepárlók)

Kézirat

Tankönyvkiadó 1963

Cukoripari szakmunkás és cukoripari technikus szakképesítések tankönyve

Csajághy Károly:

Cukoripari technológia I. (10.2 – 10.7)

Agrárszakoktatási Intézet 2000

AJÁNLOTT IRODALOM

Az iparágban használatos bepárlók besűrítők gépkönyvei, használati, karbantartási utasításai.

A(z) 0562–06 modul 006–os szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
33 541 02 0000 00 00	Erjedés- és üdítőital-ipari termékgyártó

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
18 óra

MUNKANYAG

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210-1065, Fax: (1) 210-1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató