



Völgyi Lajos

## Hőcserélésnél mit, hogyan, miért végzünk?

**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-001-30

## HŐCSERÉLÉSNÉL MIT, HOGYAN, MIÉRT VÉGZÜNK?

### ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Ön egy üzemlátogató csoportot vezet, a hőcserélő állomás előtt magyarázza el, hogy mit jelent a hőcsere, mi a hőtani alapja, hőátadás szempontjából milyen kialakítások lehetségesek?

### SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

Különböző hőcsere megoldásokat a legtöbb ipari folyamat során alkalmaznak. A hőcserélők biztosítják például a különböző folyadékok közötti hőátadást, ezzel elősegítve, hogy azok hűtsék, illetve fűtsék egymást. Hatékonyság szempontjából a teljes gyártási folyamat alapvető elemét jelentik. A hőcserélőket használhatják:

- Fűtésre
- Hűtésre
- Hő visszanyerésre
- Párolgatásra
- Kondenzációra
- Ventilációra
- Fagyasztásra

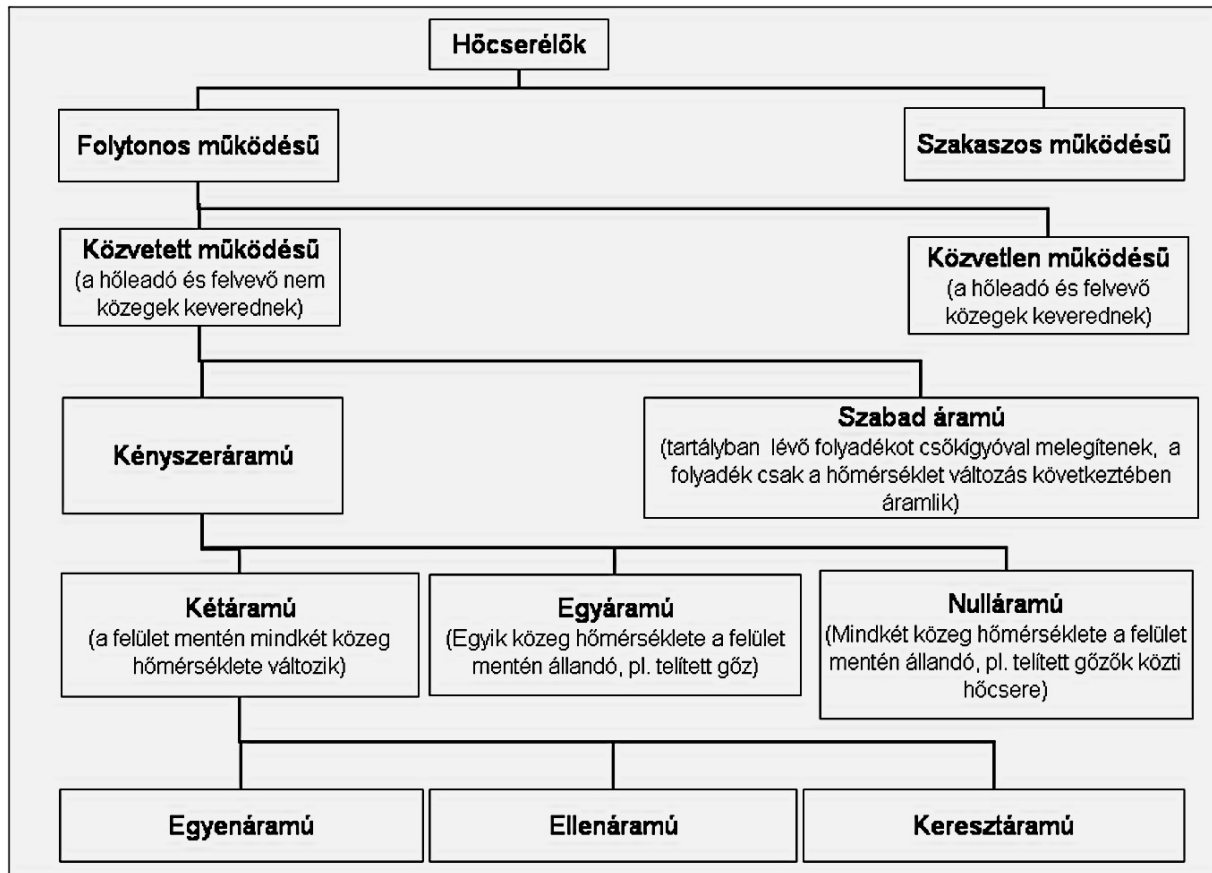
A hőcserélők átfogó termékcsaládjával mindenféle alkalmazás az egyszerű, alacsony nyomás- és hőmérséklettényezők melletti feladatoktól, az agresszív közegekkel magas, folyamatosan változó nyomáson és hőmérsékleten végzett feladatokig elvégezhető.

Általánosságban a hőcserélőkkel nem csak folyadékok közti hőcsere valósítható meg, hanem folyadékok és levegő közti hőcsere is. Ezeket a hőcserélőket léghűtőknek nevezzük.

Típusaik:

- kondenzátorok
- szárazhűtők
- teremhűtők

## 1. A hőcserélők osztályozása.



1. ábra Hőcserélők osztályozása

## 2. Hőközlési folyamatok a hőcserélőkben.

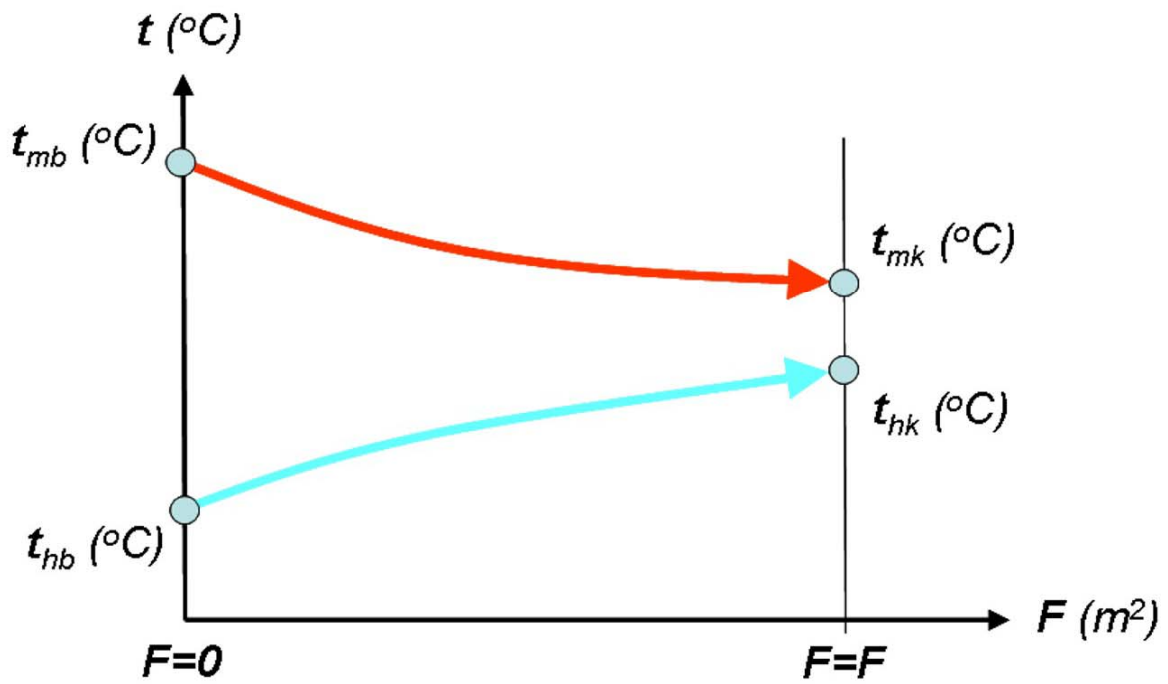
A következőkben az alábbi hőcserélőkkel foglalkozunk:

- Egyenáramú hőcserélők (folyadék–folyadék)

## HŐCSERÉLÉSNÉL MIT, HOGYAN, MIÉRT VÉGZÜNK?

$$\Delta t_{F=0} = t_{mb} - t_{hb} = \Delta t_1$$

$$\Delta t_{F=F} = t_{mk} - t_{hk} = \Delta t_2$$



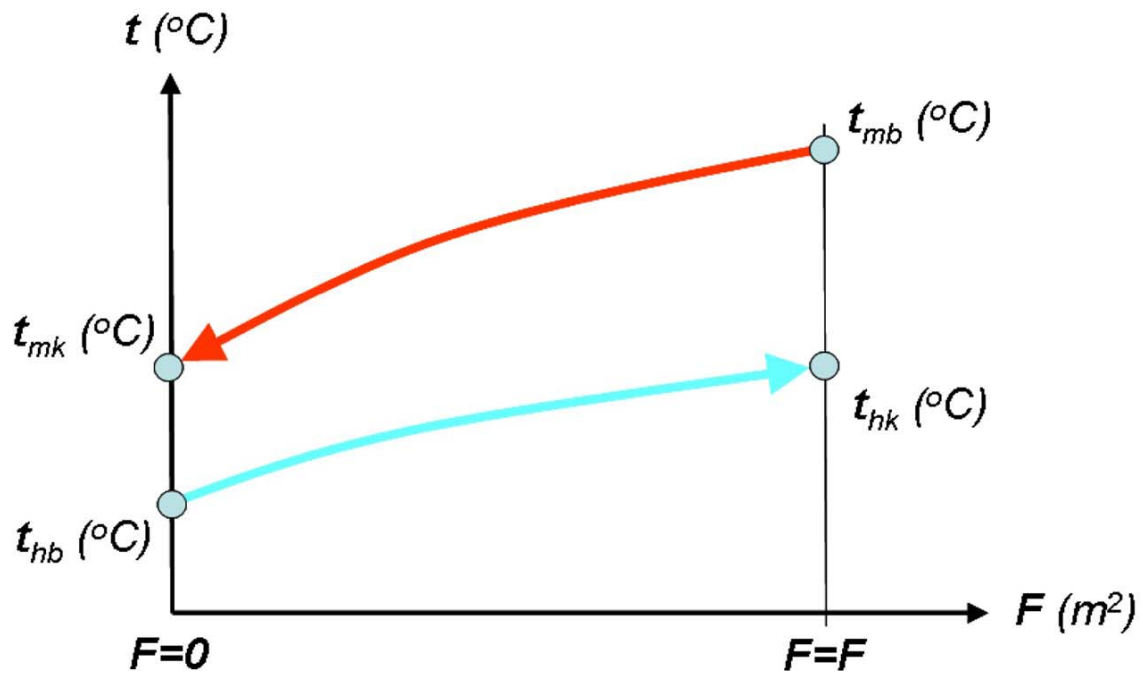
2. ábra Egyen áramú hőcsere

- Ellenáramú hőcserélők (folyadék-folyadék)

MUNKATÁRS

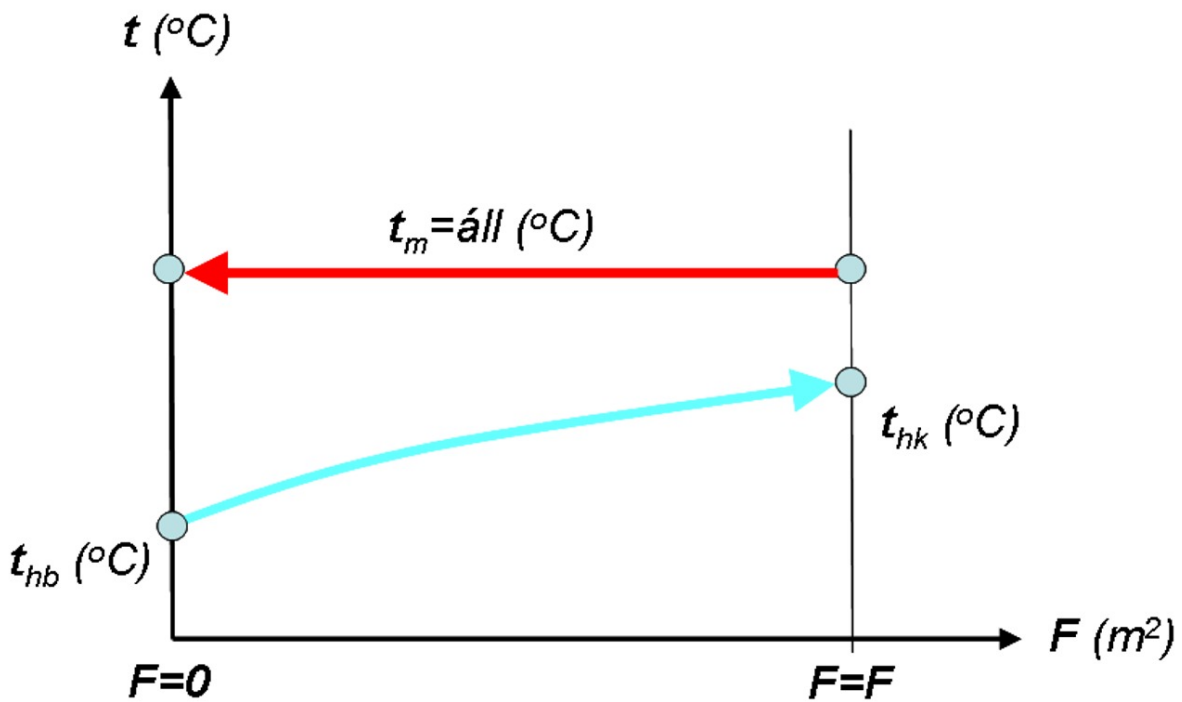
$$\Delta t_{F=0} = t_{mb} - t_{hb}$$

$$\Delta t_{F=F} = t_{mk} - t_{hk}$$



3. ábra Ellenáramú hőcsere

- Ellenáramú hőcsere (kondenzálódó gőz-folyadék)



4. ábra Ellenáramú hőcsere kondenzáció esetén

## HŐCSERÉLÉSNÉL MIT, HOGYAN, MIÉRT VÉGZÜNK?

A jelenlegi gyakorlat szerint hőcserélőknek nevezzük mindazon készülékeket, amelyekben egy magasabb hőtartalmú közeg hőtartalmát egy alacsonyabb hőtartalmú közegnek úgy adja át, hogy a két közeg közvetlenül érintkezze. Lényegében a hőátadásban részt vevő közegek keveredése nélkül történik a hőátadás, és ez a hőcsere magában foglalja a fűtő és hűtőrendszereket is. Általánosságban, mind a hő leadó, mind a hő felvevő közeg lehet cseppfolyós, gáznemű és szilárd. A két közeget egymástól elválasztó fűtőfelület kialakításának, elhelyezésének módja, különböző jellegzetes hőcserélők kialakításához vezetett. A hőcserélők fajtájától függetlenül elhanyagolhatjuk a környezet felé átadott hőt (hővesztéséget), azaz feltételezzük, hogy a melegebb közeg által leadott hő megegyezik a hidegebb közeg által felvett hővel. Ez az energia-megmaradás törvénye a hőcserélő készülékekre, az ezt kifejező egyenletet **hőmérleg-egyenletnek** nevezünk.

$$c_h \times m_h \times \Delta t_h = c_m \times m_m \times \Delta t_m$$

Ahol:  $c_h$  = hidegebb közeg fajhője

$c_m$  = melegebb közeg fajhője

$m_h$  = hidegebb közeg mennyisége

$m_m$  = melegebb közeg mennyisége

$\Delta t_h$  = hidegebb közeg hőmérséklet változása

$\Delta t_m$  = melegebb közeg hőmérséklet változása

A hőáram a hőleadó közegből kiindulva, a fűtőfelület ellenállását legyőzve jut a hőfelvevő közegbe.

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

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

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

$F$  = fűtőfelület, ( $m^2$ )

$\Delta t_k$  = a két oldal közti közepes 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:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_{hl}} + \frac{1}{\alpha_{hf}} + \frac{1}{\delta}$$

Ahol:  $\alpha_{hl}$  = hőátadási tényező a hőleadó oldalon

$\lambda$  = fűtőfal hővezetési tényezője

$\delta$  = fűtőfal vastagsága

A  $\Delta t_k$  számítása:

$$\Delta t_k = \frac{\Delta t_{F=0} - \Delta t_{F=F}}{\ln\left(\frac{\Delta t_{F=0}}{\Delta t_{F=F}}\right)}$$

Ahol:  $\Delta t_{F=0}$  a fűtőfelületbe belépő anyagok hőfokkülönbsége

$\Delta t_{F=F}$  a fűtőfelületből kilépő anyagok hőfokkülönbsége

A hőátadási tényezők bonyolult összefüggésekkel határozhatók meg, általában a különböző anyagokra kísérletileg határozzák meg. Ma már a hőcsereológypártók kész számítógépes programokkal rendelkeznek. A készülékek kiválasztásához általában a következő adatokat kell megadni:

- Áramló közegek (hőleadó és hőfelvevő)
- Teljesítmény adatok
- Névleges nyomás és maximális hőmérséklet (szilárdsági szempontból)
- Belépő közegek hőmérséklet adatai
- Kilépő közegek hőmérséklet adatai
- Megengedett nyomásesés a hőcsereelőben

### 3. A hőcsereelők 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.

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

Lerakódások

A fűtőfelület mindkét oldalán lerakódások keletkezhetnek. A lerakódásoknak igen rossz a hővezetési tényezője és jelentősen lerontják a hőcsereelők hőátbocsátási tényezőjét.

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_{hl}} + \frac{1}{\alpha_{hf}} + \frac{1}{\frac{\lambda_1}{\delta_1}} + \frac{1}{\frac{\lambda_2}{\delta_2}}$$

## HŐCSERÉLÉS NÉL MIT, HOGYAN, MIÉRT VÉGZÜNK?

A  $k$  hőátbocsátási tényező romlik, a keletkező vastag és rossz hővezető képességű lerakódástól. Ezt a fenti képletben a  $\lambda_2 / \delta_2$  érték mutatja. 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 fűtőfelületet, ami a használat során egyre vastagabb lesz.

### 4. A fűtő–hűtő közeg hatása a hőcserére.

A hőcserélőkben a fűtőfelület két oldalán különböző közegek áramlanak, melyek hőátadási tényezői jelentősen megszabják a közegek közti hőátadást.

Például:

- Melegítésnél, a melegítő közeg lehet gőz, ez kondenzációval adja át hőjét a melegítendő közegnek, ami az élelmiszeripar területén más és más
- Melegítésnél, a melegítő közeg lehet melegvíz, mely felmelegítve a melegítendő közeget, lehűl
- Melegítésnél a melegítő közeg és a felmelegítendő közeg is a technológiai folyamatból származhat, ekkor a cél lehet a melegebb közeggel felmelegíteni a hidegebb közeget, vagy a hidegebb közeggel lehűteni a melegebb közeget, ha erre a technológiai paraméterek lehetőséget adnak.
- Természetesen a melegítő, hűtő közeg a fenti felsoroláson kívül lehet más is.

### 5. A hőcserélés paramétereinek hatása a hőcserében résztvevő közegekre.

Az élelmiszeriparban a hőcsere egyik közege, amit melegíteni, vagy hűteni akarunk, általában szerves anyagot tartalmazó oldat. A hőcsere során, egyrészt az általunk elvárt fizikai változás következik be, a hőcserében résztvevő közegek a kívánt mértékre melegszenek fel, vagy hűlnek le, másrészt a hő hatására kémiai változások is bekövetkezhetnek. Éppen ezért a hőcsere körülményeit mindig úgy kell megválasztani, hogy csak olyan kémiai változások következheszenek be, melyek a termék előállításának előírt minőségét biztosítják. Hőérzékeny anyagoknál lényeges, hogy a hőcserélőkben a hőcsere minél gyorsabban végbemenjen, a hosszú tartózkodási idő miatt ne induljanak be különböző nem kívánt reakciók, túlmelegedés miatt ne történjen ráégés a fűtőfelületre, ami nem csak minőségi, hanem hőátadási problémákat is okoz. Ha az egyik közeg, általában a hőleadó melegvíz, vagy gőz, lényeges a víz keménysége, ami a rosszul megválasztott hőmérsékleti tartományokban jelentős lerakódásokat okozhat. Vízkeménységnek a vízben oldott ásványi anyag mennyiségét nevezzük. Ha ez túl magas célszerű vízlágyítót üzemeltetni, hogy a lerakódásoktól megvédjük a hőcserélőket.



## 6. A hőcserélők felületének (F) és a hőcserélőben kialakuló közepes hőmérséklet különbségnek ( $\Delta t_k$ ) hatása

Az átbocsátott hőmennyiség egyenes arányban van a felület és a közepes hőfokkülönbség szorzatával. Ugyanazon hőmennyiség, azonos közegek esetén, átadható nagy fűtőfelületen kis közepes hőfokkülönbséggel, vagy kis felületen nagy közepes hőfokkülönbséggel. Ennek kiválasztása mindig a technológiában szereplő, a technológiából származó, melegítendő, vagy hűtendő anyagok minőségétől (kémiai, fizikai, biológiai tulajdonságok), a rendelkezésre álló fűtő, hűtő közegtől, illetve a hőcserélők előállításának gyártástechnológiájától függ.

## 7. Hőcserélők alkalmazása

Különböző hőcsere megoldásokat a legtöbb ipari folyamat során alkalmaznak. A hőcserélők biztosítják például a különböző folyadékok közötti hőátadást, ezzel elősegítve, hogy azok hűtsék, illetve fűtsék egymást. Hatékonyság szempontjából a teljes gyártási folyamat alapvető elemét jelentik. A hőcserélőket az egyszerű, alacsony nyomás- és hőmérséklettényezők melletti feladatoktól, az agresszív közegekkel magas, folyamatosan változó nyomáson és hőmérsékleten végzett feladatokig alkalmazzák.

A hőcserélők azonban nem csak folyadékok közti hőátadásra alkalmasak, hanem légkondicionálási feladatokra is. Ezek a berendezések kereskedelmi és ipari hűtési, légkondicionálási valamint fagyasztási alkalmazásokban használhatóak. A hőcserélők általában tiszta és nem nagy viszkozitású közegek közti hőátadásra alkalmasak, de gyártanak erősen viszkózus és szemcsés anyagokat tartalmazó közegek közti hőcsere biztosító hőcserélőket is.

## 8. Hőcserélő kialakítások

A hőcserélők általában csöves, vagy lemezes kialakításúak. Mivel ezek a legelterjedtebbek ezek kialakítását ismertetjük részletesebben. Mind a kéttípusú előmelegítőnek számtalan változata ismert. Minden esetben kialakításukat a felhasználás szempontjai határozzák meg. A csöves előmelegítők általában alkalmasabbak az erősen viszkózus és szemcsés anyagot tartalmazó közegeknél a hőátadásra, mivel a csövek belső nagyobb átmérője kevésbé hajlamos az elrakódásra, mint a lemezes előmelegítők lemezei közti kis távolság. Viszonylag egyszerűbb a mechanikus tisztításuk. Az élelmiszeripar higiéniai szempontból is különleges követelményeket támaszt a hőcserélőkkel szemben.

### **Az élelmiszeriparban használatos hőcserélők általános tulajdonságai.**

A hűtőiparban általában csöves elpárologtatókat és kondenzátorokat használnak.

A csöves hőcserélők lehetővé teszik nagy viszkozitású és rostokat/szemcséket tartalmazó italok valamint élelmiszerek kezelését.

## HŐCSERÉLÉSNÉL MIT, HOGYAN, MIÉRT VÉGZÜNK?

Kíméletes kezelést igénylő élelmiszeripari termékek hevítésére és hűtésére használhatók a kapartfalú hőcserélők. A hőcserélőben egy kaparókéscelével ellátott forgó tengely távolítja el a terméket a berendezés belső faláról. Kétféle kapartfalú hőcserélőt ismert. Az egyik, nagy viszkozitású és rostokat/szemcséket tartalmazó italok és élelmiszerek gyártása során, a másik, szivattyúzandó, nagy viszkozitású, ragacsos, illetve szemcsés termékek hőkezelésére alkalmazható.

Spirál hőcserélők ideális hőátadási és áramlástechnikai jellemzőkkel rendelkeznek a nehéz ipari alkalmazások széles köre számára. Ezek a hőcserélők alkalmasak olyan viszkozus és szemcsés termékek kezelésére, amelyek más típusú hőcserélők esetén eltömődést vagy korróziót okozhatnak.

Vannak olyan hőcserélők ahol a hőcserélő felületet csavarvonalú, közös tengelyű spirál képezi ellenirányban tekert csövekből. A hőcserélő felület e sajátosságának köszönhetően a folyadéknak csavarvonal mentén végbemenő turbulens áramlása következik be, ami által magasabb hőátviteli együttható érhető el. A hőcserélők erősen ötvöztött ausztenites acélból készülnek szétszedhetetlen, hegesztett szerkezetek.

Duplafalú csöves hőcserélők a hőcserében résztvevő közegek keveredésének megakadályozására. Célja, ha a két közeg bármelyike szivárogni kezd, az szabad szemmel látható lesz a hőcserélő külsején, így rögtön észlelhető és javítható a meghibásodás.

A tömített lemezes hőcserélő hatékony, mégis kíméletes kezelést biztosít olyan érzékeny anyagok hűtési, fűtési folyamataiban, ahol a higiénia kiemelten fontos. Széles körben alkalmazható tejiparban, söriparban és italgyártásban csakúgy, mint gyógyszer-, élelmiszer- és szépségápolási termékek gyártásában. Felhasználási területe lehet tej/tejszín-, sör- és gyümölcsle feldolgozás, borkészítés, cukorkoncentrátumok gyártása és számos egyéb alacsony viszkozitású élelmiszeripari termék feldolgozása. Ezek a hőcserélők 10 bar nyomásig és 150°C-os üzemi hőmérsékletig alkalmazhatóak. Rendkívül sokoldalúak, mivel egyszerűen átalakíthatóak új feladatokra a kapacitás, a feldolgozási folyamat, vagy a közeg változásának megfelelően.

Vannak olyan lemezes hőcserélők, melyek rozsdamentes acélból készülnek, vékony, hullámosított lemezei rézzel forrasztottak. Így a hőcserélő olyan zárt egységet képez, amely ellenáll magas nyomás- és hőmérséklet viszonyoknak. Ez a hőcserélő típus csak olyan felületből áll, amely aktívan hozzájárul a hőcseréhez, így hatékonysága jelentősen nagyobb a hagyományos hőcserélőkkel szemben. Kialakításuknak köszönhetően számos előnyt kínálnak. Kis méretük ellenére rendkívül hatékonyak, így akár nagy teljesítményt tudnak átvinni amellet, hogy helyigényük minimális. Ezekben a hőcserélőkben nincsenek tömítések, alkalmasak magas hőmérsékleten és/vagy nyomáson való üzemelésre, így például távfűtésben, számos hűtési-, fűtési alkalmazásban. A hőcserélők lehetnek egyjáratúak, kétjáratúak vagy többjáratúak.

Tejüzemek, sörüzemek, gyümölcsleógyártók és hasonló élelmiszeripari termékek számára általános hűtési- és fűtési feladatokra is gyártanak, speciális lemezes hőcserélőket melyek megfelelnek a legszigorúbb élelmiszeripari előírásoknak. A lemezek kialakítása kifejezetten élelmiszeripari alkalmazásokban szerzett gyakorlati tapasztalaton alapszik. Ennek köszönhetően tökéletesen megfelelnek az iparági elvárásoknak. A lemezek kialakítása biztosítja a folyékony élelmiszerek és érzékeny termékek hatékony hőkezelését. A nagy csatornamélységnek és a viszonylag kevés, lemezek közti érintkezési pontnak köszönhetően hosszabbodik a két tisztítás közötti üzemidő. Az egyedi lemezmintázat biztosítja az egyenletes áramlást a lemez teljes hosszán.

Kifejezetten nagy higiéniát igénylő hűtési- és fűtési alkalmazásokra is gyártanak lemezes előmelegítőket. Ezek a hőcserélők alkalmasak hőérzékeny termékek hűtésére és fűtésére alkalmazzák a tej-, sör-, ital-, élelmiszer- és gyógyszergyártás során. Kulcsfontosságú berendezései például a tejpasztörizálásnak, a joghurt hűtésének. A hőcserélő kerete készülhet rozsdamentes acélból, vagy ezüsttel bevont szénacélból, a tömítések rápatinthatók és a lemezek anyaga, amely lehet rozsdamentes acél, vagy titán megfelel az élelmiszeripari alkalmazások legszigorúbb elvárásainak is. Ezek a hőcserélők készülhetnek duplafalú lemezekből is, amelyek tökéletes védelmet biztosítanak a keresztszennyeződésekkel szemben.

A speciális hegesztési eljárással (diffúziós hegesztési eljárás), 100%-ban rozsdamentes acélból készülő lemezes hőcserélők olyan mértékben higiénikusak és korrózióállóak, ami nem valósítható meg egyetlen hagyományos forrasztott hőcserélővel sem. Ez a megoldás lehetővé teszi, hogy olyan folyamatok esetén is lehessen nagy hatásfokú hőcserélőt alkalmazni, ahol az extrém nyomás és hőmérséklet körülményeket a hagyományos forrasztott hőcserélők nem bírják. Ezek a hőcserélők így alacsony beruházás mellett kínálnak kiváló, tömítés nélküli alternatívát számos olyan ipari alkalmazás számára, amelyek agresszív közegekkel dolgoznak, és ahol a hermetikus kialakítás mellett fontos a hőmérsékletállóság is. A 100%-ban rozsdamentes acélból készült hőcserélők akár 550°C hőmérsékleten is üzemeltethetők. Megbízhatóságuknak és kialakításuknak köszönhetően, számos alkalmazásnál, többek között az ammóniás hűtési rendszerekben jelentenek költséghatékony megoldást.

A duplafalú lemezes előmelegítő kialakítás biztosítja, hogy ha a hőcserélőben áramoltatott két közeg bármelyike szivárogni kezd, az szabad szemmel látható lesz a hőcserélő külsején, így rögtön észlelhető és javítható a meghibásodás. A duplafalú lemezes hőcserélők így ideális megoldást jelentenek azokban az esetekben, amikor az áramoltatott folyadékok keveredése környezeti károkat, a közegek roncsolódását vagy más veszélyes kockázatot okozna. A keresztszennyeződés megakadályozásán túl a duplafalú lemezes hőcserélők kimagasló megoldást jelentenek akár a duplafalú csöves hőcserélőkhöz viszonyítva is. A duplafalú lemezes hőcserélők hőátadási együtthatói általában 2-3-szor magasabbak a csöves hőcserélőkkel összevetve. Ennek köszönhetően a szükséges hőátadási felület lényegesen kisebb lehet, amely így jelentősen csökkentheti a beszerzési költséget, különösen olyan alkalmazások esetében, ahol a hőcserélőnek rozsdamentes, vagy speciális alapanyagból kell készülnie. A berendezés kisebb mérete és alacsonyabb súlya a beüzemelés költségét is jelentősen csökkenti.

### TANULÁSIRÁNYÍTÓ

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

- Mit nevezünk hőcserélőnek, mi a hőcsere célja?
- Magyarázza meg a hőcsere folyamatát az ismert képletek segítségével!
- Vázolja a hőcserét befolyásoló tényezőket!
- Vázoljon néhány szempontot az élelmiszeriparban használt hőcserélők kialakítására!

2. Szakmai gyakorlat során tanulja meg az iparágában használt hőcserélők működési elvét, és kialakítását.

Megoldás 1.

Hőcserélőknek nevezzük mindazon készülékeket, amelyekben egy magasabb hőtartalmú közeg hőtartalmát egy alacsonyabb hőtartalmú közegnek úgy adja át, hogy a két közeg közvetlenül érintkezne. Lényegében a hőátadásban részt vevő közegek keveredése nélkül történik a hőátadás, és ez a hőcsere magában foglalja a fűtő és hűtőrendszereket is. Általánosságban, mind a hő leadó, mind a hő felvevő közeg lehet cseppfolyós, gáznemű és szilárd. A hőcsere célja a technológiában szereplő anyagoknak olyan hőmérsékletre hozása, melyen a megkívánt reakciók végbemennek, illetve káros folyamatok elmaradnak.

Megoldás 2.

A hőcserélők fajtájától függetlenül elhanyagolhatjuk a környezet felé átadott hőt (hővesztéséget), azaz feltételezzük, hogy a melegebb közeg által leadott hő megegyezik a hidegebb közeg által felvett hővel. Ez az energia-megmaradás törvénye a hőcserélő készülékekre, az ezt kifejező egyenletet hőmérleg-egyenletnek nevezünk.

$$c_h \times m_h \times \Delta t_h = c_m \times m_m \times \Delta t_m$$

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

A hőáram a hőleadó közegtől kiindulva, a fűtőfelület ellenállását legyőzve jut a hőfelvevő közegbe.

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_{hl}} + \frac{1}{\alpha_{hf}} + \frac{1}{\frac{\lambda}{\delta}}$$

Ahol:

Megoldás 3.

A hőcserélők 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 átbochtási tényezőjét.

A fűtő–hűtő közeg hatása a hőcserére.

A hőcserélőkben a fűtőfelület két oldalán különböző közegek áramlanak, melyek hőátadási tényezői jelentősen megszabják a közegek közti hőátadást.

A hőcserélés paramétereinek hatása a hőcserében résztvevő közegekre.

Az élelmiszeriparban a hőcsere egyik közege, amit melegíteni, vagy hűteni akarunk, általában szerves anyagot tartalmazó oldat. A hőcsere során, egyrészt az általunk elvárt fizikai változás következik be, a hőcserében résztvevő közegek a kívánt mértékre melegszenek fel, vagy hűlnek le, másrészt a hő hatására kémiai változások is bekövetkezhetnek. Éppen ezért a hőcsere körülményeit mindig úgy kell megválasztani, hogy csak olyan kémiai változások következhessek be, melyek a termék előállításának előírt minőségét biztosítják.

A hőcserélők felületének ( $F$ ) és a hőcserélőben kialakuló közepes hőmérséklet különbségnek ( $\Delta t_k$ ) hatása.

Az átbochtott hőmennyiség egyenes arányban van a felület és a közepes hőfokkülönbség szorzatával. Ugyanazon hőmennyiség, azonos közegek esetén, átadható nagy fűtőfelületen kis közepes hőfokkülönbséggel, vagy kis felületen nagy közepes hőfokkülönbséggel. Ennek kiválasztása mindig a technológiában szereplő, a technológiából származó, melegítendő, vagy hűtendő anyagok minőségétől (kémiai, fizikai, biológiai tulajdonságok), a rendelkezésre álló fűtő, hűtő közegtől, illetve a hőcserélők előállításának gyártástechnológiájától függ.

Megoldás 4.

Különböféle hőcsere megoldásokat a legtöbb ipari folyamat során alkalmaznak. A hőcserélők biztosítják például a különböző folyadékok közötti hőátadást, ezzel elősegítve, hogy azok hűtsék, illetve fűtsék egymást. Hatékonyság szempontjából a teljes gyártási folyamat alapvető elemét jelentik. A hőcserélőket az egyszerű, alacsony nyomás- és hőmérséklettényezők melletti feladatoktól, az agresszív közegekkel magas, folyamatosan változó nyomáson és hőmérsékleten végzett feladatokig alkalmazzák.

---

## HŐCSERÉLÉS NÉL MIT, HOGYAN, MIÉRT VÉGZÜNK?

A hőcserélők azonban nem csak folyadékok közti hőátadásra alkalmasak, hanem légkondicionálási feladatokra is. Ezek a berendezések kereskedelmi és ipari hűtési, légkondicionálási valamint fagyasztási alkalmazásokban használhatóak. A hőcserélők általában tiszta és nem nagy viszkozitású közegek közti hőátadásra alkalmasak, de gyártanak erősen viszkózus és szemcsés anyagokat tartalmazó közegek közti hőcserét biztosító hőcserélőket is.

MUNKANYELV

## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### 1. feladat.

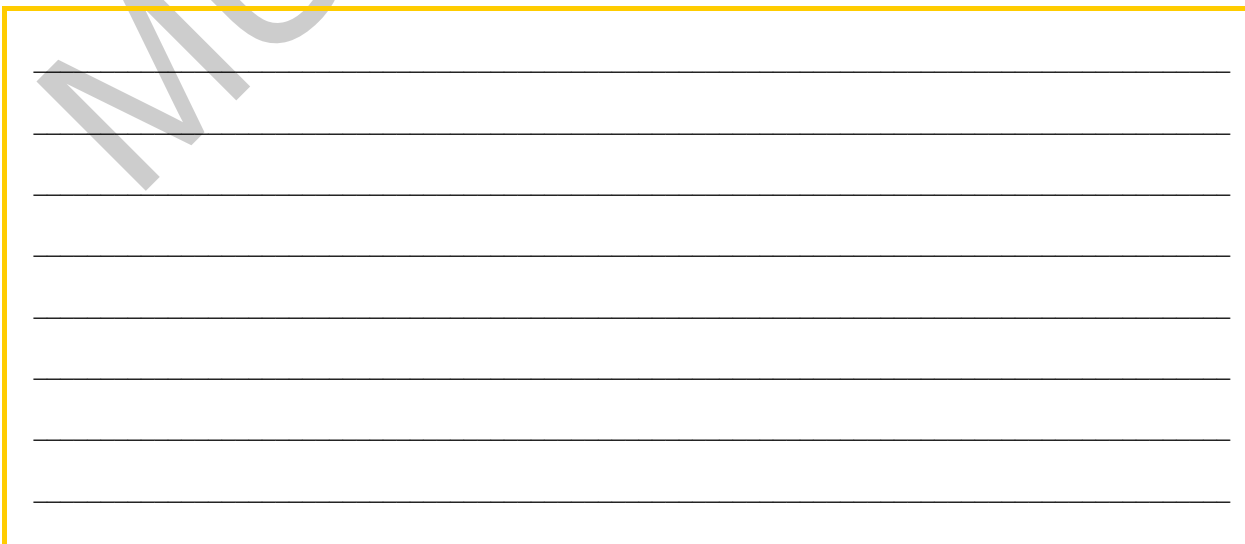
Rajzolja le az egyenáramú és ellenáramú (folyadék–folyadék és gőz–folyadék) hőcsere hőátadási ábráit.



MUNKANYAG

### 2. feladat.

Értelmezze a hőcserélőkben lezajló folyamatokat, a képletekben szereplő tényezőket.



MUNKANYAG

## HŐCSERÉLÉSNÉL MIT, HOGYAN, MIÉRT VÉGZÜNK?

### 3. feladat.

Vázolja fel a csöves hőcserélők kialakításának változatait!



MUNKAPÉLDANYAG

### 4. feladat

Vázolja fel a lemezes hőcserélők kialakításának változatait!



MUNKAPÉLDANYAG



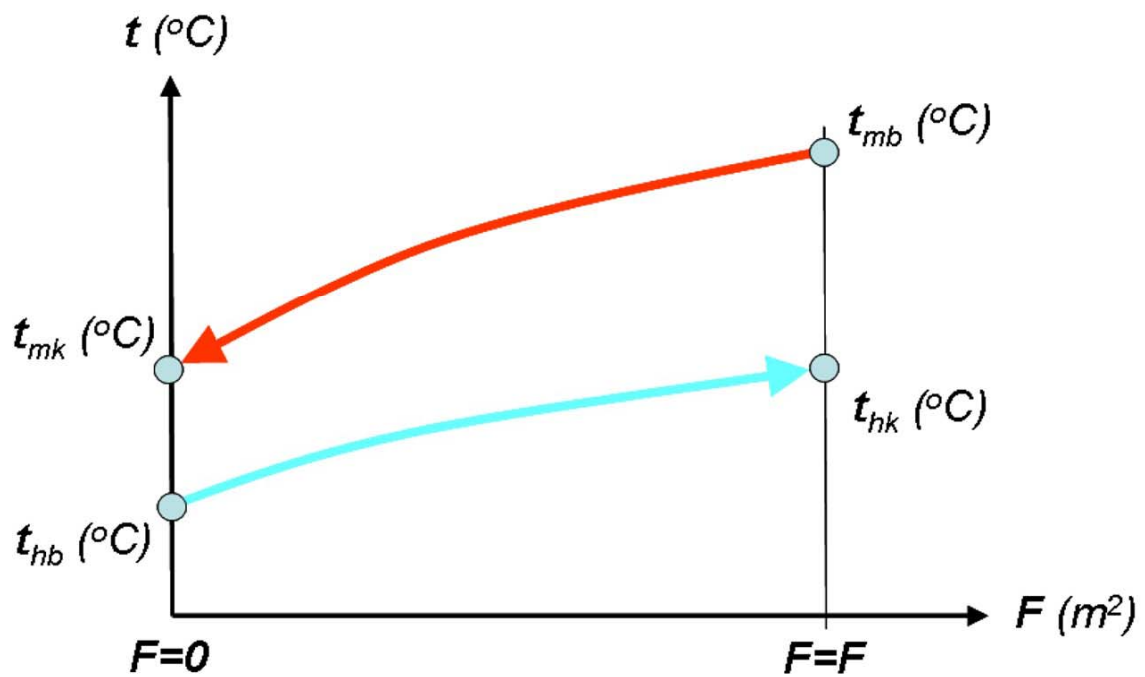
MEGOLDÁSOK

1. feladat.

Ellenáramú hőcserélő.

$$\Delta t_{F=0} = t_{mb} - t_{hb}$$

$$\Delta t_{F=F} = t_{mk} - t_{hk}$$



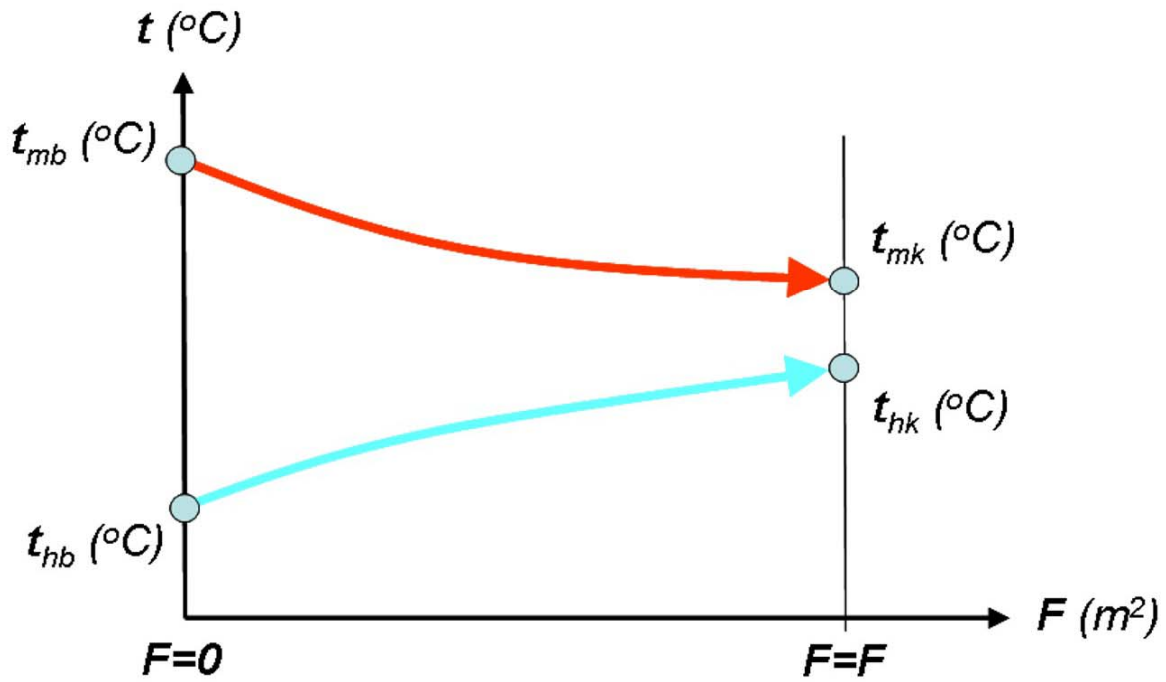
5. ábra. Ellenáramú hőcsere

Egyenáramú hőcserélő (folyadék-folyadék)

## HŐCSERÉLÉSNÉL MIT, HOGYAN, MIÉRT VÉGZÜNK?

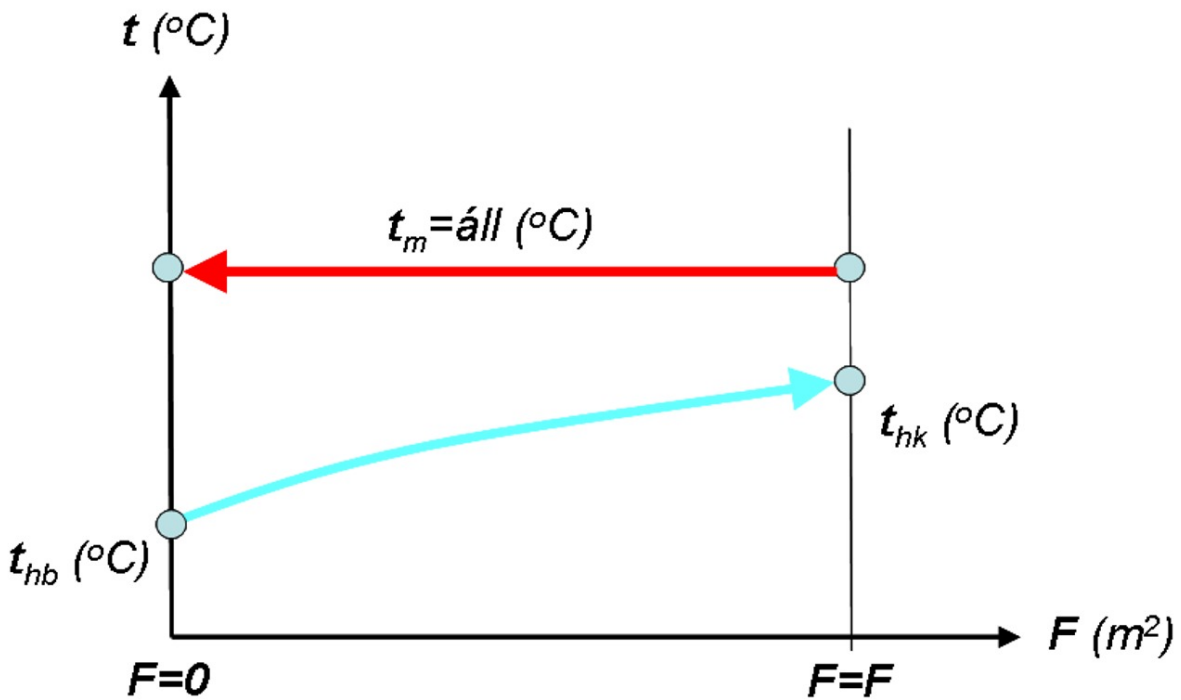
$$\Delta t_{F=0} = t_{mb} - t_{hb} = \Delta t_1$$

$$\Delta t_{F=F} = t_{mk} - t_{hk} = \Delta t_2$$



6. ábra. Egyenáramú hőcsere

Ellenáramú hőcsere (folyadék-gőz)



7. ábra. Ellenáramú hőcsere kondenzációval

2. feladat.

Ha a veszteségektől eltekintünk, a melegebb közeg által leadott hő megegyezik a hidegebb közeg által felvett hővel.

$$c_h \times m_h \times \Delta t_h = c_m \times m_m \times \Delta t_m$$

Ahol:

$c_h$  = hidegebb közeg fajhője

$c_m$  = melegebb közeg fajhője

$m_h$  = hidegebb közeg mennyisége

$m_m$  = melegebb közeg mennyisége

$\Delta t_h$  = hidegebb közeg hőmérséklet változása

$\Delta t_m$  = melegebb közeg hőmérséklet változása

A hőáram a hőleadó közegből kiindulva, a fűtőfelület ellenállását legyőzve jut a hőfelvevő közegbe.

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

Ahol:

$Q$  = a h idő alatt átbocsátott hőmennyiséggel (kJ),

$k$  = a hő átbocsátási tényezővel, ami kifejezi, hogy milyen és mekkora ellenállás gátolja a hőátadását (W/(m<sup>2</sup>×K), azaz 1 m<sup>2</sup> felületen 1oC hőmérséklet különbség hatására 1 óra alatt átbocsátott hőmennyiség.

$F$  = fűtőfelület, (m<sup>2</sup>)

$\Delta t_k$  = a két oldal közti közepes hőmérséklet különbség (K) (Kelvin)

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

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_{hl}} + \frac{1}{\alpha_{hf}} + \frac{1}{\frac{\lambda}{\delta}}$$

Ahol:

$\alpha_{hl}$  = hőátadási tényező a hőleadó oldalon

$\alpha_{hf}$  = hőátadási tényező a hőfelvevő oldalon

$\lambda$  = fűtőfal hővezetési tényezője

$\delta$  = fűtőfal vastagsága

$$\Delta t_k = \frac{\Delta t_{F=0} - \Delta t_{F=F}}{\ln\left(\frac{\Delta t_{F=0}}{\Delta t_{F=F}}\right)}$$

Ahol:

---

## HŐCSERÉLÉSNÉL MIT, HOGYAN, MIÉRT VÉGZÜNK?

$\Delta t_F = 0$  a fűtőfelületbe belépő anyagok hőfokkülönbsége

$\Delta t_F = F$  a fűtőfelületből kilépő anyagok hőfokkülönbsége

---

### 3. feladat.

Kíméletes kezelést igénylő élelmiszeripari termékek hevítésére és hűtésére használhatók a kapartfalú hőcserélők. A hőcserélőben egy kaparókéssel ellátott forgó tengely távolítja el a terméket a berendezés belső faláról. Kétféle kapartfalú hőcserélő ismert. Az egyik, nagy viszkozitású és rostokat/szemcséket tartalmazó italok és élelmiszerek gyártása során, a másik, szivattyúzandó, nagy viszkozitású, ragacsos, illetve szemcsés termékek hőkezelésére alkalmazható.

Spirál hőcserélők ideális hőátadási és áramlástechnikai jellemzőkkel rendelkeznek a nehézipari alkalmazások széles köre számára. Ezek a hőcserélők alkalmasak olyan viszkozus és szemcsés termékek kezelésére, amelyek más típusú hőcserélők esetén eltömődést vagy korróziót okozhatnak.

Vannak olyan hőcserélők ahol a hőcserélő felületet csavarvonalú, közös tengelyű spirál képezi ellenirányban tekert csövekből. A hőcserélő felület e sajátosságának köszönhetően a folyadéknak csavarvonal mentén végbemenő turbulens áramlása következik be, ami által magasabb hőátviteli együttható érhető el. A hőcserélők erősen ötvözött ausztenites acélból készült szétszedhetetlen, hegesztett szerkezetek.

Duplafalú csöves hőcserélők a hőcserélőben résztvevő közegek keveredésének megakadályozására. Célja, ha a két közeg bármelyike szivárogni kezd, az azonnal észlelhető lesz a hőcserélő külsején, így rögtön javítható a meghibásodás.

---

### 4. feladat

A tömített lemezes hőcserélő hatékony, mégis kíméletes kezelést biztosít olyan érzékeny anyagok hűtési, fűtési folyamataiban, ahol a higiénia kiemelten fontos. Széles körben alkalmazható tejiparban, söriparban és italgyártásban csakúgy, mint gyógyszer-, élelmiszer- és szépségápolási termékek gyártásában. Felhasználási területe lehet tej/tejszín-, sör- és gyümölcsle feldolgozás, borkészítés, cukorkoncentrátumok gyártása és számos egyéb alacsony viszkozitású élelmiszeripari termék feldolgozása.

Vannak olyan lemezes hőcserélők, melyek rozsdamentes acélból készülnek, vékony, hullámosított lemezei rézzel forrasztottak. Így a hőcserélő olyan zárt egységet képez, amely ellenáll magas nyomás- és hőmérséklet viszonyoknak. Ez a hőcserélő típus csak olyan felületből áll, amely aktívan hozzájárul a hőcseréhez, így hatékonysága jelentősen nagyobb a hagyományos hőcserélőkkel szemben. Ezekben a hőcserélőkben nincsenek tömítések, alkalmasak magas hőmérsékleten és/vagy nyomáson való üzemelésre, így például távfűtésben, számos hűtési-, fűtési alkalmazásban. A hőcserélők lehetnek egyjáratúak, kétjáratúak vagy többjáratúak.

Tejüzemek, sörüzemek, gyümölcsleógyártók és hasonló élelmiszeripari termékek számára általános hűtési- és fűtési feladatokra is gyártanak, speciális lemezes hőcserélőket melyek megfelelnek a legszigorúbb élelmiszeripari előírásoknak. A lemezek kialakítása kifejezetten élelmiszeripari alkalmazásokban szerzett gyakorlati tapasztalaton alapszik. A nagy csatornamélységnek és a viszonylag kevés, lemezek közti érintkezési pontnak köszönhetően hosszabbodik a két tisztítás közötti üzemidő. Az egyedi lemezmintázat biztosítja az egyenletes áramlást a lemez teljes hosszán.

Kifejezetten nagy higiéniát igénylő hűtési- és fűtési alkalmazásokra is gyártanak lemezes előmelegítőket. Ezek a hőcserélők alkalmasak hőérzékeny termékek hűtésére és fűtésére alkalmazzák a tej-, sör-, ital-, élelmiszer- és gyógyszergyártás során. Kulcsfontosságú berendezései például a tejpasztörizálásnak, a joghurt hűtésének. A hőcserélő kerete készülhet rozsdamentes acélból, vagy ezüsttel bevont szénacélból, a tömítések rápatinthatóak és a lemezek anyaga, lehet rozsdamentes acél, vagy titán. Ezek a hőcserélők készülhetnek duplafalú lemezekből is, amelyek tökéletes védelmet biztosítanak a keresztzennyeződésekkel szemben.

A speciális hegesztési eljárással (diffúziós hegesztési eljárás), 100%-ban rozsdamentes acélból készülő lemezes hőcserélők olyan mértékben higiénikusak és korrózióállóak, ami nem valósítható meg egyetlen hagyományos forrasztott hőcserélővel sem. Ez a megoldás lehetővé teszi, hogy olyan folyamatok esetén is lehessen nagy hatásfokú hőcserélőt alkalmazni, ahol az extrém nyomás és hőmérséklet körülményeket a hagyományos forrasztott hőcserélők nem bírják. A 100%-ban rozsdamentes acélból készült hőcserélők akár 550°C hőmérsékleten is üzemeltethetők.

A duplafalú lemezes előmelegítők kialakítás biztosítja, hogy ha a hőcserélőben áramoltatott két közeg bármelyike szivárogni kezd, az szabad szemmel látható lesz a hőcserélő külsején, így rögtön észlelhető és javítható a meghibásodás. A duplafalú lemezes hőcserélők így ideális megoldást jelentenek azokban az esetekben, amikor az áramoltatott folyadékok keveredése környezeti károkat, a közegek roncsolódását vagy más veszélyes kockázatot okozna. A duplafalú lemezes hőcserélők hőátadási együtthatói általában 2-3-szor magasabbak a csöves hőcserélőkkel összevetve

## IRODALOMJEGYZÉK

### FELHASZNÁLT IRODALOM

**Bass Emil, Csernus András**

A vegyipari gépek és műveletek kalorikus és diffuzív fejezetei I. (Hőcsere-  
lők csoportosítása)  
Kézirat

Tankönyvkiadó 1963

**Dr, Iró Béla SzE.MTK Gépzerkezettan és Mechanika Tanszék** [http://www.sze.hu/~iro/H%20%e9s%20%28L\\_AG02%29/Diasorozatok/](http://www.sze.hu/~iro/H%20%e9s%20%28L_AG02%29/Diasorozatok/) (felületi hőcsere-  
lők) (2010-  
07-10

<http://local.alfalaval.com/hu-hu/kulcstechnologiak/hocsere/Pages/default.aspx>

2010. 07. 10

### AJÁNLOTT IRODALOM

Az iparágban használatos hőcsere-  
lők gépkönyvei.

A(z) 0562–06 modul 001–es szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

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

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:  
20 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