

## 14. VILLAMOS FOGYASZTÓK

Mindennapi életünk számos területén találkozunk azokkal a különféle készülékekkel, berendezésekkel, amelyek a villamos energiát más energiákká (pl. hőenergia, mechanikai energia, fényenergia, stb.) átalakítva hasznosítják. Ezen berendezések összességét nevezzük villamos fogyasztóknak.

A következőkben megismerkedünk a széles körben alkalmazott, jellegzetes ipari és háztartási villamos fogyasztókkal és azok üzemi sajátosságaival, elsősorban abból a szempontból, hogy azok milyen követelményeket támasztanak a villamos energiát elosztó hálózatokkal, ill. általában a villamosenergia-szolgáltatással szemben.

### 14.1 Ipari motoros fogyasztók

Az ipari üzemek munkagépeit leggyakrabban villamos motorok hajtják. Az esetenként szükséges villamos hajtómotorok kiválasztása mindenkor a műszaki és technológiai adottságok figyelembevételével történik.

A motorok kiválasztását elsődlegesen az indítási és az üzemeltetési viszonyok határozzák meg. Ezek a viszonyok befolyásolják a motort tápláló hálózat vezetőinek méretezését, valamint a motor védelmének kiválasztását is.

A motorok indítási viszonyai úgy befolyásolják a tápláló hálózat vezetőinek méretezését, hogy a vezetőknek el kell viselniük a motorok indítási áramlökeseit, ami – különösen a leggyakrabban alkalmazott kalickás aszinkron motoroknál – a motor névleges áramának többszöröse is lehet. Figyelembe véve azt, hogy a motorok indítása viszonylag gyorsan végbemegy, fenti indítási jelenségeket az egyéb szempontok alapján (feszültségesés, teljesítményvesztés, terhelhetőség) méretezett táphálózat általában elviseli.

A motorok üzeme lehet:

- **Állandó üzem:** amelynek üzemideje olyan hosszú, hogy a motor belső hőmérséklete eléri a melegedés szempontjából megengedhető hőmérsékleti határt.
- **Rövid ideig tartó üzem:** amelynek üzemideje alatt a motor belső hőmérséklete nem éri el az állandósult értéket és az azt követi kikapcsolt állapotban a gép lehűl a környezeti hőmérsékletre.
- **Szakaszos üzem:** amelynél a terhelt és a kikapcsolt állapot periódikusan változik.
- **Állandó üzem szakaszos terheléssel:** a mikor a motor a terhelési szünetekben is állandóan jár.

Az állandó üzemű motorok a tápláló hálózatból állandó terhelőáramot vesznek fel, tehát a hálózatot úgy kell méretezni, hogy ezzel az állandó árammal, tetszőlegesen hosszú ideig terhelhető legyen. A hálózat védelme ezen állandó terhelőáram hatására ne lépjen működésbe.

A rövid ideig tartó és a szakaszos üzemű motorokat tápláló hálózat vezetőinek keresztmetszete viszonylag kisebbre választható, ugyanis a vezeték a viszonylag nem hosszú ideig tartó terhelési periódusokban bizonyos mértékig túlterhelhető. Természetesen méretezésnél mérlegelni kell a vezeték egyéb viszonyait is.

Az állandó üzemű, de szakaszos terhelésű motorokat tápláló hálózat méretezésénél figyelembe kell venni azt, hogy a motorok üresjárási árama a hálózatot állandóan terheli. A védelmét úgy kell beállítani, mintha az adott motor állandó üzemű lenne.

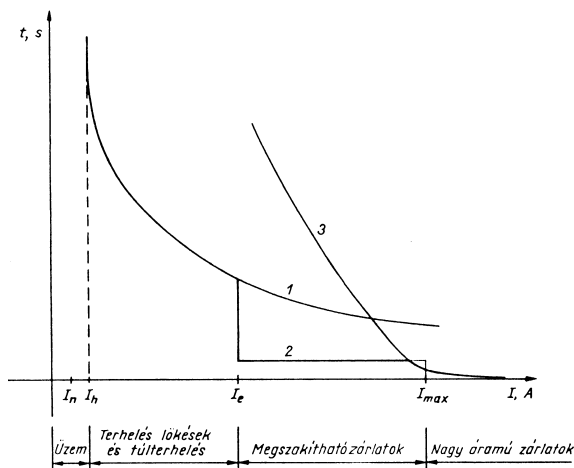
A klasszikus elvek szerint kialakított ún. teljes motorvédelemnek három eleme van:

- ikerfémesség hőkioldó,
- elektromágneses gyorskioldó
- olvadóbiztosító.

Az ikerfémesség hőkioldó (bimetall) a motor túlterhelésvédelmére szolgál, míg a gyorskioldó és a biztosító zárlatvédelmi feladatokat lát el.

E három elemnek a motorvédelemben való kellő összehangolása fontos feladat, ugyanis biztosítani kell ezek egymáshoz viszonyított szelektív működését. Az ábrán mindhárom elem jelleggörbéjét felrajzoltuk.

A motor kapcsainál mérhető áram nagyságától függően a teljes áramtartományt négy részre osztottuk fel. Az első rész, ahol  $I < I_h$ , az üzemi tartomány. Az itt folyó áramok esetén a motorvédelem egyik eleme sem kapcsolhat le.  $I_h$ : a hőkioldó határárama, amelynél a hőkioldó elméletileg végtelen idő múlva működik.



A második rész, ahol  $I_h < I < I_e$ , a terhelés lökések és túlterhelések tartománya. A motor lekapcsolását ebbe a tartományba eső áramok esetén az ikerfémesség hőkioldó (1) végzi, a karakterisztikája által megszabott késleltetéssel.  $I_e$ : az elektromágneses gyorskioldó indulási árama.

A harmadik rész, ahol  $I_e < I < I_{max}$ , a kapcsoló készülékkel megszakítható zárlatok tartománya. A tartományba eső zárlati áramok fellépése esetén működik az elektromágneses gyorskioldó (2) és jelleggörbéjének megfelelően, a zárlati áram nagyságától gyakorlatilag független késleltetéssel kikapcsolja a motorkapcsolót.  $I_{max}$ : a motorkapcsoló által megszakítható legnagyobb zárlati áram.

Ha a fellépő zárlati áram nagyobb, mint  $I_{max}$ , akkor az olvadóbiztosítónak kell működnie, ugyanis ezen nagyáramú zárlatok tartományába eső áramokat a motorkapcsoló már nem képes megszakítani.

Fentiekből is látszik, hogy motoroknál az olvadóbiztosítóval nem lehet túlterhelésvédelmet megvalósítani, az kizárólag csak zárlatvédelmi feladatokat láthat el.

## 14.2 Ipari hőfejlesztő fogyasztók

A különféle elvű ipari hőfejlesztő berendezések a villamos áram hőhatását használják fel. A villamos hőfejlesztés fizikai, nem pedig vegyi folyamat, mint például a tüzelőanyagok elégetésén alapuló hőfejlesztés, ezért oxigént, vagyis levegőt nem igényel. Villamos hőfejlesztés esetén elmaradnak a nyílt lángú tüzelést kísérő kellemetlen jelenségek, nem keletkeznek füstgázok, salak, pernye, nem szennyezi a környezetet.

A villamos fűtés további előnyei: nem kell a tüzelőanyagot raktározni, a hőfejlesztés folyamata nem igényel állandó felügyeletet, könnyen automatizálható, megfelelő programvezérléssel biztosítható a hőmérsékletnek előre meghatározott görbe szerinti lefolyása.

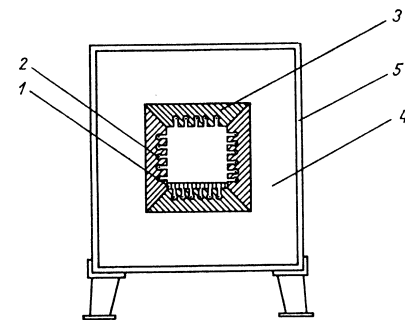
Fenti előnyök miatt az ipar számos területén elterjedten alkalmazzák a különféle villamos hőfejlesztő berendezéseket. A villamos hőfejlesztésnek a gyakorlatban alkalmazott fűtési rendszereit és azok főbb ipari alkalmazásait az alábbi táblázat foglalja össze.

A fűtési rendszer megnevezése		A legfontosabb alkalmazási terület
Ellenállásfűtés	közvetett	Szárító-, hevítő-, olvasztókemencék
	közvetlen	Fémek melegítése, izzítása. Ellenállás-hegesztés.
Ívfűtés		Kohászati és vegyipari kemencék. Ívhegesztés.
Indukciós fűtés		Fémek izzítása, olvasztása, hőkezelése, forrasztása
Dielektromos fűtés		Szigetelőanyagok és félvezetők melegítése, szárítása

### 14.2.1 Közvetett ellenállásfűtésű kemencék

A közvetett ellenállás-fűtésű kemencék alaptípusai az ún. kamráskemencék.

A kamráskemence főbb szerkezeti részei kívülről befelé haladva: a burkolat (5), a hőszigetelés (4), a tűzálló kerámia réteg vagy más néven idomkő (3), amelynek hornyaiban foglal helyet a fűtőellenállás (2), valamint a hőálló fenéklemez (1), amelyre ráhelyezik a hevítendő tárgyat vagy az olvasztótégelyt.



A kemencében a villamos energiát a megfelelően méretezett fűtőellenállás alakítja át hőenergiává. A fűtőellenállások anyaga általában króm- vagy szilícium-ötvözet, molibdén, wolfram, ill. grafit vagy szén, attól függően, hogy milyen belső hőmérsékletet kívánunk biztosítani. A belső tér hőmérséklete szerint alacsony (400<sup>0</sup>C-ig), közepes (1150<sup>0</sup>C-ig) és magas hőmérsékletű (50<sup>0</sup>C felett) kemencéket különböztetünk meg.

Üzemeltetési szempontok szerint ismerünk állóbetétes kemencét, amelyben a betett anyag a berakástól a kisedésig azonos helyen marad és mozgóbetétes kemencét, amelyben a betett anyag a hőkezelés folyamán a kimenő nyílás felém irányuló haladó mozgást végez.

A közvetett ellenállásfűtésű kemencék a hálózatról tiszta hatásos áramot vesznek fel. A kemencét tápláló kifestésű hálózatot úgy kell méretezni, hogy az a megengedett hálózati veszteségi és feszültségesési Határokon belül, gazdaságosan és biztonságosan átvigye a kemence szükséges villamos fűtőteljesítményét. Adott minőségű, és mennyiségű anyag meghatározott hőfokra való felmelegítéséhez elméletileg szükséges villamos energia ( $W_e$ ) egyszerűen számítható. Ennek ismeretében a kemence által igényelt fűtőteljesítmény:

$$P = \frac{W_e}{\eta t} \text{ (kW)}, \text{ ahol } W_e \text{ a felmelegítéshez szükséges villamos energia (kWh), } \eta \text{ a kemence}$$

becsült hatásfoka, amelynek átlagértéke – állóbetétes kemencékre:  $\eta=40\dots50\%$ , mozgóbetétes kemencékre:  $\eta=60\dots70\%$ , t a felmelegítési idő (h).

A közvetett fűtésű kemencék a szokványos energetikai hálózatokról táplálhatók. Nagy fűtőteljesítmény-igény esetén célszerűen szimmetrikus háromfázisú táplálásúak.

A legfontosabb alkalmazási területek:

- olvasztókemencék: különböző fémek és ötvözeik, műanyagféleségek olvasztására;

- hőkezelő kemencék: nyersanyagok és félkész gyártmányok nemesítési, edzési, kovácsolási hőfokra való felmelegítésére; kerámiai anyagok égetésére;
- szárítókemencék: különféle anyagok szárítására.

### 14.2.2 Közvetlen ellenállásfűtésű hőfejlesztő készülékek

A közvetlen ellenállásfűtés működési elve: az áram áthalad a melegítendő munkadarabon, amelyet a keletkező hő felmelegít. Alkalmazható mind szilárd, mind folyékony halmazállapotú anyagok felmelegítésére. Mivel a felmelegítendő anyagok keresztmetszete rendszerint nagy, fajlagos ellenállásuk pedig kicsi, a közvetlen ellenállásfűtésre általában törpefeszültséget alkalmaznak nagy áramerősséggel, amelyet szabályozó-transzformátor szolgáltat.

A közvetlen ellenállásfűtés hatásfoka jó, folyadékmelegítés esetén 75-90%, szilárd testek esetén a munkadarab méreteitől függően 60-90%.

A legfontosabb alkalmazási területek és az azokhoz kapcsolódó villamos üzemviteli problémák a következők.

Vízvezetékcsöveket befagyás ellen a veszélyeztetett szakaszokon átvezetett törpefeszültségű árammal lehet védeni. A törpefeszültséget egyfázisú transzformátor adja, a melegítési folyamat áramszükséglete a csövek vastagsága és elhelyezése (szabadtér, zárt helyiség) függvényében 50...3000A. A tápláló transzformátor teljesítménye csőfolyóméterenként 25...75VA.

Szegecsek melegítése közvetlen ellenállásfűtéssel egyenletesen elvégezhető. Az e célból készített automata gépek transzformátorainak szokásos teljesítménye 20...40kVA.

Bugák hevítését hengerművekben a közvetlen ellenállásfűtés elve alapján végzik. A szükséges törpefeszültséget viszonylag nagyteljesítményű (1000kVA), egyfázisú transzformátorokkal állítják elő. Itt is célszerű az egyes berendezéseket a három fázis között egyenlően szétosztani, a tápláló hálózat erősen aszimmetrikus terhelésének elkerülése érdekében.

Közvetlen ellenállásfűtés elve alapján működnek a pont- és vonalhegesztő gépek, valamint a tompahegesztő gépek is. Ezeknél az összehegesztendő fémrészeket megfelelően kiképzett elektródok nagy erővel összenyomják, majd a rajtuk átfolyó nagy áram hatására a fémrészek átmeneti ellenállásán keletkezett Joule-hő és a nagy nyomás együttesen hozzák létre a kohéziós kapcsolatot. Az ellenálláshegesztési eljárásoknál a fémek általában nem olvadnak meg, csak képlékennyé válnak.

A pont- és vonalhegesztő gépek áramforrásaként általában 1-5V szekunder feszültségű, primer oldalán 6-8 fokozatú kapcsolóval szabályozható egyfázisú, váltakozó áramú transzformátorokat használnak. A hegesztés áramszükséglete a hegesztendő anyag minőségétől függően 4-40kA.

A jó hő- és villamos vezetőképességű anyagok (pl. könnyűfémek) pont- és vonalhegesztéséhez szükséges nagy, többnyire 100kVA feletti, villamos teljesítményt nem célszerű egyfázisúan kapcsolni a villamos hálózatra, ezért ilyen esetben inkább egyenáramú rendszerekkel dolgoznak.

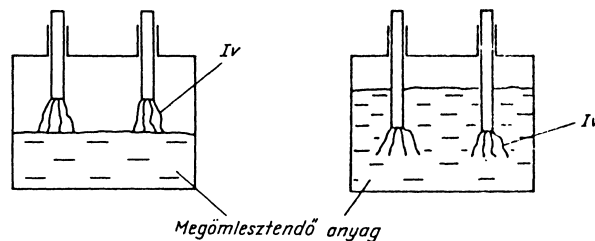
### 14.2.3 Villamos ívkemencék

A villamos ívkemencékben a villamos ívben keletkező hőt hasznosítják. A hőfejlesztés és hőközlés módozatai szerint az ívkemencéket három nagy csoportra osztjuk

A közvetlen ívfűtésű kemencéket jóformán csak a vegyiparban alkalmazzák, gázok nagy hőmérsékletre való hevítésére.

A közvetett (sugárzó) ívfűtésű kemencékben az ív sugárzó hője melegíti fel a betett anyagot.

Az ipari alkalmazás szempontjából legfontosabb ívkemencék kombinált ív-, ellenállásfűtésű kemencék, amelyekben a hőenergia egy része a villamos ívben, a másik része pedig a melegítendő anyagban folyó áram Joule-hője révén keletkezik. Ha a megömlesztendő betét villamos vezetőképessége jó, akkor a hőenergia nagyobb része az ívben keletkezik, s elsősorban ennek sugárzó hatása révén olvad meg a betét. Az ilyen kemencékben az elektródok nem érnek hozzá a megömlesztendő anyaghoz. Rosszabb vezetőképességű betét esetén a hőenergia nagyobb része a betétben képződik.

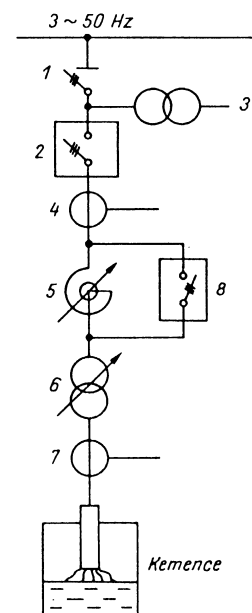


Az acélolvasztó ívkemencék általában háromfázisú váltakozó áramú táplálást kapnak. Az elektródák anyaga általában grafit.

Az elektródokat mechanikus szerkezetek mozgatják, fölfelé vagy lefelé, ugyanis az ívhossz szabályozása, s így az ívteljesítmény állandó szinten tartása ezzel biztosítható. Ezt általában önműködő szabályozó berendezések végzik.

Az ívkemencék villamos berendezéseinek egyvonalas kapcsolási vázlatát láthatjuk az ábrán.

A kemence leágazás (1) szakaszolón és (2) megszakítón keresztül kapcsolható a háromfázisú, váltakozó feszültségű, általában nagyfeszültségű gyűjtősínre. A (4 és 7) áramváltók és a (3) feszültségváltó a különféle mérőműszereket (pl. fogyasztásmérő) és az önműködő elektródaszabályozó berendezést táplálják. A (6) kemencetranszformátort az ívkemencék üzemi viszonyai szerint kell kiválasztani. A vasötvözeteket gyártó ívkemencék folyamatos üzeműek, transzformátoraik terhelése viszonylag egyenletes, így ezek szokásos erőátviteli transzformátorok lehetnek. Az acélolvasztó ívkemencék szakaszos üzeműek, transzformátoraik az olvasztás különböző fázisaiban változó teljesítménnyel dolgoznak. A beolvasztás alatt gyakoriak a rövidzárlati nagyságú áramlökések. Az acélolvasztó ívkemence transzformátorának ezért normál erőátviteli transzformátorokhoz képest nagyobb túlterhelhetőséggel, nagyobb dinamikus szilárdsággal, több átviteli fokozattal és nagyobb áttételi viszonyal kell rendelkeznie. Az acélolvasztó kemencetranszformátorok szokásos teljesítménye a kemence befogadó képességétől függően 1-40MVA, a szekunder feszültség 100-500V. A transzformátor elé kapcsolt fojtótekercsnek (5) kettős szerepe van: egyrészt fokozza az ív stabilitását, másrészt csökkenti



az áramlökéseket. A fojtó szabályozható kivitelű, reaktanciáját az olvasztás folyamán csökkenteni kell, sőt a folyamat végén egy kapcsolóval (8) áthidalható.

Az ívkemencék hatásfoka nagymértékben függ a kemence szerkezeti felépítésétől és az olvasztási folyamat jellegétől. Általában a bevezetett villamos energia 60-75%-a fordítható a betett anyag megolvasztására

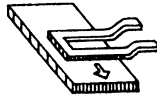
#### 14.2.4 Indukciós kemencék és hevítő berendezések

Az indukciós hőfejlesztő berendezésekben az elektromágneses indukcióval létrehozott örvényáramok Joule-hőjét használják fel villamosan vezető anyagok melegítésére.

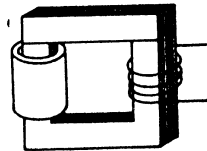
A hevítő induktorok a melegítendő munkadarab (betét) alakjától, méreteitől és a hevítés technológiájától függően különbözők lehetnek. Leggyakoribbak az egy- vagy több menetes zárt induktorok, amelyek teljesen körül fogják a hevítendő betétet (a ábra). Ilyenek például az olvasztókemencék induktorai, a kovácsolási előmelegítésre használt induktorok és az edző induktorok.



a)



b)



c)

Főként felületi edzésre használják a nyitott induktorokat, amelyek a melegíteni kívánt felülethez illeszkednek, de nem fogják körül (b ábra). Alakjuk, szerkezeti felépítésük a legkülönfélébb lehet, a munkadarab alakjától és a melegítés módjától függően.

A zárt vasmagos induktorokat (c ábra) általában üreges munkadarabok melegítésére használják.

Az induktor általában, a betéttel együtt, olyan transzformátornak tekinthető, amelynek primer tekercse az induktor, szekunder tekercse pedig a hevítendő betét, tehát a szekunder "tekercs" rövidre zárt állapotban van. Általában nagy a rendszer induktivitása és a fázistényező értéke igen kicsi, a leggyakoribb megoldásoknál  $\cos\varphi=0,1-0,25$  között van. A tápláló hálózatra nézve ez igen kedvezőtlen meddő teljesítményviszonyokat jelentene, ezért indukciós hőfejlesztő berendezéseknél mindig alkalmazni kell a berendezéssel párhuzamosan kapcsolt, meddő teljesítmény kompenzáló kondenzátortelepeket. Ezek segítségével a teljesítménytényezőt  $\cos\varphi=1$ -re szokás beállítani. Ezzel a tápláló hálózatot gyakorlatilag teljesen mentesíteni lehet az induktorok üzeméhez szükséges meddőteljesítmény szállításától.

Az indukciós hevítés történhet hálózati frekvenciával (50 Hz). Ha az induktor feszültsége nem egyezik meg a hálózati feszültséggel, vagy üzem közben változtatni kell az induktor feszültségét (pl. olvasztókemencéknél), akkor az induktort feszültség szabályozó transzformátoron keresztül kapcsolják a hálózatra.

A középfrekvenciás indukciós hevítőberendezések áramforrása csaknem kizárólag forgógenerátor. A szokásos frekvenciatartomány 100 Hz-től 10 kHz-ig terjed. Ha a hevítés kis feszültséget és nagy áramerősséget igényel (pl. különféle edzési eljárásoknál), akkor a középfrekvenciás áramforrás és az induktor közé vasmagos, vízhűtéses illesztő-transzformátorokat alkalmaznak.

A nagyfrekvenciás indukciós hevítőberendezések tápforrásai általában elektroncsöves, nagyfrekvenciás generátorok (ún. csőgenerátor). Frekvenciatartományuk néhány MHz-től több ezer MHz-ig terjedhet.

Az indukciós hőfejlesztő berendezések villamos szempontból egyfázisú fogyasztók. Ez a tápláló hálózat szempontjából hátrányos lehet, ugyanis a gyakran igen nagy teljesítményű hálózati frekvenciás indukciós hőfejlesztő a hálózat számára elviselhetetlenül nagy aszimmetrikus terhelést jelenthet. Ennek elkerülése érdekében pl. az indukciós olvasztókemencéknél különféle szimmetrizáló műkapcsolásokat alkalmaznak, amelyek segítségével lehetővé válik a hőfejlesztő berendezés háromfázisú táplálása.

Az indukciós hőfejlesztés leggyakoribb alkalmazási területei:

- indukciós olvasztókemencék, elsősorban alumínium, réz és horgany olvasztására;
- fémek (elsősorban acélok) előmelegítése kovácsolás, sajtolás vagy hegesztés céljából;
- acél munkadarabok felületi edzéshez való felmelegítése

Az indukciós hőfejlesztés általános előnyei: a viszonylag gyors felmelegítés, és a gazdaságosság. (A hagyományos gáz- vagy olajtüzelésű kemencékben 1t acél melegmegmunkálásához szükséges hőfokra való melegítéséhez 1200-1700kWh villamos energiának megfelelő értékű fűtőanyag fogy, míg ugyanehhez indukciós hőfejlesztéssel 400-600kWh szükséges.)

#### 14.2.5 Villamos ívhegesztő készülékek

Villamos ívhegesztésnél a két elektród között létrehozott villamos ív koncentrált hőhatásával létesítünk fémes kötést az összehegesztendő anyagrészek között.

A ma legnagyobb részt alkalmazott ívhegesztési eljárás az úgynevezett fémpálcás, vagy leolvadó elektródos eljárás, amelynél az egyik elektród maga a hegesztendő fém, a másik pedig egy általában magas olvadáspontú fémpálcá, amely az ív közvetlen hőhatására megolvadva részt vesz a varrat képzésében .

A villamos ív gyújtása úgy megy végbe, hogy az elektródot (hegesztőpálcát) a tárgyhoz érintik, majd néhány mm-re eltávolítják. A tárgyhoz való érintéskor rövidzárlat keletkezik, amelyet a hegesztő áramforrás nagy árammal táplál. A nagy zárlati áram hatására a nagy átmeneti ellenállású érintkezési hely felizzik, megolvad és ionizált fémgözöket bocsát ki. A két elektród elválásának pillanatában a rövidzárlati áram megszakad, s a két elektród közt fellépő feszültség – a gyújtófeszültség – begyűjtja a az ívet, amelynek fenntartásával a hegesztés elvégezhető.

Az ív hőmérséklete igen magas (az áramerősségtől függően 4000-7000°C), a gyújtófeszültség értéke az elektródok anyagától függően 40-70V, az ív fenntartásához 20-40V szükséges. Az ívhegesztésnél a tápláló áramforrásból felvett áram, annak teljesítményétől függően 30-4000A lehet.

Az egyenárammal való hegesztés egyszerűbb, mert az ív stabilabb. A váltakozó áramú ív a nullaátmeneteknél kialszik, tehát váltakozó árammal való hegesztésnél különféle eszközökkel gondoskodni kell az ív állandó újragyújtásáról.

Az ív ismételt újragyulladását elősegítik a hegesztőpálcák bevonatába adagolt olyan anyagok, amelyeknek gözei az ívtér ionizációját a nullaátmenetek alatt is fenntartják, vagy például az áramkör teljesítménytényezőjének csökkentése ( $\cos < 0,4$ ).

Az ívhegesztéshez olyan kisfeszültségű, nagy áramú áramforrások szükségesek, amelyek üresjárási feszültsége (60-90V) nagyobb, mint az ív begyújtásához szükséges feszültség, rövidzárási árama pedig nem különbözik lényegesen a széles határok között (1:6; 1:10) szabályozható üzemi áramtól:  $I_z = (1,2-1,5) I_n$ .

A hegesztőgépeknek három nagy csoportja van:

- hegesztődinamók,
- hegesztőtranszformátorok,
- hegesztőegyenirányítók.

A hegesztődinamók a hegesztési üzem követelményeinek megfelelően kialakított pólusokkal, ill. segédpólusokkal rendelkező, általában antikompand egyenáramú dinamók, amelyeket általában aszinkron motorok hajtanak. Hatásfokuk 55% körüli értéken van. A váltakozó áramú hálózatot a gépcsoport szimmetrikusan terheli  $\cos\varphi=0,88-0,9$  teljesítménytényezővel. Hátrányuk a meglehetősen nagy súly, a viszonylag bonyolult kezelés és kiszolgálás. Ezek a legdrágább hegesztőberendezések.

A hegesztőtranszformátorok döntő többsége egyfázisú transzformátor, amelynek szórt fluxusa változtatható (pl. a járom elmozdításával), s ezzel szabályozható a hegesztőáram. Viszonylag egyszerű és olcsó berendezések, azonban a tápláló váltakozó feszültségű hálózatot aszimmetrikusan terhelik és igen rossz teljesítménytényezővel dolgoznak ( $\cos\varphi=0,4$ ), ezért használatuknál feltétlenül célszerű fázisjavító kondenzátorokat alkalmazni. Hatásfokuk jó, kb. 85%.

A hegesztőegyenirányítók a legkorszerűbb hegesztőgépek, háromfázisú hegesztőtranszformátorból és annak szekunder tekercselésére kötött hídkapcsolású egyenirányítóból állnak. Korábban kizárólag szelén egyenirányítókat alkalmaztak, ma már a kisebb helyigényű és sokkal jobban terhelhető szilíciumdiódákat és tirisztorokat használják. Teljesítménytényezőjük nem túl jó ( $\cos\varphi=0,65$ ), ezért ajánlatos fázisjavító kondenzátorok használata. Hatásfokuk kb. 65%. A tápláló hálózat számára szimmetrikus terhelést jelentenek.

Az iparban – különösen a nagysorozatú, azonos hegesztési eljárást igénylő munkadarabok hegesztésére – sokféle, speciális kivitelű félautomatikus és automatikus hegesztőgépet alkalmaznak.

### 14.3 Háztartási fogyasztók

Napjaink háztartásai már elképzelhetetlenek elektromos berendezések nélkül, amelyek szükségszerű-, célszerű-, szórakozási-, kényelmi igényeinket elégítik ki. A háztartási munkát végző berendezések teljesítménye az utóbbi időben jelentősen megnőtt. Egy-egy háztartási fogyasztó teljesítménye, üzemeltetési körülményei miatt külön áramkör kiépítését igényli.

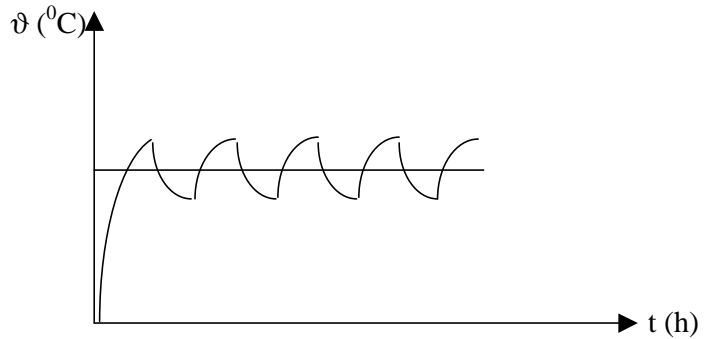
A következőkben ismertetünk néhány nagy háztartási fogyasztót, ezek teljesítményük, ill. méretük miatt kerültek ebbe a csoportosításba. A legtöbb nagy háztartási fogyasztó a villamos energiából hőt termel (tűzhelyek, kályhák, forróvíz termelők stb.), amelyekben a hőmérsékletet megfelelő értéken kell tartani. Ezért néhány gondolatban beszéljünk a hőmérsékletszabályozásról.

#### *Hőmérsékletszabályozók*

A megkívánt hőmérséklet viszonylag nagy teljesítmény esetén ki-be kapcsolásos üzemmellel gyorsan elérhető, és meghatározott pontossággal tartható. Ez úgy történik, hogy a fűtés a felső hőmérsékletelhatár elérése után mindaddig kikapcsolva marad, amíg a hőmérséklet az alsó határ



alá nem csökken. A hőmérsékletszabályozóval legtöbbször adott tartományon belül fokozatmentesen lehet beállítani a hőmérsékletet a kívánt értékre. Különleges célokra vannak olyan szabályozók is, amelyeket rögzített értékre állítanak be, pl. túlmelegedés ellen.



### Hőmérsékletkorlátozók

Feladatuk az, hogy csak megkívánt hőmérséklet elérését engedjék meg, azután a fűtést kapcsolják ki. A hőmérsékletszabályozóval ellentétben működésük végett, ha a határhőmérsékletet egyszer elérték. Fokozatmentesen beállítható korlátozókat elsősorban a különböző forróvíz-tárolóknál alkalmazunk.

### Hőmérsékletérzékelők

A hőmérsékletérzékelők egy részének működése arra a fizikai tényre épül, hogy az anyagok felmelegedéskor kitágulnak, és ennek következtében kis elmozdulás jön létre. A hőmérsékletérzékelők másik csoportjának működésénél azt hasznosítják, hogy anyaguk bizonyos villamos jellemzője, pl. ellenállásuk a hőmérséklet függvényében megváltozik.

*Ikerfém* Az ikerfém (bimetall) a melegítés hatására különböző mértékben táguló, szilárdan egymáshoz rögzített két fémcső. Ha a hőmérséklet emelkedik, az ikerfém nem tud egyenesen tágulni, mivel az egyik fém hosszabb lesz, mint a másik, a szabadon lévő vég kihajlik, s ezzel kapcsolót működtetünk. Ha a kapcsoló ikerfémtől való távolságát változtathatóan képezzük ki, akkor különböző hőmérsékletek vagy üzemi állapotok meghatározott tartományán belül kapcsol ki és be az ikerfém kapcsoló. Ilyen elven működő ikerfém kapcsolót alkalmaznak pl. a vasalókban.

*Invar rúd* A szabályozási folyamatokban a fémek különböző hőtágulásán alapuló további lehetőség az invarcső alkalmazása. Ez olyan ötvözetből készül, ami gyakorlatilag nem tágul és az egyik vége egy réz- vagy sárgaréz csőbe van rögzítve. A csövet melegítve a rézcső megnyúlik, az invar rúd behúzódik a csőbe; lehűtve a szabályozót az invar rúd szabad vége ismét jobban kiáll a csőből. Ezt a kis elmozdulást használjuk fel arra, hogy áttételen keresztül kapcsolót működtessünk vele.



*Tágulótest* A harmadik kapcsolóelem működése a folyadékok vagy gázok hőtágulásán alapul. Rugalmas fémtokba zárva a folyadékot vagy gázt, melegítés hatására a fémtok megnyúlik, ismét kis elmozdulás jön létre, amivel kapcsolót működtetünk. Használunk szilárd fémtokokat is, amelyeket felülről rugalmas membrán zár le. Az ilyen rendszerű szabályozók a gyakorlatban folyadékos érzékelővel működnek, ami a membrán tokjához kapilláris csatlakozik. A felmelegítés hatására a keletkező tágulást a kapilláris közvetíti a fémtokba, ami

végül egy kapcsolót működtet. Tágulótest szabályozót elsősorban a hűtőszekrényekben, főzőlapokban alkalmaznak.

*Elektronikus hőmérsékletérzékelők* Működése a félvezetők negatív hőmérsékleti tényezőjén alapul. A félvezetőn létrejövő ellenállás-változást vezérlésre és hőmérsékletszabályozásra használhatjuk fel. Hídkapcsolásokat alkalmaznak, amelyekbe az egyik ágnak a negatív hőmérsékleti tényezőjű NTC (Negatív Temperatur Coefficient) ellenállást építenek be, ezzel rendkívül pontos hőmérsékletszabályozókat lehet kialakítani.

#### Kapcsolási tartomány

Minden szabályozóhoz meghatározott kapcsolási érzékenység vagy kapcsolási tartomány tartozik, ami tetszés szerint csökkenthető. Pl. a vasaló szabályozóját úgy is kialakíthatnánk, hogy a ki- és bekapcsoláshoz tartozó hőmérsékletek csak 1 °C-kal térjenek el egymástól. Ez azonban értelmetlen lenne, mivel a textíliák nem igényelnek pontosan tartott, állandó hőmérsékletet. Ezenkívül a szabályozónak túl gyakran kellene kapcsolnia, az érintkezők gyorsan elhasználódnának, és a kapcsolásból származó zavarás indokolatlanul nagy lenne.

### 14.3.1 Villamos tűzhelyek

A tűzhelyekbe beépített főzőlapok három féle kivitelben készülnek. A több, meghatározott teljesítményű kapcsolási fokozattal ellátott *normál főzőlapokon* túlmenően megkülönböztetünk: *automata főzőlapokat*, ezek hőmérsékletszabályozóval működnek, esetleg időkapcsoló segítségével felügyelet nélkül végzik el a főzést, valamint *gyorsfőzőlapokat*, amelyek nagyobb teljesítményük alapján rövidebb felfűtési időt igényelnek a normál főzőlapokhoz képest.

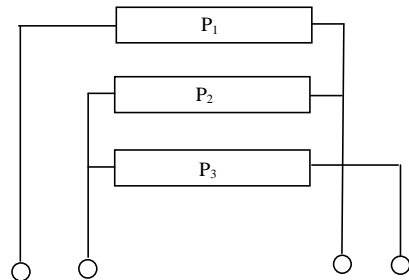
Kapcsolási fokozatok	0	6	5	4	3	2	1
$F=145\text{mm}$	$P_1=250\text{W}$ $P_2=250\text{W}$ $P_3=500\text{W}$	1000 W	750 W	500 W	250 W	165 W	100 W
	$P_1=750\text{W}$ $P_2=250\text{W}$ $P_3=500\text{W}$	1500 W	750 W	500 W	250 W	165 W	135 W
$F=180\text{mm}$	$P_1=350\text{W}$ $P_2=300\text{W}$ $P_3=850\text{W}$	1500 W	1150 W	850 W	300 W	220 W	135 W
	$P_1=850\text{W}$ $P_2=300\text{W}$ $P_3=850\text{W}$	2000 W	1150 W	850 W	300 W	220 W	175 W
Alkalmazás	Felfűtés	Sütés		Tovább főzés	Gyenge főzés	Melegen tartás	
		Főzés	Erős főzés				

A háztartási tűzhelyek bukóélel ellátott főzőlapjai szabványosítva vannak, és szinte csak a következő méretekben fordulnak elő:

- 145 mm átmérőjű 1000 W teljesítménnyel (1500 W gyors- és automata főzőlapok);
- 180 mm átmérőjű 1500 W teljesítménnyel (2000 W gyors- és automata főzőlapok);
- 220 mm átmérőjű 2000 W teljesítménnyel (2600 W gyors- és automata főzőlapok).

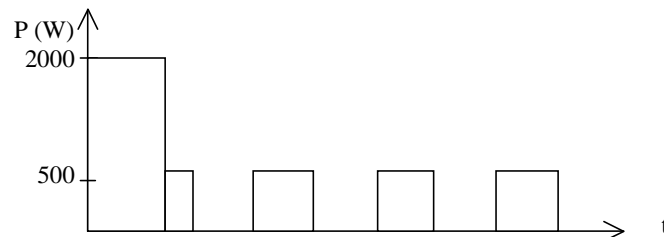
A hazai gyártmányú készülékekben 145 mm és 180 mm átmérőjű lapokat használnak.

A normál főzőlapokat négy- vagy hétfokozatú kapcsoló működteti, ezek egyik állásában a főzőlap kikapcsolt. A hétfokozatú kapcsoló három fűtőkört kapcsolhat fokozatban az ábra szerint



#### Automata főzőlapok

Az automata főzőlapok szükségtelessé teszik a főzési folyamat állandó felügyeletét. A főzőlap legjelentősebb feladata az, hogy a főznievaló hőmérsékletétől függően a teljesítményt vezérelje: először a főzőlap teljes teljesítményével gyors felfűtést biztosítson, majd a teljesítményt automatikusan visszakapcsolja oly értékre, ahogyan az az étel készre főzéséhez szükséges. Az automata főzőlapnak két teljesítményfokozata van: 2000 W és 600 W. A felfűtés ideje alatt a 2000 W-os lap üzemel, a főzés ideje alatt a 600 W-os lap üzemel a beállított hőmérsékletnek megfelelően.



Villamos sütők. A tűzhellyel egybeépített sütőkön kívül önálló egységként is gyártanak sütőket. A fűtőtesteket a sütő alsó és felső felületén helyezik el. Az alsó és a felső fűtőteljesítmény rendszerint egyenlő. Ezek a fűtőszálak külön-külön és egyszerre is üzemeltethetők. A készülékek kiválasztott hőmérsékletét automatikus szabályozás biztosítja.

*Légkeveréses sütők* esetén az ételt a körforgásban tartott forró levegővel melegítjük. A hőmérséklet kisebb, mint az egyéb, alsó és felső fűtésű sugárzásos hőátadással üzemelő sütőkben. A levegő a forró felületű hőtermelő mellett áramlik, az áramlást a fűtőtest mögött elhelyezett ventilátor biztosítja. A kedvező levegőeloszlás folytán sütéskor a tálcákat együtt is használhatjuk, ami gazdaságos üzemeltetést tesz lehetővé.

*Grillsütőkben* 900...2500 W teljesítményű csőfűtőtestet használunk. A fűtőcsövet a sütő belső terében többnyire szilárdan rögzítik, esetleg különleges dugaszolóaljzat felhasználásával kivehetően alakítják ki. A nagy teljesítmény intenzív sugárzást hoz létre, ezért nagyobb darabok sütéséhez forgatószerkezet szükséges, ami általában motorral kerül megvalósításra.

*Mikrohullámú tűzhelyek.* A rövid sütési időt nagyfrekvenciás elektromágneses hullámok alkalmazásával érik el. Mikrohullámú sütőkben az edény a főzési folyamat alatt hideg marad. A tűzhely néhányszor 10 mm hullámhosszúságú elektromágneses hullámokkal üzemel, amit a magnetron szolgáltat. Ez lényegében egy generátor, ami nagyteljesítményű nagyfrekvenciájú (2400 MHz) adóként működik. A villamos energia a sütőtérbe sugározva a határoló falakról visszaverődik, de a sütőtér levegője ugyanúgy hideg marad. A mikrohullámokkal közvetített

energia csak az ételben alakul át hőenergiává. A tűzhely kinyitásakor a mikrohullámú generátor azonnal leáll. Igen fontos az ajtó biztosítása és az üresjárat védelem. A magnetron energetikailag rossz hatásfoka miatt a léghűtésnek kifogástalanul kell működnie, a berendezés összhatásfoka mintegy 40%.

### 14.3.2 Hűtőkészülékek

A hűtőkészülékek a következő elven működnek:

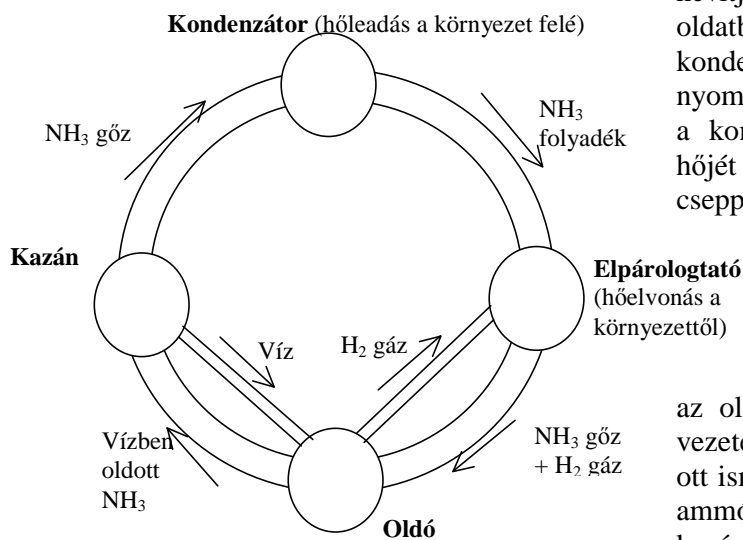
- a folyadék elgőzölögtetéséhez hő szükséges,
- a gőz cseppfolyósításakor ugyanannyi hőt ad le, mint amennyi az elgőzölögtetéséhez szükséges volt.

Ahhoz, hogy egy testből hőt vonhassunk el, a környezetében uralkodó hőmérsékletnek kisebbnek kell lennie a test hőmérsékleténél. A hőelvonást úgy érhetjük el a legjobban, ha a folyadék párolog, ill. elgőzölög, és a párolgási, ill. forrási hőt a hűtendő áruból vonja el.

Víz elgőzölögtetésével nem tudunk kis hőmérsékletet elérni, mivel az ehhez szükséges kis nyomások technikai megvalósítása igen költséges lenne. Ezért olyan anyagokat kerestek, amik már normál nyomáson 0 °C alatt elgőzölögnek. Ezekkel az ún. hűtőközegekkel a nyomástól függően különböző elgőzölögési hőmérsékletek érhetők el, tehát a víz fagyáspontjánál kisebb és nagyobb hőmérsékletek is. A leggyakrabban alkalmazott hűtési rendszerek az abszorpciós és a kompresszoros.

#### Abszorpciós hűtőgépek

Az abszorpciós elven működő hűtőgép kazánból, kondenzátorból, elpárologtatóból és oldóból épül fel. Az elpárologtatóban a hűtőközeg gőz halmazállapotba jut. A hűtőközeg-gőzt az oldószer elnyeli, a gőz az oldószerben feloldódik. Hűtőközegeként ammóniát (NH<sub>3</sub>), oldószerként vizet alkalmaznak. A víz a hűtőközeg-gőzöket elszívja az elpárologtatóból, és megköti azokat. A keletkezett ammónia-víz keverék a kazánba kerül, ahol fűtőpatronnal hevítjük. A hevítéssel kihajtjuk az oldatból az ammóniagőzt, ami a kondenzátorba áramlik, és ott a nyomás megnő. A forró ammóniagőz a kondenzátoron keresztül adja le hőjét a környezetnek. Az ammónia cseppfolyósodik, az elpárologtatóba jut, és ott ismét elgőzölög.



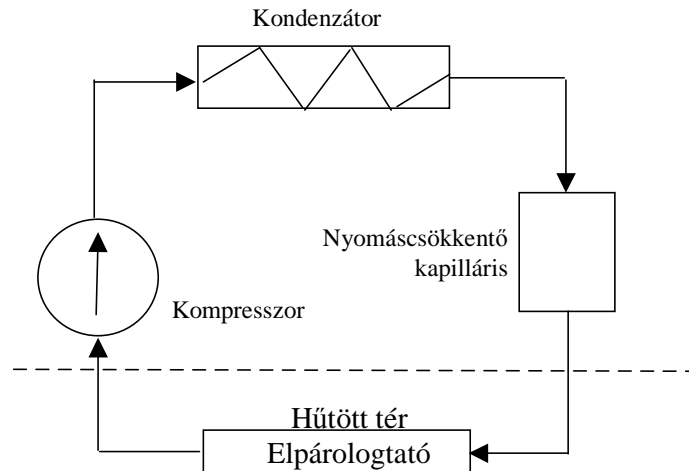
Az elpárologtatóba az ammóniagőzt, ami a kondenzátorba áramlik, és ott a nyomás megnő. A forró ammóniagőz a kondenzátoron keresztül adja le hőjét a környezetnek. Az ammónia cseppfolyósodik, az elpárologtatóba jut, és ott ismét elgőzölög. Ezt a fő körfolyamatot két mellék körfolyamattal kell kiegészíteni. Miután a kazánban az ammóniagőz az oldatból eltávozott, a víz külön vezetéken visszaáramlik az oldóba, ott ismét elnyeli az ammóniagőzt, és ammóniaoldatként visszafolyik a kazánba. Azért, hogy az

elpárologtatóban a folyékony ammónia elpárologjon, segéd gázt alkalmaznak, a semleges gáz hidrogén (H<sub>2</sub>). A hidrogén jelenlétével az össznyomást megosztja úgy, hogy az ammónia résznyomása a szükséges kicsiny telítési nyomást vegye fel. A hidrogén- és ammóniagőz az

oldóba áramlik, ott a víz az ammóniát elnyeli, mialatt a hidrogén az elpárolgatóban visszaáramlik.

### *Kompresszoros hűtőgépek*

Ezekben a hűtőgépekben villamos motorral hajtott kompresszor biztosítja az elpárolgatóban szükséges nyomást. A kompresszor által összenyomott és így felmelegedett hűtőközeg a kondenzátorban cseppfolyósodik. A kondenzátor kívül helyezkedik el (a hűtőszekrény hátoldalán), itt adja le a hűtőközeg az elpárolgatóban elvont hőt, valamint a kompressziós munka hőegyenértékét a környező levegőnek. A nyomáscsökkentő után a hűtőközeg nyomása oly mértékig lecsökken, hogy az elpárolgatóban, környezetétől hőt elvonva elpárolg és gőz halmazállapotban jut vissza a kompresszorba.



A háztartási hűtőszekrények zárt aggregátjaihoz leggyakrabban kondenzátoros segédfázisú váltakozó áramú motorokat alkalmaznak. Ezt a segédfázist az indítás után egy relé lekapcsolja. A motort túlterhelés és túlfeszültség ellen védeni kell, ezért automatikus motorvédő kapcsolóval látják el, ami a zavar megszűnése után önműködően visszakapcsol.

### *A hűtőkészülékek felépítése*

A hűtőaggregát kompresszoros és abszorpciós rendszerű lehet. Az első egészen nagy teljesítményig alkalmazható, csekély az energiaigénye, működési elve egyszerű, ezért széles körben elterjedt. Az abszorpciós aggregátok mozgó alkatrész nélkül üzemelnek, ezért teljesen zajtalanok. Energiafogyasztásuk nagyobb, mint a kompresszorosoké.

A ma leginkább alkalmazott lemezes elpárolgatók a belső berendezés részét képezik. Általában lapos kivitelében készítik, jégkészítésre és esetenként a mélyhűtött élelmiszer rövid ideig tartó tárolására alkalmazható.

A hűtött tér hőmérséklete termosztáttal szabályozható. A legkedvezőbb hőmérséklet mintegy  $+4...+8$  °C. Az elpárolgató hőmérséklete a környezeti hőmérséklethez igazodóan néhány fokkal  $0$  °C alatt van.

A hűtőszekrények egy részénél a normál hűtőtérrel közös házban mélyhűtőtér is van. A mélyhűtőben uralkodó hőmérséklet  $-12$ , ill.  $018$  °C alatt van, ezért a mélyhűtött élelmiszerek meghatározott ideig tárolhatók. Élelmiszerek fagyasztására csak korlátozottan alkalmas.

A hűtőtér nedvességtartalmának egy része dér, ill. jégképződés formájában kicsapódik a hűtőlemezen. Ennek szigetelő hatása csökkenti a hűtőtéljesítményt. Emiatt a dér-, ill. jégképződés eltávolítása szükséges. Ez régebbi készülékeknél a készülék bizonyos időre történő kikapcsolásával történhet. A mai készülékek esetében lehet félautomatikus, de már inkább automatikus.

Hűtőkészülékek jelzései:

- \* a hőmérséklet legalább  $-6^{\circ}\text{C}$  az elpárologtatóban,
- \*\* a hőmérséklet legalább  $-12^{\circ}\text{C}$  az elpárologtatóban,
- \*\*\* a hőmérséklet legalább  $-18^{\circ}\text{C}$  az elpárologtatóban

#### *Mélyhűtőkészülékek*

A tárolási hőmérsékletnek legalább  $-18^{\circ}\text{C}$ -nak kell lennie. A fagyasztási sebesség jellemzi a fagyási zóna behatolását. Ennek megkívánt értéke általában 1 mm/h. A gyárilag előállított mélyhűtött árukat ennél nagyobb sebességgel fagyasztják.) A gyors hűtés egyenletesen kicsiny jégkristályok képződésével jár, ezek a sejteket nem károsítják, ezenkívül nagyobb hűtési sebesség esetén a hűtött élelmiszer hőmérséklete a kritikus 0 és  $5^{\circ}\text{C}$  közötti tartományt – amikor nagyobb méretű, a sejteket károsító kristályok keletkeznek – rövidebb idő alatt futja be.

A fagyasztási teljesítményt rendszerint kg/24h mértékegységben adják meg. Rendszerint 100 l hasznos tároló-térfogatonként 7 kg élelmiszert kell kifagyasztania a készüléknek 24 óra alatt  $+25^{\circ}\text{C}$ -ról  $-18^{\circ}\text{C}$ -ra  $+32^{\circ}\text{C}$  környezeti hőmérséklet mellett.

Léteznek fagyasztóládák és fagyasztószekrények. A láda előnye az ugyanolyan nagy szekrényhez képest az, hogy mintegy 10 %-kal nagyobb a befogadóképessége, és kb. 3 %-kal kisebb a fagyasztása. A szekrény előnye a kis helyigény, továbbá az áttekinthető tárolás.

### **14.3.3 Forróvíz-tárolók**

A villamos forróvíz-tárolók hőszigeteléssel, fűtőtesttel ellátott olyan készülékek, amelyekben a melegvíz mindig rendelkezésre áll. A tárolt víz hőmérséklete általában  $85^{\circ}\text{C}$ -ig állítható be.

A tároló készülhet szabadkifolyású vagy zártrendszerű (nagynyomású) kivitelben. A *szabadkifolyású* készülékek csak egyetlen csaptelepet látnak el melegvízzel. Nyitott túlfolyócsövükön keresztül összeköttetésben vannak a légkörrel, ezért a tároló fala vékony lemezből készülhet. A *zártrendszerű* készülékek több csaptelepet látnak el, ezeket a készülékeket biztonsági berendezésekkel kell ellátni (nyomáscsökkentő, biztonsági szelep). A zártrendszerű készülékek tartálya ki van téve legalább a hálózati víz nyomásának, felfűtés után ez a nyomásérték nagyobb, tehát a tartály fala vastag kell, hogy legyen.

Általános működési elvük a következő. A tároló tartálya vízzel van feltöltve, a hidegvíz a hozzákapcsolt vízvezetékéből a tartály alján folyik be. A melegvízcső majdnem a tartály tetejénél végződik, ezért melegvizet a készülék csak akkor szolgáltat, ha a víz szintje eléri a cső végét. A vizet a tartályba beépített fűtőtest melegíti fel. A víz hőmérsékletét a beépített tágulócsöves hőmérsékletszabályozó érzékeli.

### **14.3.4 Egyéb nagy háztartási készülékek**

A korszerű háztartásokban az eddig tárgyalt készülékeken kívül még sok további nagyméretű, ill. nagyteljesítményű háztartási géppel, készülékkel találkozhatunk. Ezek tárgyalása meghaladja jelen könyv terjedelmét, ezért csak felsorolás szintjén megemlíjtjük ezeket: automata mosógépek, szárítók, mosogatógépek.

A megtárgyalt és az említett nagy háztartási fogyasztók jellemzője – a hűtőszekrények kivételével – hogy önálló áramkörök kiépítését igénylik.