MISKOLCI EGYETEM
ANYAG- ÉS KOHÓMÉRNÖKI KAR
FÉMTANI TANSZÉK

GYAKORLATI ÚTMUTATÓ

PHARE HU 9705-0201-0006

Készítette: Kozsely Gábor
Lektorálta: Dr Mertinger Valéria

Acél ausztenitjének folyamatos lehűlés közbeni átalakulásai

1. A gyakorlat célja

A gyakorlat keretén belül a hallgatók megismerkednek az acélokban folyamatos átalakulás közben lezajló folyamatokkal, az izotermás és folyamatos lehűlés közbeni átalakulások közötti hasonlóságokkal és különbségekkel. A folyamatos átalakulás közbeni diagramok értelmezésével.

2. Ajánlás

A gyakorlat a negyedéves anyagmérnök és harmadéves kohómérnök hallgatók számára Fémtan III. c. tárgy keretén belül kerül elvégzésre, valamint a II. évfolyamos BSC hallgatók Fémtan I. c. tárgy keretén belül kerül elvégzésre A gyakorlat elvégzéséhez feltétlenül szükséges a vas-karbon diagram ismerete, a mikroszkópok használatának ismerete.

3. Elméleti alapok

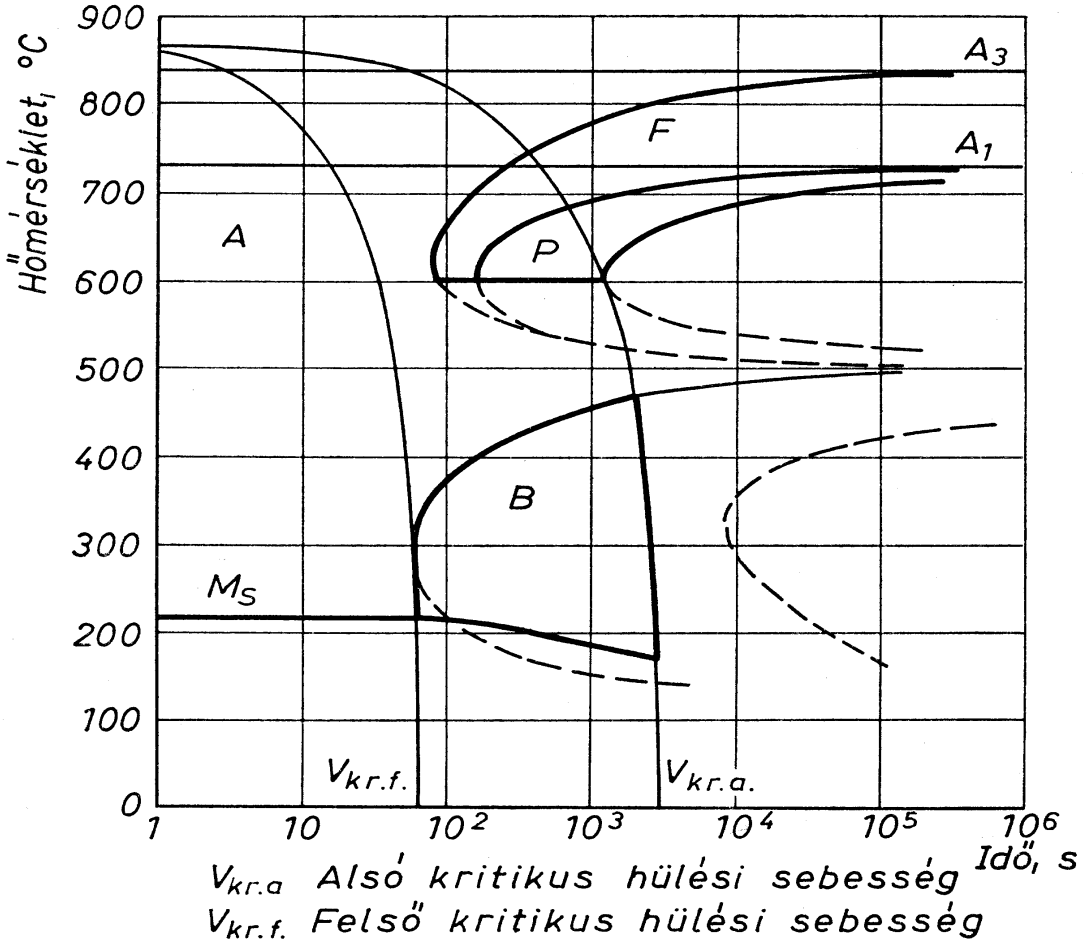
A folyamatos lehűlés közben az ausztenit ugyanazokká a szövetelemekké: perlitté, bainitté illetve martenzitté alakulhat át, mint izotermás körülmények között. Hasonlóság van abban a tekintetben is, hogy a folyamatos lehűléskor is a legmagasabb hőmérsékleten (az egyensúlyi A_1 hőmérséklethez közelebb) a perlites átalakulás megy végbe. A legkisebb hőmérsékleten az izotermás diagramokból már ismert M_s-M_f hőmérsékletközben pedig a martenzites átalakulás zajlik, a bainit képződése pedig a perlites és martenzites átalakulás között lehetséges. Amíg azonban az izotermás átalakulási diagramban feltüntetett időadatok, valamint az átalakulási termék minősége és tulajdonságai a hőmérséklettől függnek, a folyamatos lehűlésre vonatkozó diagramban a lehűlés sebessége, vagyis a hőmérsékletnek az időben való változása az irányító körülmény. A kétféle átalakulási diagram koordinátái ugyanazok: hőmérséklet és idő, az utóbbit a folyamatos lehűlésre vonatkozó diagramban is célszerű logaritmikusan beosztani. Az izotermás diagramot szigorúan véve csak vízszintes irányban olvashatjuk az adatokat, ugyanígy a folyamatos lehűlésre érvényes diagramot csak különböző sebességű lehűlési sebesség mentén szabad olvasni. A folyamatos lehűlés legtöbbször Newtoni görbe szerinti lehűlést jelent.

Mint említettük az izotermás és a folyamatos lehűlésre vonatkozó diagramok felépítésüket tekintve hasonlítanak egymásra, de két lényeges különbség van közöttük:

1, A perlites átalakulás kezdetét jelentő görbe az izotermás átalakulási diagram hasonló görbéjéhez képest a kisebb hőmérséklet és hosszabb idők felé tolódik el; hasonlóan viselkedik a bainites átalakulásra vonatkozó görbepár is.

2, Olyan lehűlés során, amikor a nagyobb hőmérséklet közben végbemenő átalakulás teljessé válik, akkor a kisebb hőmérsékleten további átalakulás már nem lehetséges, hiszen az ausztenit már elfogyott (pl. a C görbepárok alsó része elmarad).

Az elmondottaknak az a következménye, hogy a folyamatos lehűlésre vonatkozó átalakulási diagramból hiányzik az izotermás átalakulási diagram egyik-másik görberészlete és az átalakulás némely tartományának végződését lehűlési görbék jelentik. Ezeket a változásokat foglalja össze az 1.ábra. További eltérést jelent az izotermás átalakulási diagramhoz képest az, hogy az M_s hőmérsékletet jelző vonal csak bainites átalakulás kezdetét jelző vonallal való metszéspontig halad vízszintesen. E ponttól jobbra a hipoeutektoidos acélokban az M_s hőmérsékletet jelző vonal lefelé halad, hiszen a korábban lezajlott nem egyensúlyi perlites, ferrites valamint bainites átalakulás következtében a még át nem alakult ausztenit karbontartalma megnőtt és így csökken az M_s hőmérséklet. Hipereutektoidos acélokban a karbidkiválás eredményeképpen ellentétes hatás érvényesül.

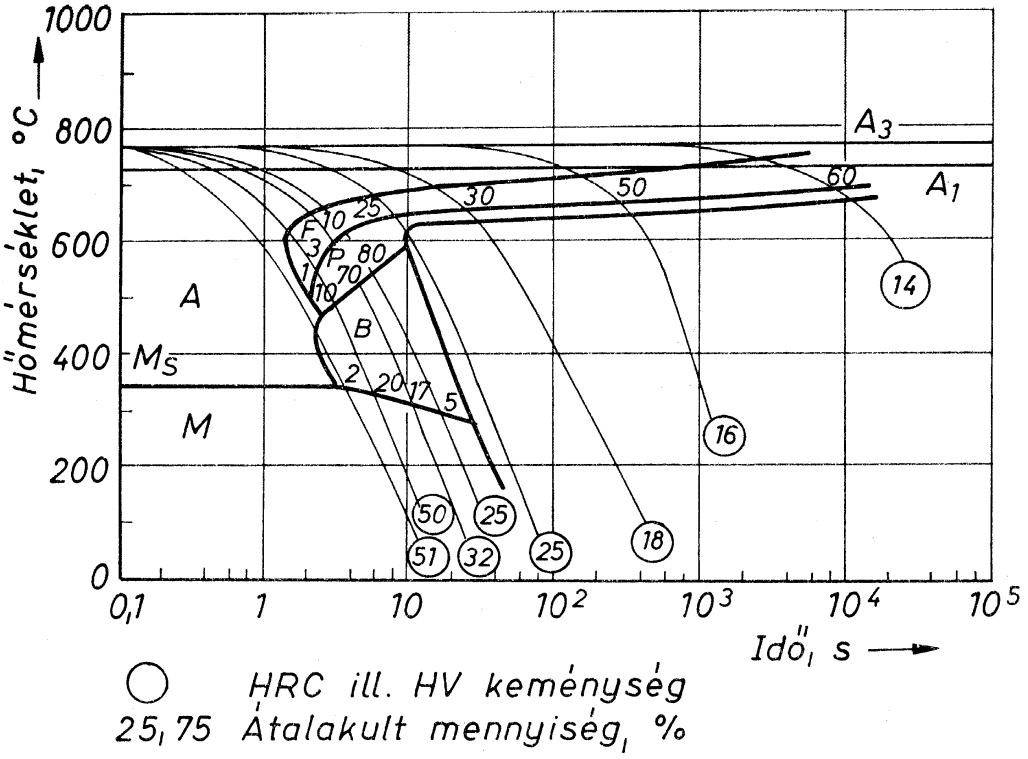


1. ábra

A folyamatos lehűlésre vonatkozó diagram közötti törvényszerű eltérések

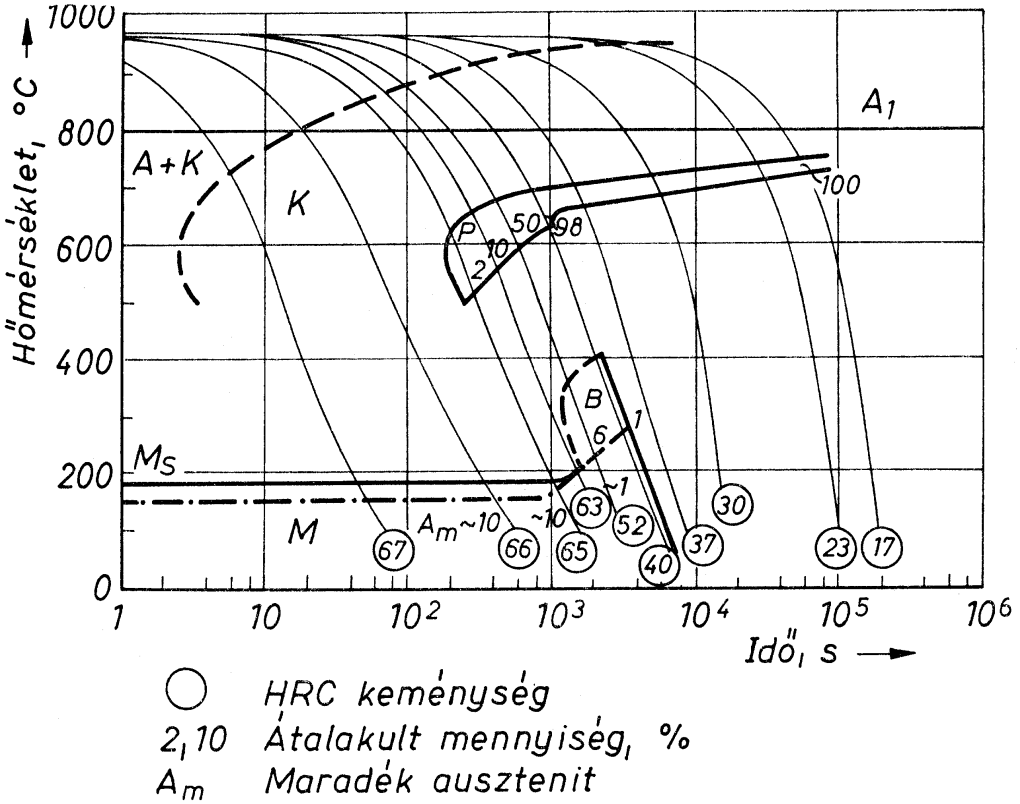
A folyamatos lehűlésre vonatkozó átalakulási diagramokban két jellegzetes lehűlési görbét szokás megjelölni: az úgynevezett felső és alsó kritikus lehűlési sebességhez tartozó görbét. A felső kritikus lehűlési sebesség az a leglassúbb lehűlési sebesség, amelynél még teljes egészében martenzitesen átalakul át az ausztenit, míg az alsó kritikus lehűlési görbe szerint hűtve az egyéb átalakulási termékek mellett még éppen martenzit is keletkezik. E két jellegzetes és gyakorlati szempontból fontos görbét is berajzoltuk az 1.ábrába.

A 2. illetve 3. ábrában egy ötvözetlen és egy ferritképzővel ötvözött acél folyamatos lehűlésre vonatkozó átalakulási diagramja látható.



A 2.ábra

Ötvözetlen acél folyamatos lehűlésre vonatkozó átalakulási diagramja



3.ábra

Ferritképzővel ötvözött acél folyamatos lehűlésre vonatkozó átalakulási diagramja

Az átalakulási diagramok használatának egyik legfontosabb feltételét már ismertettük; ezeket a diagramokat csak olyan görbe szerint lehet olvasni, ahogyan azokat felvették. Nem szabad azonban azt sem elfelejteni, hogy egy-egy átalakulási diagram egy adott összetételű acélra vonatkozik. Gyakorlati esetekben, az adott gyártmány tényleges kémiai összetételét nem ismerjük, csak a szabvány szerinti minőséget. A szabvány megengedte összetételbeli különbségek esetenként lényeges következményekkel járhatnak. Hasonló hatású lehet az acélgyártás módja is.

Az összes szóba jövő hatás közül azonban feltétlenül az ausztenitesítés körülményei játsszák a döntő szerepet. Az átalakulási diagramokban szereplő görbék helyzete erősen függ az ausztenit szemcseméretétől és ennek összetételétől, homogenitásától. Az ausztenit homogenitásának hatásával kapcsolatban általános érvényű következtetés az, hogy a homogén ausztenitből homogénebb szövetek alakulnak ki. Az ausztenit szemcseméretének növekedése egyértelműen a nagyobb időtartamok felé tolja el a görbéket.

Az ausztenit átalakulási diagramjaiban szereplő görbék helyzetét módosíthatják az átalakulás előtt vagy közben végzett alakító műveletek. Ezek általában lényegesen meggyorsíthatják az ausztenit átalakulási folyamatait. Ilyen diagramok az irodalomban csak elvétve akadnak. Az átalakulási diagramok mégis hasznos információkkal szolgálhatnak e tekintetben is, hiszen megadják például azt a hőmérsékletközt, amelyben az ausztenit hosszú ideig metastabilis állapotban marad, anélkül, hogy átalakulna. Ez ad lehetőség az ausztenit termomechanikus kezelésére.

Mindezeket a változókat, tehát az acél kémiai összetételének, az ausztenitesítés körülményeinek, a lehűlés módjának stb. hatását egy-egy acélminőség esetén számítástechnikai eszközökkel ma már jól kézben lehet tartani.

4. Feladatok

1. Vizsgálja meg az adott módon lehűlt C 35 és NC 5 acél próbáinak acél próbáinak szövetét. Írja le a szövet jellegét és becsléssel határozza meg az egyes szövetelemek mennyiségét!

2. Mérje meg a próbák HV10 keménységét.

3. A vizsgált próbákra vonatkozó kiadott lehűlési görbéből határozza meg a 500-700°C között érvényes átlagos lehűlési sebességet!

Először is a hitelesítési görbéből meg kell határozni a 500 és 700°C-hoz tatozó termofeszültség értékeket. Majd kikeresett termofeszültség értékek alapján kézhez kapott lehűlési görbéből meg kell határozni a 700 illetve az 500°C eléréséhez szükséges időt (t_{700}, t_{500}) Végül ki kell számolni a lehűlési sebességet.

$$v = \frac{700 - 500}{t_{700} - t_{500}}$$

4. A lehűlési sebesség függvényében (logaritmikus léptékben) ábrázolja a szövetelemek mennyiségét és a keménységét. Használja fel a csoport többi tagjának adatait. A keménység- és szövetdiagramot egymás fölé, ugyanolyan léptékű sebesség-tengellyel célszerű ábrázolni. A két acél görbéi egy diagramban ábrázolhatók.

5. Kézhez kapta a vizsgált acélokhoz hasonló összetételű acélok folyamatos lehűlésre vonatkozó átalakulási diagramját. Rajzolja be mindkettőbe a vizsgált lehűlés lehűlési görbéjét. (A nulla időpillanat az A_3 hőmérsékletet jelenti). Tegyen összehasonlítást: mennyire felel meg a vizsgált acélnak és a csak hasonló összetételűnek a diagramja? Vizsgálja mindkét acélt.

5. Jegyzőkönyv

1. Szövetelemek mennyisége:

Acélminőség	Próbaszám	Martenzit mennyisége %	Bainit mennyisége %	Ferrit mennyisége %	Perlit mennyisége %
C 35					
NC 5					

2. Keménységmérés

C 35

	Keresztátló mm	Hosszátló mm	Átlók átlaga mm	$HV_{mért}$
1 mérés				
2. mérés				
3. mérés				

A próbadarab keménysége (a három mérésből adódó keménység átlaga):HV……..

NC 5

	Keresztátló mm	Hosszátló mm	Átlók átlaga mm	$HV_{mért}$
1 mérés				
2. mérés				
3. mérés				

A próbadarab keménysége (a három mérésből adódó keménység átlaga):HV……..

3. Lehűlési sebesség meghatározása:

A hitelesítési görbe 700°C-hoz tartozó termofeszültség értéke:…….mV
Az 700°C-hoz tartozó idő……s
A hitelesítési görbe 500°C-hoz tartozó termofeszültség értéke:…….mV
Az 500°C hoz tartozó idő……s

A lehűlési sebesség:…….K/s

számítás menete:

4. Csoport diagram elkészítése:

5.

A kézhez kapott folyamatos lehűlésre vonatkozó diagramban az adott lehűlési görbékhez tartozó szövetelemek mennyisége:

Acélminőség	Próbaszám	Martenzit mennyisége %	Bainit mennyisége %	Ferrit mennyisége %	Perlit mennyisége %

Értékelje az 1. feladat eredményével az egyezést.

6. Irodalom

Óvári: Vaskohászati kézikönyv Műszaki könyvkiadó, Budapest 1985, 49-53 old.

Verő-Káldor: Vasötvözetek fémtana, Műszaki könyvkiadó, Budapest 1980, 93-98 old.

Németh Emil: Acélok és nemvasfémek hőkezelése a gyártás technológiában, Műszaki könyvkiadó, Budapest 1981, 22-26 old.

Krauss: Principles of Heat Treatment of Steel, American Society for Metals 1988, p. 88-102

7. Ellenőrző kérdések

1. Mi a felső kritikus lehűlési sebesség?

2. Mi az alsó kritikus lehűlési sebesség?

3. Mi az M_s hőmérséklet? Hogyan hatnak rá az ötvözőfémek?

4. Mi az M_f hőmérséklet? Hogyan viszonyul az M_s hőmérséklethez?

5. Hogyan olvassuk az folyamatos lehűlésre vonatkozó átalakulási diagram vonalait?

6. Hogyan hat az ausztenit szemnagyság a folyamatos hűtésre vonatkozó átalakulási diagramok vonalainak helyzetére?

7. Hogyan hat az ausztenit összetétel az átalakulások lefolyására?

8. Ötvözött és ötvözetlen acél közül melyik alakul át gyorsabban? Miért?

9. Mi az átalakulási diagramok gyakorlati jelentősége?

10. Milyen hatással vannak az ötvözök az átalakulások menetére?

11. Vázolja fel egy hipoeutektoidos acél folyamatos lehűlésre vonatkozó átalakulási diagramját, jelölje be a területeket és rajzolja be a kritikus sebesség görbéit.

12. Hogy változik az M_s hőmérséklet a különböző karbontartalmú acélok esetében, ha a bennük perlites, bainites átalakulás előzőleg lezajlott?

13. Milyen módszerek alkalmazhatók az ausztenit folyamatos lehűlése közben végbemenő átalakulásának vizsgálatára? Min alapulnak ezek?