

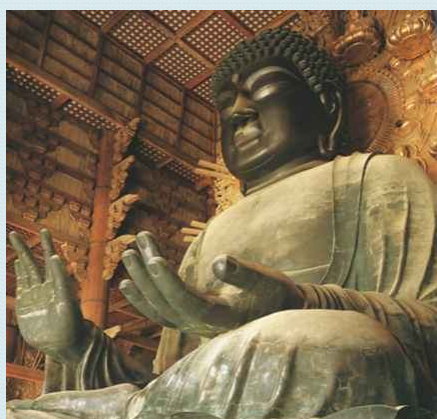


SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagismereti és Járműgyártási Tanszék

# Öntöttvasak



SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék



Nara-i Nap Buddha,

i.e. 4000 : legrégebbi öntött ékszereket és nyílhegyeket

Japán: legnagyobb öntött szobor

- 500 tonna
- bronz
- >21 m

1700-as évekig öntészet = kézművesség  
Pl. ékszerek, gyertyatartók, kelyhek, tálak,  
medencék, szobrok és fegyverek

A hazai nagyipari öntészet: 1867-től



SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

### Legelső hazai öntödék:

- MÁVAG Öntöde (1868),
- Diósgyőri Vasgyár Öntödéje (1884),
- Weiss Manfred Művek Csepeli Öntödéje (1895).

Ezekben a kor legmagasabb technikai színvonalán folyt a termelés.

Oldalszám: 3



SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék


### Tipikus öntött alkatrészek napjainkban:

- a gépjármű motorok fő részei (motorblokk, főtengely, vezértengely, henger, dugattyú),
- a vasúti kerekek,
- a víz-, és gázszelepek,
- a szivattyúházak,
- a szivattyú járókerekek.
- a repülőgépek gázturbina-házai és a gázturbinák lapátjai
- Használati tárgyak, szerelvények, stb...



Oldalszám: 4





SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék


a legjobban önthető ötvözetek, az **eutektikus** összetételhez közel.

- legkisebb olvadáspontúak
- legkisebb az un. dermedési hőköz.

A **dermedési hőköz** nagysága **fordítva arányos** a folyékony fém **formakitöltő képességével**.

Ugyancsak **hat a formakitöltő képességre** a folyékony fém **felületi oxidrétege** és a fémekben lévő **szilárd zárványok**.

Oldalszám: 5



SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

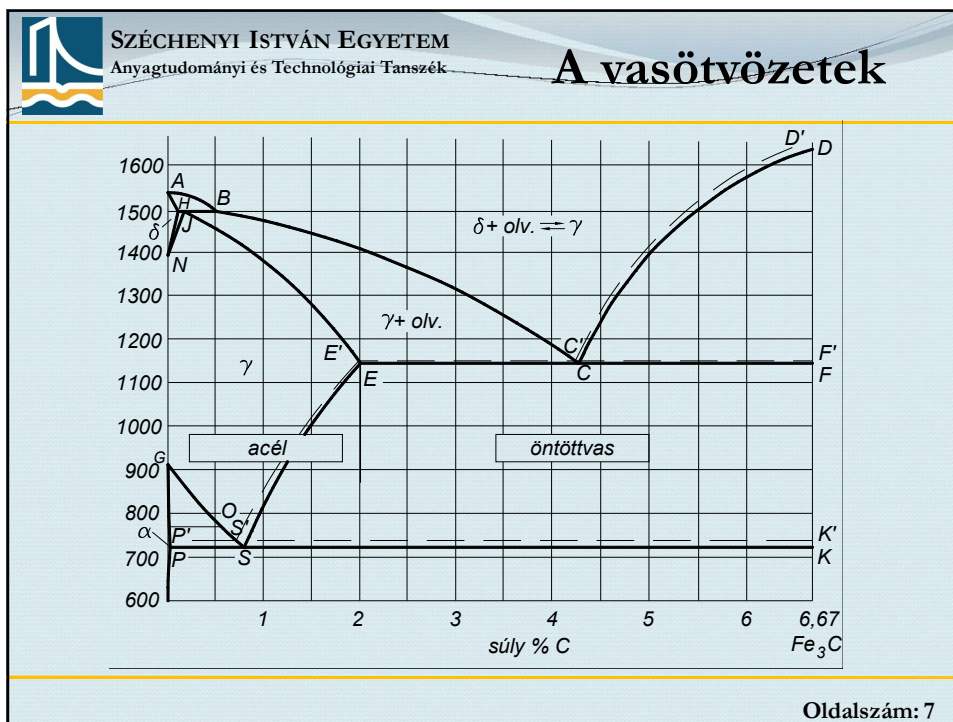
Adott ötvözet **önthetőségét** jelentősen **befolyásolják** az **öntészeti eljárások** is.

Elsősorban a

- **beömlőrendszer** kialakítása,
- a **forma anyaga** (hővezető képessége, felületi minősége),
- a **fém túlhevítési hőmérséklete** és
- az **öntés sebessége**

hatnak a folyékony fém **formakitöltő képességére**.

Oldalszám: 6



SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

A hűtési sebesség csökkenése elősegíti a **grafitképződést**.  
A vaskarbid vagy cementit (**Fe<sub>3</sub>C**) fázis felbomlása  **$\alpha$ -vasra és grafitra**.

A grafitképződést segítő ötvözőelemek, **grafitképzők**:

- kobalt (Co),
- foszfor (P),
- réz (Cu),
- nikkel (Ni),
- titán (Ti),
- szilícium (Si),
- karbon (C),
- alumínium (Al).

Oldalszám: 8



**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

Hipoeutektikus öntöttvas: , a dermedés  $\gamma$ -vas kiválással indul, majd eutektikum kiválással fejeződik be.

Hipereutektikus öntöttvas: a dermedés grafit kiválással indul meg, majd eutektikum kialakulással fejeződik be.

**EUTEKTIKUM**  
**lassú hűtés: grafit-eutektikum** (grafitlemezkék, közöttük  $\gamma$ -vas rétegek).  
**gyors hűtés: ledeburit** (cementitlemezkék, közöttük  $\gamma$ -vas rétegek).

Grafit-eutektikum: Telített ausztenitnek és primer grafitnak 1153 °C-on kristályosodó, 4,25 % karbon tartalmú eutektikuma.

Ledeburit (eutektikum). Kétfázisú szövetelem, cementitbe ágyazott ausztenit. Ausztenitje 723 °C-on perlitte bomlik. Nem alakítható, rideg, kemény. Olvadáspontja (1147 °C) a vas-karbon ötvözetek sorában a legkisebb.

Oldalszám: 9

**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

## Vas alapú ötvözetek

Vas- és acél termékek


**Nyersvas**

Öntészeti      Acél nyersvas

Öntvény gyártás      Acél termékek

	C%	Mn%	Si%	S%	P%
Öntészeti	3,5-4,0	<1,0	1,5-3,0	<0,06	0,3-2,0
Acél nyersvas	3,5-4,5	0,4-1,0	<1	<0,04	0,1-0,3

Oldalszám: 10

 SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

Az öntöttvasak kémiai összetételének jellemzése: **telítettségi fok (T)**

$$T = \frac{C\%}{4,3\% - 0,3(Si\% + P\%)}$$

T > 1: hipereutektikus öntöttvas  
T = 1: eutektikus öntöttvas  
T < 1: hipoeutektikus öntöttvas

**Az ipari gyakorlatban leggyakoribbak: T = 0,7-1,0 hipoeutektikus öntöttvasak.**


Egy tipikus öntöttvas kémiai összetétele:

C	Si	Mn	S	P
2,5-3,5 %	1-3 %	0,5-1 %	< 0,1 %	< 0,3 %

**S, P szennyezők – dúsulási hajlam (átl. többszázszorosa is) - melegrepedékenység**  
(alacsony olvadáspontú szulfid-, illetve foszfideutektikumot képeznek a vassal)


**P növeli hígfolyságot – javul az önthetőség**

Oldalszám: 11

 SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

A növekvő dermedés közbeni hűlési sebesség sorrendjében egy adott kémiai összetételű **öntöttvas szövetszerkezete** lehet:

ferrit-grafit,  
ferrit-perlit-grafit  
perlit-grafit  
perlit-grafit-ledeburit  
perlit-ledeburit

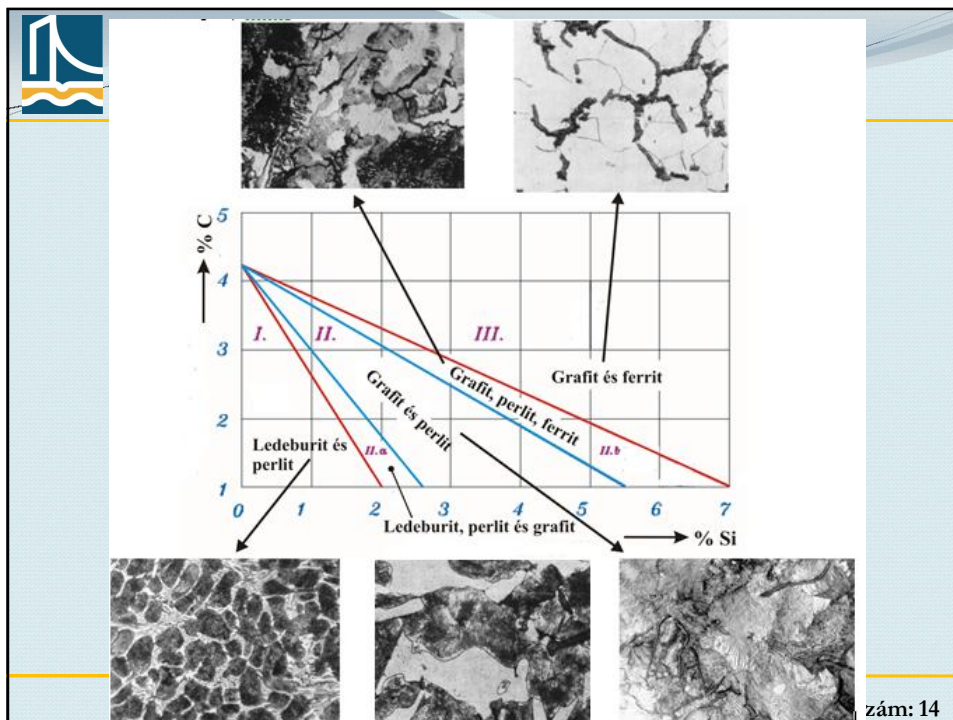
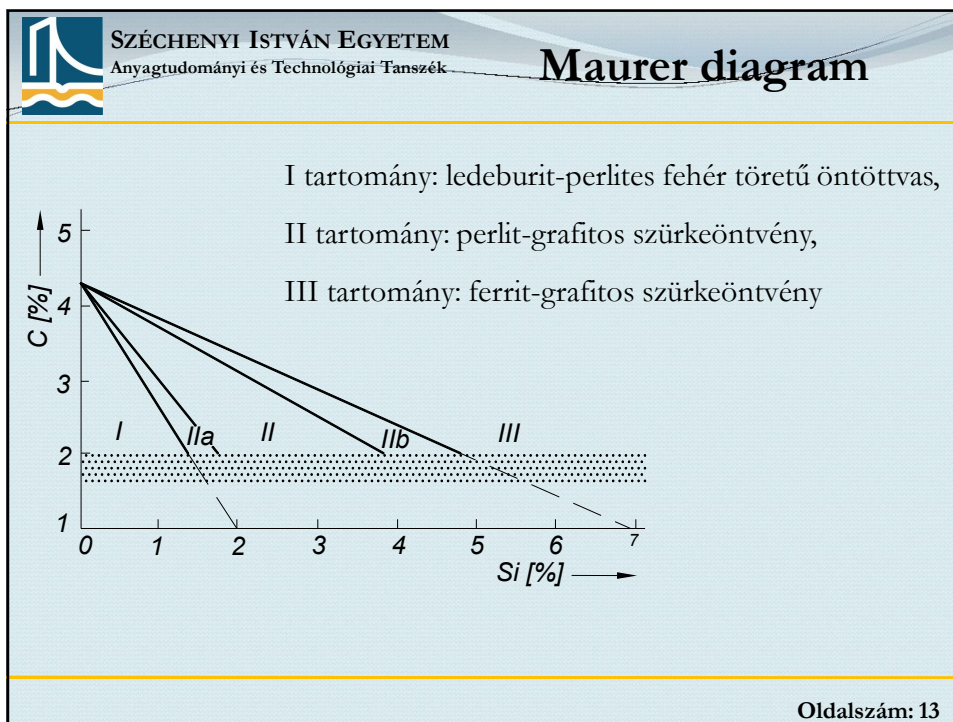



**A hűtési sebesség növekszik**

A perlitben és a ledeburitban a szén cementit formájában van jelen.

Oldalszám: 12






 SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

**Fehér öntöttvas:** metastabil rendszerben kristályosodó perlit-ledeburit szövetszerkezetű. Törete fémesen csillogó (fehér) töret, keménységük nagyobb, mint az azonos vegyi összetételű szürke öntöttvasaké.


**Szürke öntöttvas:** a szén grafit formájában fordul elő. Ezek törete szürke színű.

Oldalszám: 15

 SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

**Az öntöttvasak szövetszerkezete**


A **karbon megjelenési formája** alapvetően befolyásolja az öntöttvasak tulajdonságait.



A különböző öntöttvasakat a **grafit alakjának** megfelelően nevezték el.

Oldalszám: 16






SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

## Öntöttvasak

- **Hagyományos öntöttvasak:**
  - Lemezgrafitos öntöttvasak (ferrit + perlit + lemezes grafit)
  - Fehér nyersvas (perlit + vaskarbid) és származékai:
    - Fehér temperöntvény (temperszenes)
    - Fekete temperöntvény (temperszenes)
- **Gömbgrafitos öntöttvasak** (Mg vagy Ce kezelés)
  - Perlites gömbgrafitos öntöttvas
  - Ferrites gömbgrafitos öntöttvas

**Vermikulár öntöttvasak**

Oldalszám: 17



SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

## Öntöttvasak

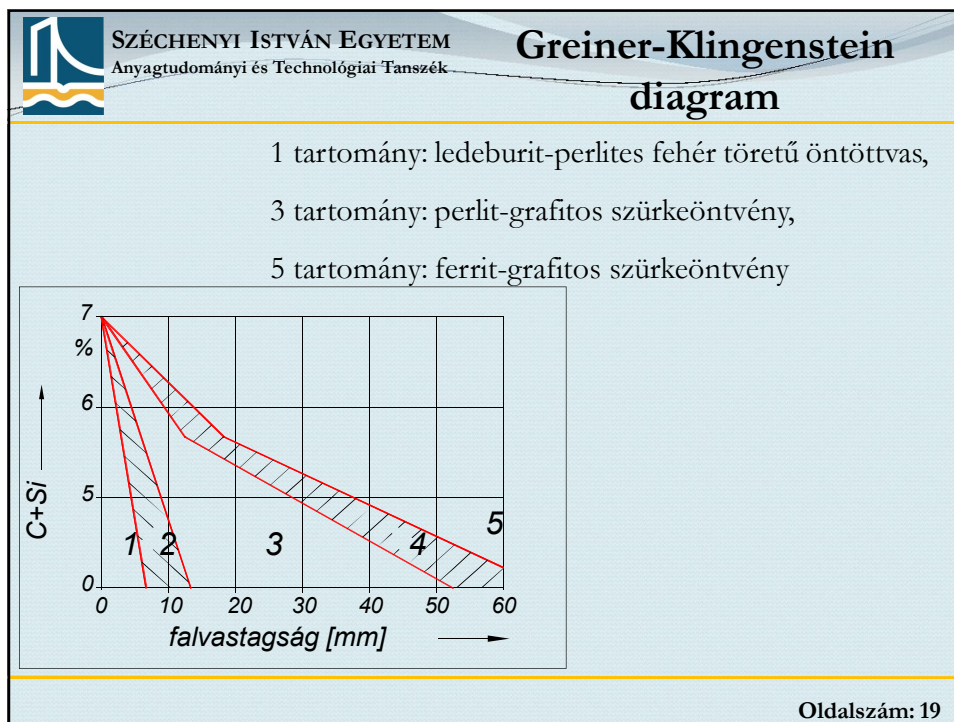
**Töretüket befolyásolja:**

- **Lehülési sebesség**
  - gyors hűtés  $\Rightarrow$  cementites szövetet segíti elő
  - lassú hűtés  $\Rightarrow$  grafitos szövetet segíti elő
- **Ötvözőelemek**
  - cementites szövetet elősegítő ötvözők:
 

S, Mn, Cr, W, Mo, V
  - grafitos szövetet elősegítő ötvözők:
 

C, Si, Al, Ni, Cu, Co

Oldalszám: 18



**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

## Az öntöttvasak tulajdonságai


### A karbidos öntöttvas

A hipoeutektikus öntöttvasban primér ausztenit kristályosodik -többnyire dendritesen- és a dendritágak között helyezkedik el a lédeburit.

A keletkező szövet, kemény, rideg, kopásálló.

Oldalszám: 20




**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
 Anyagtudományi és Technológiai Tanszék


## Lemezgrafitos öntöttvasak

**Szerkezet:** az alapszövet ferrit vagy perlit, amelyben a grafit lemezes formában található

**A szilárdság növelés lehetőségei:**

- ❖ A perlit arányának növelése az alapszövetben (Si ötvözés, max. 3%)
- ❖ A grafit lemezek méretének csökkentése, egyenletesebb eloszlása modifikálás – folyékony vasba FeSi vagy CaSi adagolással, sok kristályosodási középpontot alkotnak a grafit számára),
- ❖ Minél kisebb a C-tartalom, annál finomabb a grafiteloszlás, annál nagyobb az elérhető szilárdság.


Oldalszám: 21


**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
 Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

### Lemezgrafitos (szürke) öntöttvasak jellemző tulajdonságai:

- nem érzékenyek az éles bemetszésekre,
- nyomószilárdságuk jelentősen nagyobb, mint a szakítószilárdságuk,
- kitűnő rezgéscsillapító hatásúak, a grafitlemezkek elnyelik a mechanikus rezgéseket,
- jól forgácsolhatóak,
- jó kopásállóság, a grafit miatt "önkenők,, kitűnő siklási tulajdonságok,
- olcsók
- jó hővezetők,
- ridegek, szobahőmérsékleten makroszkopikus képlékeny alakváltozásra nem képesek.
- Jó önthetőség, kis zsugorodás dermedés közben


Oldalszám: 22


**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
 Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

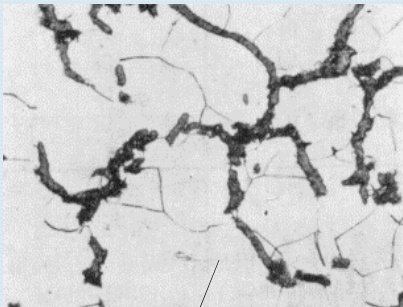
## Lemezgrafitos öntöttvasak

- **Szabványos jelölés:** GJL 100, GJL 150, GJL 200, GJL 250, GJL 300, GJL 350
- A **szakítószilárdság** 100...400 MPa között változik, függ az öntvény falvastagságától, és a hűlés sebességétől.
- Jól forgácsolhatók, jó a kopásállóságuk, kiváló rezgéscsillapítású
- Alkalmazás: gépalkatrészek, gépállványok, fogaskerekek, féktárcsák, motorblokkok, szerszámgéppágyak, hajtómű házak stb.


Oldalszám: 23


**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
 Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

## Lemezgrafitos öntöttvas




Alapszövet ferrit



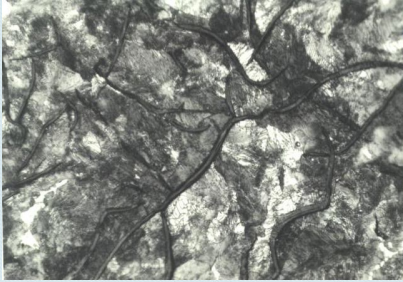

Alapszövet perlit

Oldalszám: 24



 SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

## Lemezgrafitos öntöttvasak



Oldalszám: 25

 SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

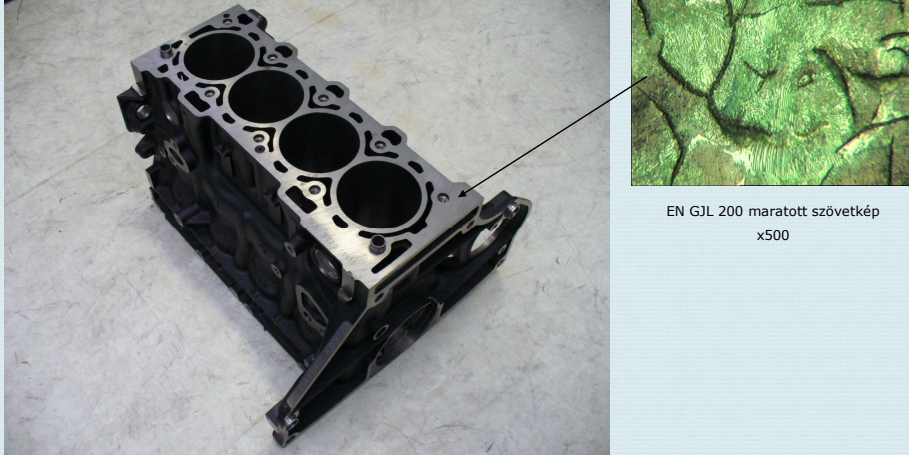


Lemezgrafit a perlitben, kis mennyiségű  
ferrit

Oldalszám: 26

SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

## Lemez grafitos szürkeöntvény




motorblokk EN GJL 200

EN GJL 200 maratott szövetkép  
x500

Oldalszám: 27

SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

## Gömbgrafitos öntöttvasak

Az olvasztott vasba gömbösítő anyagokat adagolnak:  
**a grafit gömb alakban kristályosodik.**   
(modifikálás)


A gömbösítő anyagokat (Mg, Ce) előötvetek formájában helyezik az üst aljára és erre csapolják rá a folyékony vasat.

**Leggyakoribbak:**  
Fe-Cu-Mg, Fe-Ni- Mg

0.1-0.3% Mg tartalom beötvöződik a vasba (míg a nagy rész kiég)

Oldalszám: 28






SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

## A gömbgrafitos öntöttvasak jellemző tulajdonságai

Tulajdonságai átmenetet képeznek az acélok és a lemezgrafitos (szürke) öntöttvasak tulajdonságai között.

- **Jobban önthetők**, mint az acélok és
- **jobb mechanikai tulajdonságokat (kiváló szilárdság)** biztosítanak, mint a lemezgrafitos (szürke) öntöttvasak.
- **Nagyobb képlékeny alakváltozó képesség.**
- **Kedvező kopásállóság,**
- Rosszabb hővezető és rezgéscsillapító képesség.
- Költségesebb előállítás.

Oldalszám: 29




SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

## Gömbgrafitos öntöttvasak

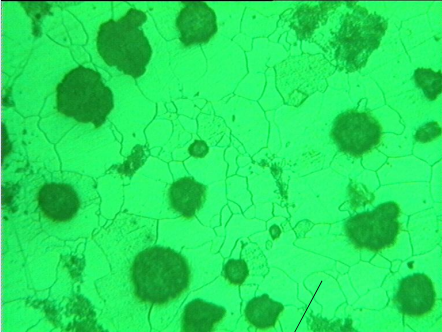
- **Szabványos jelölés:** GJS 350-22; GJS 400-18; GJS 700-2 GJS 900-2  
A **szakítószilárdság** 350...900 MPa között változik, a **nyúlás** 22...2% között, felületi edzéssel 55-60 HRC **keményiség** érhető el
- Gépkatrészek, (pl. forgattyús tengelyek, hajtórudak, fogaskerekek, vezértengelyek), belsőégésű motor,
- csőszervek, belső nyomásnak kitett házak, mezőgazdasági gépkatrészek.

Oldalszám: 30

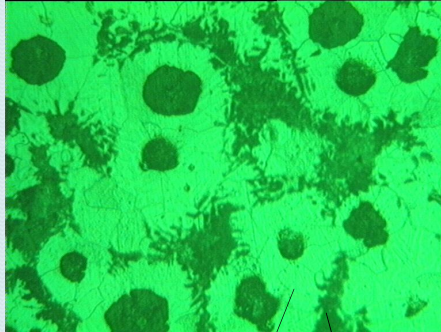

**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
 Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

## Gömbgrafitos öntöttvas

**Szövetszerkezet:** ferrit, ferrit-perlites alapszövetbe ágyazott gömbös grafit



Alapszövet ferrit



Alapszövet ferrit + perlit

Oldalszám: 31


**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
 Anyagtudományi és Technológiai Tanszék



*Gömbgrafit (körülvette ferrit gyűrű) perlitben. Gömbgrafitos öntöttvas.*



*Gömbgrafit bénites szerkezetben (bénit kék és barna alakzatok, világos alakzatok maradék ausztenit).*

Oldalszám: 32



SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

## Gömbgrafitos szürkeöntvény




EN GJS 900-2 maratótt szövetkép  
x500

MAN motor forgattyústengely EN GJS 900-2

Oldalszám: 33


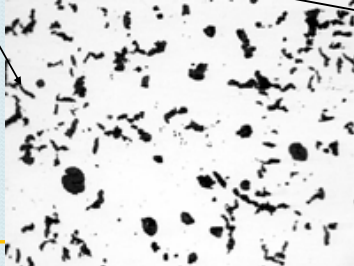
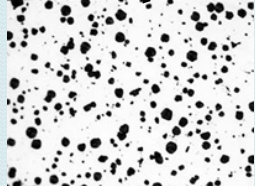
SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

## Vermikuláris (kompakt) grafitos öntöttvasak


### Véletlenszerű grafiteloszlás

Esetenként az **alacsony magnézium tartalmú gömbgrafitos** öntöttvasakban ún. vermikuláris grafitalak alakul ki a teljes gömbösödés helyett.

"kukacszerűen" egymás mellett kialakult grafit gömböcskék lemez-, illetve a gömbgrafitos öntöttvasak között elhelyezkedő, **átmeneti tulajdonságú öntöttvasat** eredményeznek.

Oldalszám: 34



**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
 Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

## Alkalmazás

fekete-, és a perlites temperöntvényekkel azonos felhasználási terület.

Fogaskerék házak, fogaskerekek, lánckerekek, tengelykapcsoló villák, féktárcsák, hengerfejek, forgattyús házak.

Oldalszám: 35


**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
 Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

## Temperöntvények

Előállítás: fehér öntöttvasból hőkezeléssel

↓


- 3-10 mm közötti falvastagság,
- C=3%, Si=1 % vegyi összetétel

A hőkezeléstől függően háromféle temperöntvény:

- **fehér temperöntvények,**
- **fekete temperöntvények,**
- **perlites temperöntvények.**

Oldalszám: 36





**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

## Fehér temperöntvények

Öntvényeket izzítása oxidáló atmoszférában (CO/CO<sub>2</sub>)

- falvastagságtól függően 40-80 óra
- 930-1050°C


Az izzítás (temperálás) során a vaskarbid elbomlik és temperoszen alakot vesz fel.

Az oxidáló atmoszféra miatt a felületen folyamatosan kiég a karbon és az öntvény keresztmetszetén belül egyre csökken a karbontartalom azáltal, hogy a diffúzió igyekszik kiegyenlíteni a karbontartalmat.

Az izzítási idő végére a **teljes karbontartalom kiég** és az eredeti C=3% helyett **C=0.1%** lesz a fehér temperöntvény karbontartalma.

*Kis karbontartalmú acélhoz hasonló, de annál durvább szemcseszerkezetű ferrites szövet.*

Oldalszám: 37



**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

## Fehér temperöntvények


A fehér temperöntvények egyesítik az öntöttvas jó formakitöltő képességét és az acél hegeszthetőségét.

A **szakítószilárdság** 340...480 MPa között változik, függ az öntvény falvastagságától, a **nyúlás** 15...4% között, a **keményesség** 200..230 HB

Jól önthető, de a karbon kiégetés miatt csak kis falvastagságú és méretű öntvények készíthetők.

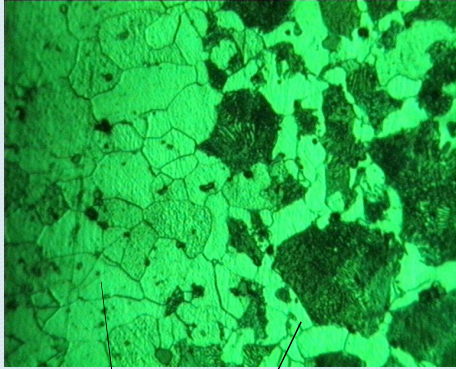
Kisebb alkatrészek, bonyolult, vékonyfalú öntvényekhez, használati eszközök (pl. szekrénykulcsok, csőidomok).

Oldalszám: 38


**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
 Anyagtudományi és Technológiai Tanszék


## Fehér temperöntvény

A hőkezelés oxidáló atmoszférában történik, a C kiég. Az öntvény vékonyfalú!

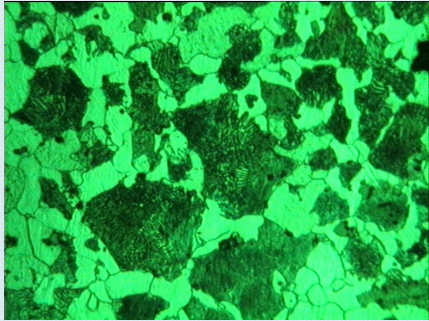
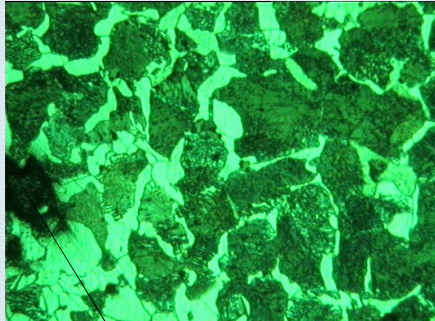


Felületen tiszta ferrit, beljebb a C nő megjelenik a perlit is

Oldalszám: 39


**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
 Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

## Fehér temperöntvény a felülettől befelé haladva

A szövetben megjelent a temperszén is

Oldalszám: 40



SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

## Fekete temperöntvények

- **Fekete temperöntvény:** az öntvényt (perlit+ledeburit) semleges atmoszférában hőkezelve (1050 C°-on 18-24 óra, majd szabályozott hűtés) a vaskarbid elbomlik, és temperszén formájában a ferrites alapszövetben marad

Oldalszám: 41


SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

## Fekete temperöntvények

**Szívósabb, nagyobb szilárdságú, mint a lemezgrafitos öntvény.**

Kisméretű, bonyolult gépalkatrészeknél (pl. tengelykapcsolók, fogaskerekek), ahol a dinamikus igénybevétel miatt a lemezgrafitos (szürke) öntöttvas nem alkalmazható.


Oldalszám: 42


**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
 Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

## fekete és perlités tempervas

- A **szakítószilárdság** 300...800 MPa között változik, függ az alapszövettől, a **nyúlás** 12...1% között, a **keménység** 150..310 HB között alakul
- Jól önthetők, a B jelű tempervasak csőidomokhoz használatosak, a P jelűek nagyobb szilárdságú és kopásállóságú öntvényekhez (pl. fékpofák)

Oldalszám: 43


**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
 Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

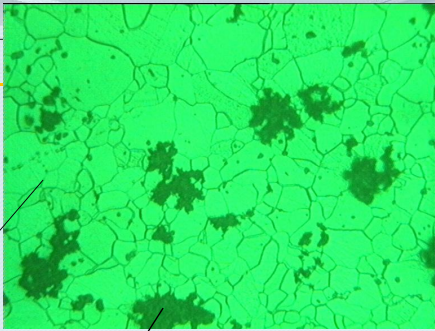
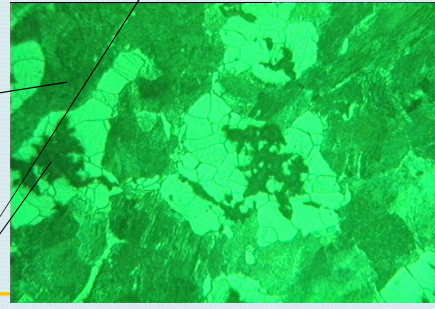
## Fekete temperöntvény

A hőkezelés semleges gázatmoszférában történik

Ferrites fekete temperöntvény

Ferrit + perlités fekete temperöntvény

temperszén

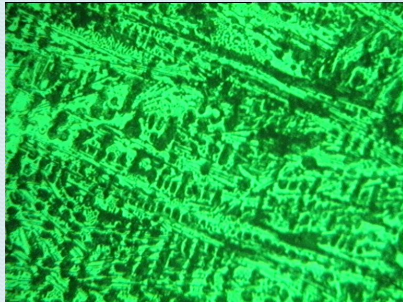
Oldalszám: 44




**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
 Anyagtudományi és Technológiai Tanszék


## Kéregöntvény

A **kéreg gyorsan hűl** az öntvény formájába beépített hűtővasak hatására ezért **karbidos** lesz, ami kemény, kopásálló, míg a **többi lassan hűlt** rész **grafitosan**, szürkén kristályosodik



Szelepelemelő fehéren kristályosodott kéрге

Oldalszám: 45


**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
 Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

## Ganz Ábrahám (1814. november 6-án, Svájc-1867. december 15, Magyarország)

Öntőinasból lett gyáros, többszörös feltaláló, a Ganz gyár megalapítója.

**1844:** önálló öntödét alakított ki Budán


**Kéregöntés:** 1812-ben szabadalmaztatta az angol John Burn, vasúti kocsik kerekének öntése

**1853:** Első kéregöntésű vasúti kerékpár


**1855:** szabadalom, bronzérem a párizsi világkiállításon a kéregöntésű vasúti kerekéért

közönséges öntöttvas kerékpárok **élettartamának többszörösét** érte el

Az eredeti öntödében 1964-ig folyt a termelés. Öntődei Múzeummá alakították.



Oldalszám: 46



**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
 Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

**Eljárás:**

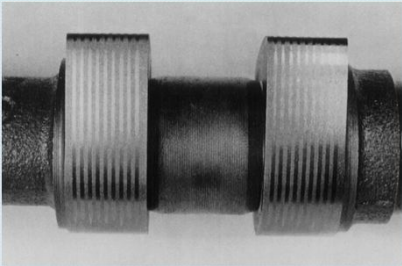
az öntőforma falát **antimon (Sb) tartalmú masszával** kenték be, és ez által az öntés során, az **öntöttvas felületen 2–4 mm** vastagságú, **üvegkeménységű kérget** hoztak létre.

A százszázadik kéregöntésű vasúti kerék 1867. november 23-án készült el, a kiegyezés évében.

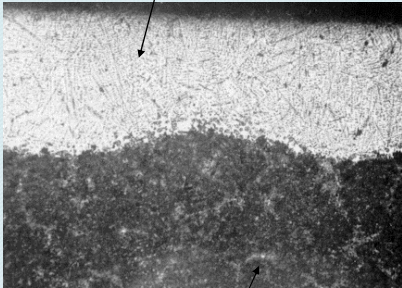
Oldalszám: 47

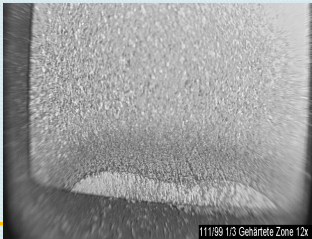

**SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM**  
 Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

## Átolvasztás



**karbidos**





111156 1/3 Gehärtete Zone 12x

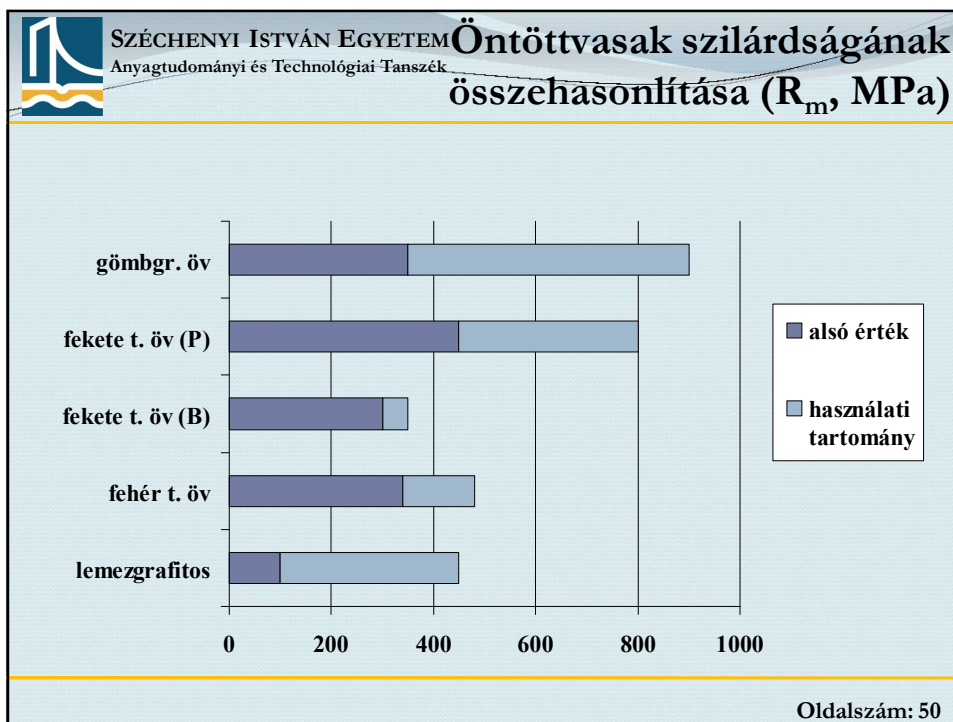
**Szürke öntvény, lehet lemezes, de gömbös is**


Oldalszám: 48



SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM Anyagtudományi és Technológiai Tanszék		Szabványos öntöttvas minőségek		
Öntöttvas	Szövetszerkezet	$R_m$ [N/mm <sup>2</sup> ]	A %	Alkalmazás
GJL-100	F+C <sub>L</sub>	100	<1	gépállvány, dugattyúgyűrű, ház
GJL-350	P+C <sub>L</sub>	350	<1	
GJS-400	F+C <sub>G</sub>	400	15	forgattyústengely, fogaskerék, megvezető szánok, armatúrák
GJS-800	P+C <sub>G</sub>	800	2	
GJMB-350	F+C <sub>T</sub>	350	12	kar, ház, dugattyú
GJMB-650	P+C <sub>T</sub>	650	3	
GJL-NiCr 20-3	A+C <sub>L</sub>	180	<1	
GJS-NiCr 20-3	A+C <sub>G</sub>	400	6	
GJSM-X 300 CrMo 27-1	M+Carbide	1000	<1	szelepek, bütykök

Oldalszám: 49






SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

## Öntöttvasak kiválasztásának szempontjai

- Az alkatrész igénybevétele és a méretek függvényében meghatározott **szilárdság**
- Az igénybevétel jellegéből (pl. dinamikus hatás) becsült **minimális nyúlás**
- Koptató hatás esetében a **keményység, kopásállóság**
- Az öntvény alakja, falvastagsága - **megmunkálhatósági kritérium**

Oldalszám: 51



SZÉCHENYI ISTVÁN EGYETEM  
Anyagtudományi és Technológiai Tanszék

# KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

Oldalszám: 52