



YAYASAN PERGURUAN CIKINI
INSTITUT SAINS DAN TEKNOLOGI NASIONAL

Jl. Moh. Kahfi II, Bhumi Srengseng Indah, Jagakarsa, Jakarta Selatan 12640
Telp. 021-7270090 (hunting), Fax. 021-7866955, hp: 081291030024
Email : humas@istn.ac.id Website : www.istn.ac.id

SURAT PENUGASAN TENAGA PENDIDIK
Nomor : 24 / 03.1 – Gsm /III / 2023
SEMESTER GENAP TAHUN AKADEMIK 2022/2023.

Nama	: Rudi Saputra, Ir.MT	Status Pegawai	: Tetap
NIK	: 21920009	Program Studi	: Teknik Mesin S1
Jabatan Akademik	: Lektor		

Bidang	Perincian Kegiatan	Tempat	Jam/ Minggu	Kredit (sks)	Keterangan	
I PENDIDIKAN DAN PENGAJARAN	MENGAJAR DI KELAS (KULIAH/RESPONSI DAN LABORATORIUM)					
	1. Material Lanjut (P)	Mesin S1	13:00-15:30, Kamis	3	A	
	2. Metalurgi Ferrous (P)	Mesin S1	12:00-15:00, Rabu	3	A	
	3. Proses Manufaktur 2	Mesin S1	10:00-12:40, Senin	3	A	
	4. Struktur dan Sifat Material	Mesin S1	15:00-17:40, Rabu	3	A	
	5. Metalurgi Ferrous (P)	Mesin S1	12:00-15:00, Sabtu	3	K	
	6. Proses Manufaktur 2	Mesin S1	16:00-18:30, Jumat	3	K	
	7. Struktur dan Sifat Material	Mesin S1	15:00-17:40, Jumat	3	K	
	8. Membimbing Kerja Praktek				1	
	9. Membimbing Tugas Akhir				1	
	10. Menguji Tugas Akhir			1		
II PENELITIAN	1. Penulisan Ilmiah			1		
II PENGABDIAN DAN MASYARAKAT	1. Memberikan Penyuluhan/ Penelitian Ceramah pada Masyarakat			1		
IV UNSUR-UNSUR PENUNJANG						
	Jumlah Total			26		

Kepada yang bersangkutan akan di berikan gaji/honorarium sesuai dengan peraturan penggajian yang berlaku di Institut Sains dan Teknologi Nasional Penugasan ini berlaku tanggal 01 MARET 2023 sampai dengan 31 AGUSTUS 2023..

Tembusan :

1. Direktur Akademik - ISTN
2. Direktur Non Akademik - ISTN
3. Ka. Biro Sumber Daya Manusia - ISTN
4. Kepala Program Studi Fak.
5. Arsip





**BERITA ACARA PERKULIAHAN
SEMESTER GENAP TH 2022/2023**

Program Studi : Teknik Mesin S-1, FTI-ISTN

Mata Kuliah : Metalurgi Ferrous (3 SKS)

Kelas/Hari : Kelas A/Rabu, 12.30 - 15.00 WIB

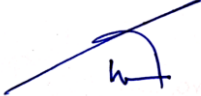
Dosen : Ir.Rudi Saputra,MT

No	Tanggal	Materi Kuliah	Jumlah MHS Hadir	Tanda Tangan Dosen
1	05/03/2023	- Pengantar metalurgi ferrous - Jenis-jenis logam dan paduan - Jenis besi dan baja	1	
2	29/03/2023	- Proses pengolahan logam - Proses pengolahan besi dan baja	1	
3	05/04/2023	- Pohon industri besi dan baja - Industri besi dan baja	1	
4	28/04/2023	- Lanjutan proses pengolahan besi dan baja - Proses pengendalian kualitas besi dan baja	1	
5	03/05/2023	- Proses HRC, CRC, Wire Rod, Wire dan pembuatan pipa baja	1	
6	10/05/2023	- Klasifikasi produk besi baja - Jenis cacat pada produk besi baja - Standar besi dan baja	1	
7	17/04/2023	- Rangkuman komposisi besi baja dan pengaruhnya terhadap sifat - Standar besi baja	1	
8	24/05/2023	- UTS	1	
9	31/05/2023	- Aspek metalurgi baja tahan karat (stainless steel)	1	
10	07/06/2023	- Sensitisasi pada stainless steel - Intergranular corrosion	1	
11	14/06/2023	- Diagram Fasa Stainless Steel	1	

12	21/06/2023	- Diagram TTS penentuan terjadinya Sensitisasi pada Stainless Steel - Perbandingan antara SS304 dan SS304L	1	
13	28/06/2023	- Metalurgi Low-Alloy Steel dan Tool Steel	1	
14	05/07/2023	- Rangkuman dan tinjauan umum Metalurgi Ferrous pada Carbon Steel, Low-Alloy Steel dan High-Alloy Steel (Super Alloy)	1	
15	12/07/2023	- Persentasi	1	
16	26/07/2023	- UAS	1	

Mengetahui,

Dosen Pengajar,



Ka. Prodi Teknik Mesin (S-1)

Ir. Rudi Saputra, MT



DAFTAR HADIR PESERTA KULIAH MAHASISWA
GENAP - REGULER - TAHUN 2022/2023

FAK / JURUSAN
MATAKULIAH
KELAS / PESERTA
KURIKULUM
DOSEN

Teknik Mesin S1
Metalurgi Ferrous (P) / 216311 / 6
A / 3
2018
1.Rudi Saputra, Ir.MT.

HARI / TANGGAL Rabu
JAM KULIAH 12:30-15:00
RUANG C-1

Hal : 1 / 1

No	N I M	NAMA MAHASISWA	TANGGAL PERTEMUAN							JUMLAH
			31/5	7/6	14/6	21/6	28/6	5/7	12/7	
1	22210701	MOHAMMAD ABID ALFARIZI								8
2	22210702	SUHERDIYANTO								8
3	22210703	DIDIT NURHUDA	—	—	—	—	—	—	—	—

CATATAN :

Perubahan peserta hanya diperkenankan bila ada persetujuan tertulis dari Pelaksana Jurusan.

Jakarta,

Dosen Pengajar,

(Rudi Saputra, Ir.MT.)



DAFTAR HADIR PESERTA KULIAH MAHASISWA
GENAP - REGULER - TAHUN 2022/2023

FAK / JURUSAN
MATAKULIAH
KELAS / PESERTA
KURIKULUM
DOSEN

Teknik Mesin S1
Metalurgi Ferrous (P) / 216311 / 6
A / 3
2018
1.Rudi Saputra, Ir.MT.

HARI / TANGGAL Rabu
JAM KULIAH 12:30-15:00
RUANG C-1

Hal : 1 / 1

No	N I M	NAMA MAHASISWA	TANGGAL PERTEMUAN								JUMLAH
			29/05	30/05	31/05	01/06	02/06	03/06	04/06	05/06	
1	22210701	MOHAMMAD ABID ALFARIZI								8	
2	22210702	SUHERDIYANTO								8	
3	22210703	DIDIT NURHUDA	—	—	—	—	—	—	—	—	

CATATAN :

Perubahan peserta hanya diperkenankan bila ada persetujuan tertulis dari Pelaksana Jurusan.

Jakarta,

Dosen Pengajar,

(Rudi Saputra, Ir.MT.)

DAFTAR NILAI

SEMESTER GENAP REGULER TAHUN 2022/2023

Program Studi : Teknik Mesin S1

Matakuliah : Metalurgi Ferrous (P)

Kelas / Peserta : A

Perkuliahan : Kampus ISTN Bumi Srengseng Indah

Dosen : Rudi Saputra, Ir.MT.

Hal. 1/1

No	NIM	N A M A	ABSEN	TUGAS	UTS	UAS	MODEL	PRESENTASI	NA	HURUF
			0%	0%	40%	60%	0%	0%		
1	22210701	Mohammad Abid Alfarizi	100	0	81	90	0	0	86.4	A
2	22210702	Suherdiyanto	100	0	83	90	0	0	87.2	A
3	22210703	Didit Nurhuda	100	0	80	78	0	0	78.8	A-

Rekapitulasi Nilai							
A	0	B+	0	C+	0	D+	0
A-	1	B	0	C-	0	D	0
		B-	0	C-	0	E	0

Jakarta, 3 August 2023

Dosen Pengajar


Rudi Saputra, Ir.MT.

UNSUR PEMADU DALAM BESI/BAJA

- **UNSUR UTAMA DALAM BESI/BAJA:**
 - Besi (Fe)
- **UNSUR-UNSUR YANG SELALU TERKANDUNG DALAM BESI/BAJA:**
 - Karbon (C)
 - Mangan (Mn)
 - Silikon (Si)
 - Sulfur (S)
 - Posfor (P)
- **UNSUR-UNSUR LAINNYA:**
 - Krom (Cr)
 - Molibdenum (Mo)
 - Nikel (Ni)
 - Aluminium (Al)
 - Tembaga (Cu)
 - Vanadium (V)
 - Niobium (Nb)
 - Titanium (Ti)
 - Boron (B)
 - Nitrogen (N)
 - Columbium (Cb)
 - Cobalt (Co)
 - Wolfram (W)

PENGARUH UNSUR-UNSUR PEMADU TERHADAP SIFAT BAJA

A. UNSUR-UNSUR YANG SELALU TERKANDUNG DALAM BAJA :

Carbon (C), Mangan (Mn), Silicon (Si), Sulfur (S), dan Phospor (P).

- Carbon (C) :

- Merupakan unsur padu yang paling efektif, terutama dalam kombinasinya dengan unsur-unsur padu lainnya.
- Merupakan pembentuk austenit dan karbida yang sangat kuat.
- Dapat menaikkan sifat mampu dikeraskan (hardenability).
- Merupakan unsur padu yang sangat efektif dan paling murah untuk menguatkan baja sebagai engineering material.

- Silicon (Si) :

- Merupakan bahan deoxidizer yang sangat kuat. Oleh karena itu Si juga ditambahkan kedalam elektrode atau kawat las. Welding-grade steels biasanya mengandung sekitar 0,15-0,50 % Si.
 - * Baja yang telah di deoksidasi dengan Si disebut : **Si-killed steels** (structural steel and pressure vessel steels for first class welding)
 - * Jika kadar Si 0,05-0,06 %, disebut : **semi-killed steels**
 - * Jika tanpa unsur Si, disebut : **rimmed steels**.
- Merupakan pembentuk ferit yang sangat kuat.
- Juga untuk menguatkan baja.

- Sulfur (S) :

- Semua baja komersial selalu mengandung unsur S sebagai trace element. Unsur S masuk kedalam baja ketika proses peleburan (melalui bahan bakar kokas atau melalui bijih besi).
- Kadar S max yang diijinkan untuk kebanyakan spec. adalah 0,050 %. Kualitas baja yang lebih baik dapat mengandung 0,025 % S max, dan bahkan dewasa ini teknologi mutakhir dapat menghasilkan baja dengan kadar 0,010 % S atau lebih rendah.
- Unsur S merupakan unsur yang tidak diinginkan ditinjau dari aspek las. Hal ini disebabkan karena unsur S mudah mengikat unsur Fe menjadi FeS yang memiliki titik cair lebih rendah dibandingkan titik cair baja, sehingga menimbulkan efek hot shortness (retak dalam keadaan panas). Efek hot shortness dapat dikurangi dengan penambahan unsur Mn (lihat pengaruh unsur Mn).
- Jika kadar S tinggi, maka harus hati-hati untuk tidak melakukan pengelasan dengan acid fluxes (EXX20 elektodes), tetapi sebaiknya menggunakan tipe elektrode dengan basic fluxes (EXX15 atau EXX16). Acid slags cenderung menahan sulfur didalam logam las, sedangkan basic slags dapat menyerap sulfur dari logam cair dan menahannya didalam slag (terak).
- Penambahan unsur S bermanfaat pada "free machining steels". Kadar S pada baja tersebut dapat mencapai 0,20 % (ini bukan jenis baja untuk dilas).

- Phosphor (P) :

- Seperti halnya unsur S, unsur P juga tidak dikehendaki dalam baja dan pabrik pembuat baja selalu berusaha untuk menurunkan kadar P. Batasan kadar P didalam baja biasanya sama seperti untuk kadar S.
- Kadar P yang rendah dapat menaikkan kuat tarik baja tetapi memberi pengaruh tidak baik terhadap proses pembentukan dingin (cold forming), karena sifatnya yang getas.
- Unsur P dapat menurunkan ketangguhan terutama pada suhu rendah (impact energy).

B. PENGARUH UNSUR-UNSUR LAINNYA

Chrom (Cr), Molibdenum (Mo), Nikel (Ni), Columbium (Cb) dan Titanium (Ti), Nitrogen (N), Vanadium (V), Tembaga (Cu) dan Cobalt (Co).

- Chrom (Cr) :

- Salah satu unsur pemadu yang sangat penting dalam baja, terutama dalam hal meningkatkan hardenability dan pada kadar yang tinggi dapat memberikan sifat ketahanan korosi (seperti pada baja stainless).

Pengaruh Cr (lanjutan)

- Dapat dengan mudah membentuk karbida yang kompleks dalam baja dan merupakan pembentuk ferit yang kuat. Peningkatan kadar Cr dapat menurunkan daerah suhu besi gama (austenit) dan pada kadar 13 % Cr dalam besi murni, fasa gama (austenit) tidak terbentuk.
- Jenis baja krom dengan tingkat kadar Cr yang berbeda :
 - * Baja paduan rendah : 0,50, 1, 2, 3, 5, 7 dan 9 % Cr.
 - * Baja stainless martensit : 12 s/d 16 % Cr.
 - * Baja stainless ferit : 18 s/d 28 % Cr.
 - * Baja krom-nikel austenit : 15, 25 dan 35 % Cr.
- Semua baja yang mengandung Cr dapat dilas bila kadar karbon didalam baja tersebut 0,15 % C. Baja krom dengan kadar Cr sampai dengan 15 % (tergantung pada kadar C) bersifat sangat mudah dikeraskan dan membutuhkan cara khusus dalam pengelasan. Jika baja krom seluruhnya ferit (seperti pada baja stainless ferit) maka baja tersebut tidak lagi dapat dikeraskan, tetapi timbul problematik pengelasan lainnya seperti yang akan diberikan dalam pembahasan selanjutnya.

- Molebdenum (Mo) :

- Biasanya ditambahkan dengan kadar 1/2-1 % kedalam baja yang kandungan kromnya sampai dengan 10 %.
- Mo seperti halnya Si dan Cr merupakan pembentuk ferit yang kuat, dan pada paduan Fe-Mo, kadar 8 % Mo dapat membentuk fasa ferit (bcc) seluruhnya dari suhu kamar s/d titik cairnya (secara total menekan fasa gamma).
- Merupakan pembentuk karbida yang kuat dan penambahan 0,25-0,50 % Mo akan meningkatkan hardenability yang cukup berarti.
- Penambahan 1/2-1 1/2 % Mo kedalam baja krom (dengan kadar Cr < 10 %) dapat meningkatkan kekuatan suhu tinggi dan ketahanan creep.
- Penambahan Mo kedalam baja stainless dapat meningkatkan ketahanan terhadap korosi sumur (pitting corrosion).

- Nikel (Ni) :

- Merupakan pembentuk austenit yang sangat kuat, dan pada paduan Fe-Ni, dengan kadar 25 % Ni dapat meniadakan seluruh fasa ferit (bcc).
- Dalam jumlah sampai dengan 4 %, Ni dapat memperbaiki kekuatan baja tetapi sebanding dengan penurunan tingkat keuletannya.
- Dapat meningkatkan hardenability dan juga dapat memperbaiki kekuatan impact suhu rendah baja.
- Ni dapat larut secara sempurna kedalam Fe (baik dalam keadaan padat maupun dalam keadaan cair), tidak membentuk karbida dan memiliki afinitas yang lebih rendah dari besi terhadap oksigen.
- Ni memiliki afinitas tinggi terhadap S. Sulfida nikel (NiS) sangat mudah menimbulkan hot shortness dalam paduan nikel karena NiS memiliki suhu cair relatif rendah.
- Pada baja stainless austenit kadar Ni berkisar antara 7-35 %.
- Kendati Ni menaikkan hardenability, tetapi penambahan Ni tidak menimbulkan kesulitan dalam pengelasan.

- Columbium (Cb) dan Titanium (Ti) :

- Kedua unsur ini merupakan pembentuk karbida yang sangat kuat dan dalam paduan baja sering muncul sebagai karbida.
Jika unsur-unsur ini larut kedalam baja maka akan dapat meningkatkan hardenability, tetapi dalam bentuk karbida berarti akan mengikat karbon sehingga dapat mengurangi hardenability.
- Kedua unsur ini adalah pembentuk ferit, tetapi kegunaannya yang sangat penting dalam baja stainless adalah sebagai penyetabil karbida sehingga dapat mengurangi efek sensitisasi pada baja stainless, terutama didaerah HAZ sambungan las.

- Nitrogen (N) :

- Merupakan pembentuk austenit yang manjur dan dapat mengganti unsur Ni didalam baja paduan austenit.

- Vanadium (V) :

- Merupakan pembentuk ferit, mudah membentuk karbida dan menaikkan hardenability.
- Juga dapat meningkatkan **solution hardening** pada ferit dan austenit.
- Baja Cr-Mo-V banyak digunakan di Eropa untuk pipa-pipa uap (boiler), tetapi paduan ini mudah terserang **temper brittleness** dan retak pada HAZ. Karenanya , paduan ini jarang digunakan di USA.

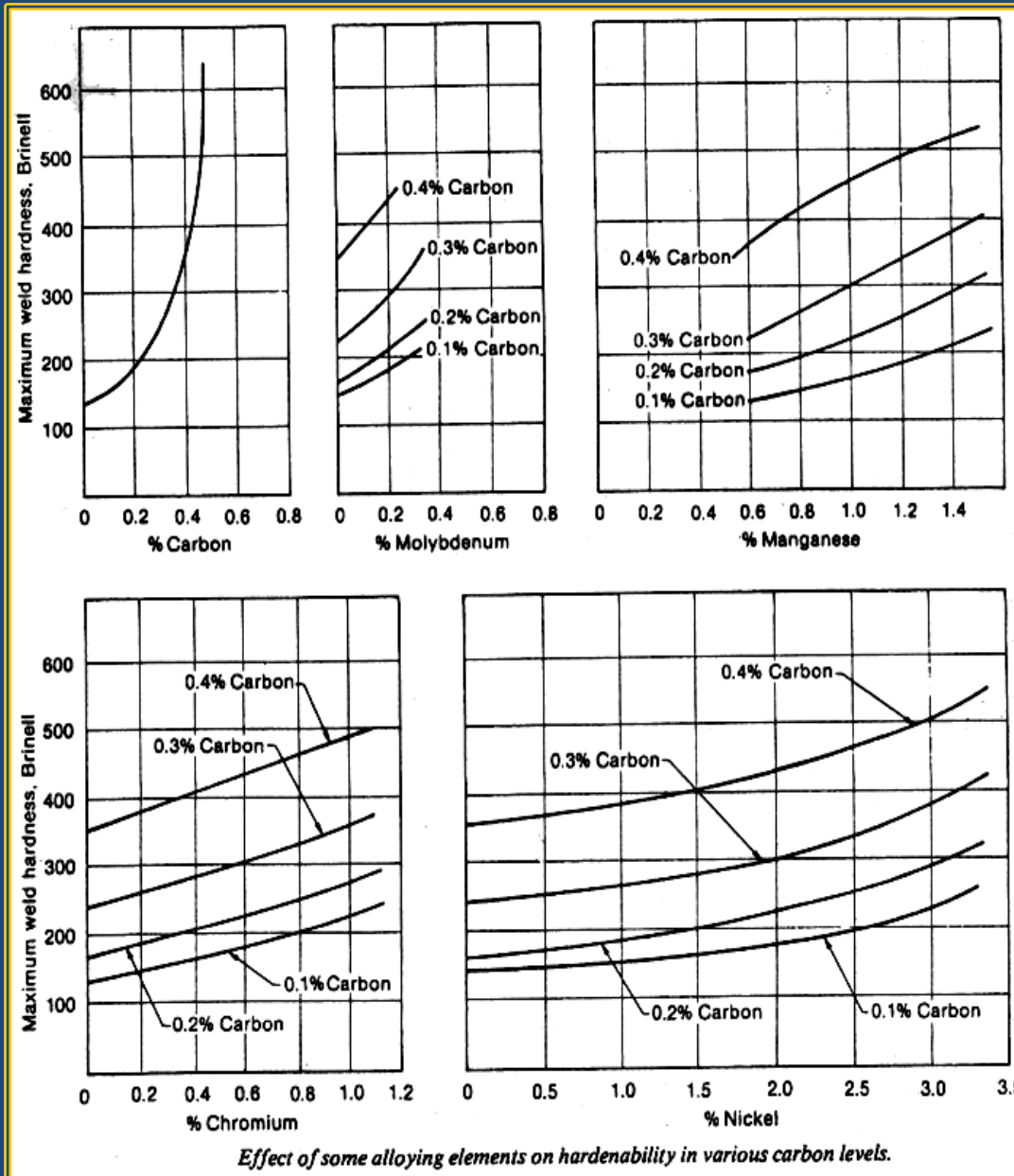
- Tembaga (Cu) :

- Dalam jumlah sekitar 0,25 % dapat meningkatkan ketahanan korosi cuaca dari baja struktural.
- Tembaga merupakan pembentuk austenit yang sedang dan pada kadar yang rendah, tidak menimbulkan efek negatif pada pengelasan.
- Sekitar 0,5 % Cu dapat larut kedalam baja pada suhu kamar.

- Cobalt (Co) :

- Merupakan pembentuk austenit yang lemah. Diperkirakan dapat menurunkan harden-ability dan mempunyai kecenderungan pembentuk karbida yang sedang. Jika larut kedalam ferit atau austenit, dapat memberikan efek pengerasan yang cukup.

PENGARUH BEBERAPA UNSUR PEMADU TERHADAP HARDENABILITY (Dalam bentuk Grafik) diberikan dibawah ini:

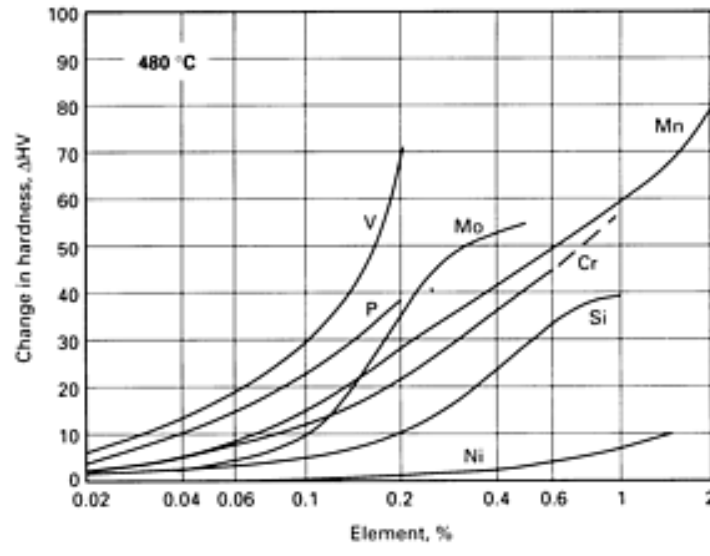
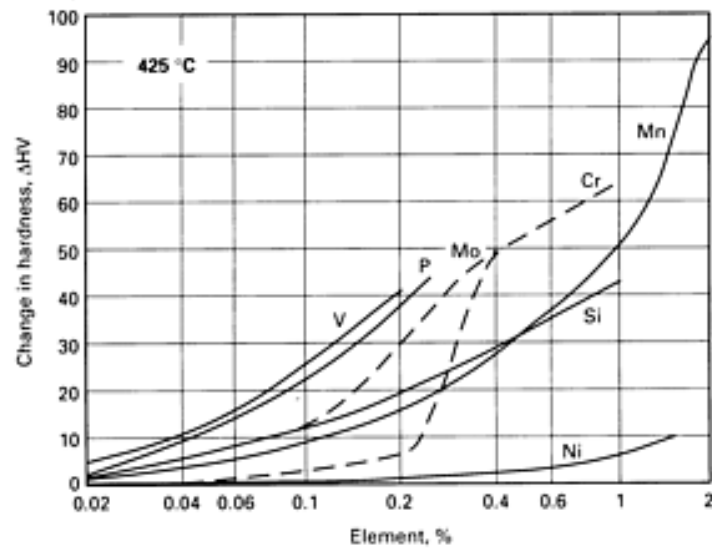
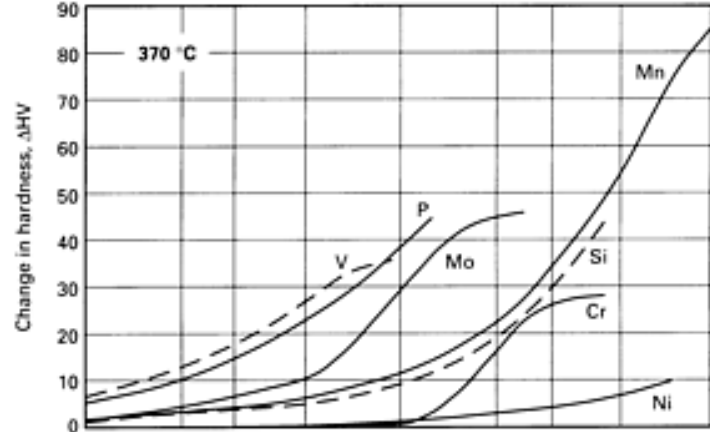
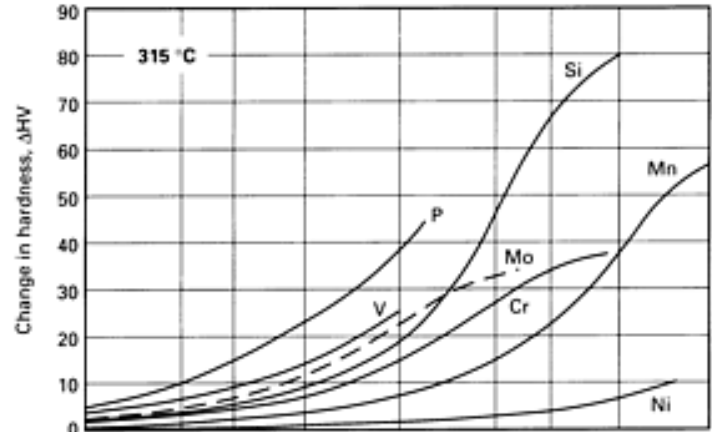
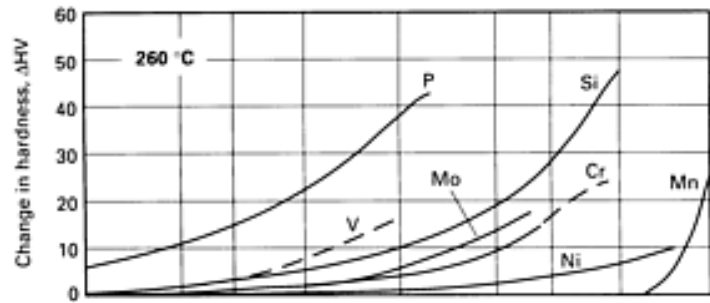
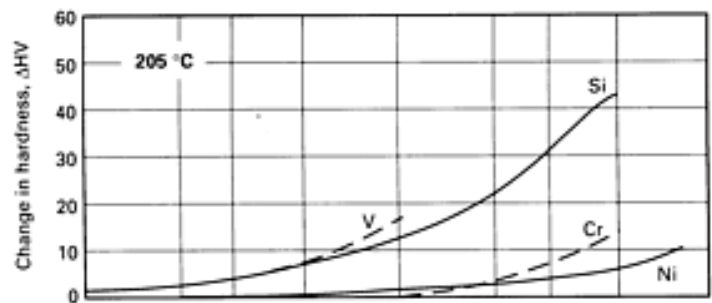


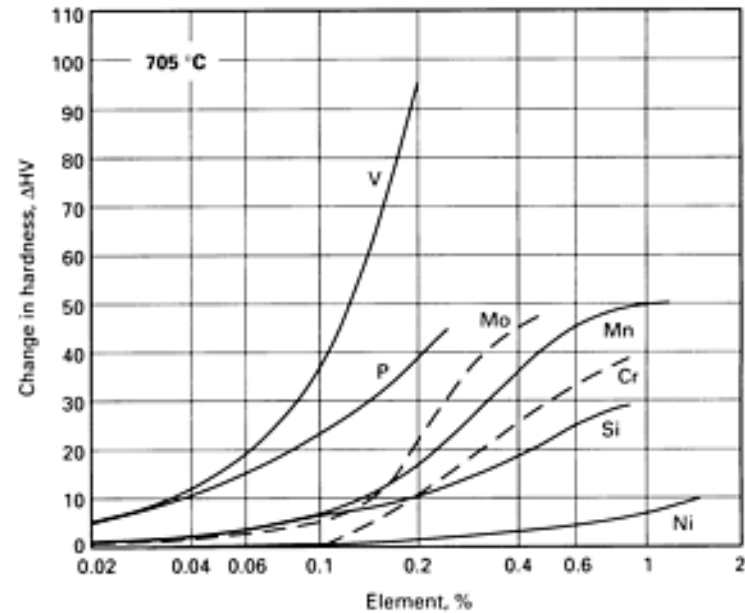
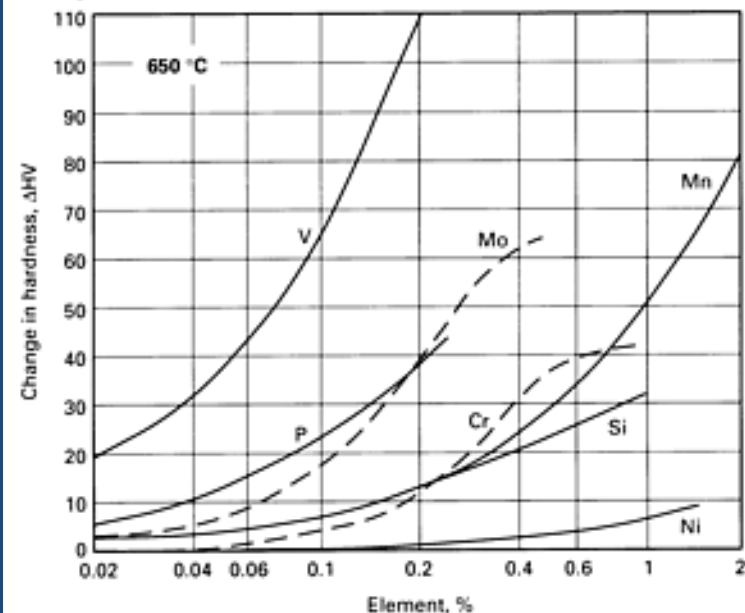
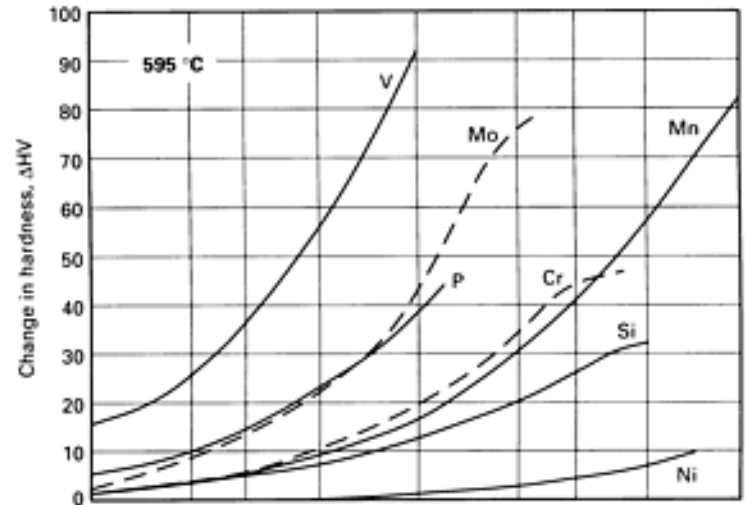
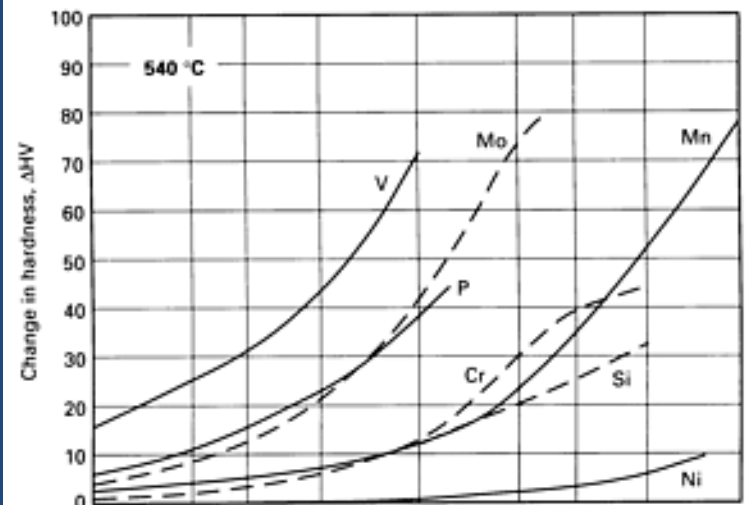
Effect of Alloy Content (Summary)

- *The main purpose of adding alloying elements to steel is to increase the hardenability, that is, the capability of the steel to form martensite upon quenching from above its critical temperature. The general effect of alloying elements on tempering is a retardation of the rate of softening, especially at the higher tempering temperatures. Thus, to reach a given hardness in a given period of time, alloy steels require higher tempering temperatures than do carbon steels.*
- Alloying elements can be characterized as carbide forming or non-carbide forming. Elements such as nickel, silicon, aluminum, and manganese, which have little or no tendency to occur in the carbide phase, remain essentially in solution in the ferrite and have only a minor effect on tempered hardness. Hardening due to the presence of these elements occurs mainly through solid-solution hardening of the ferrite or matrix grain size control.

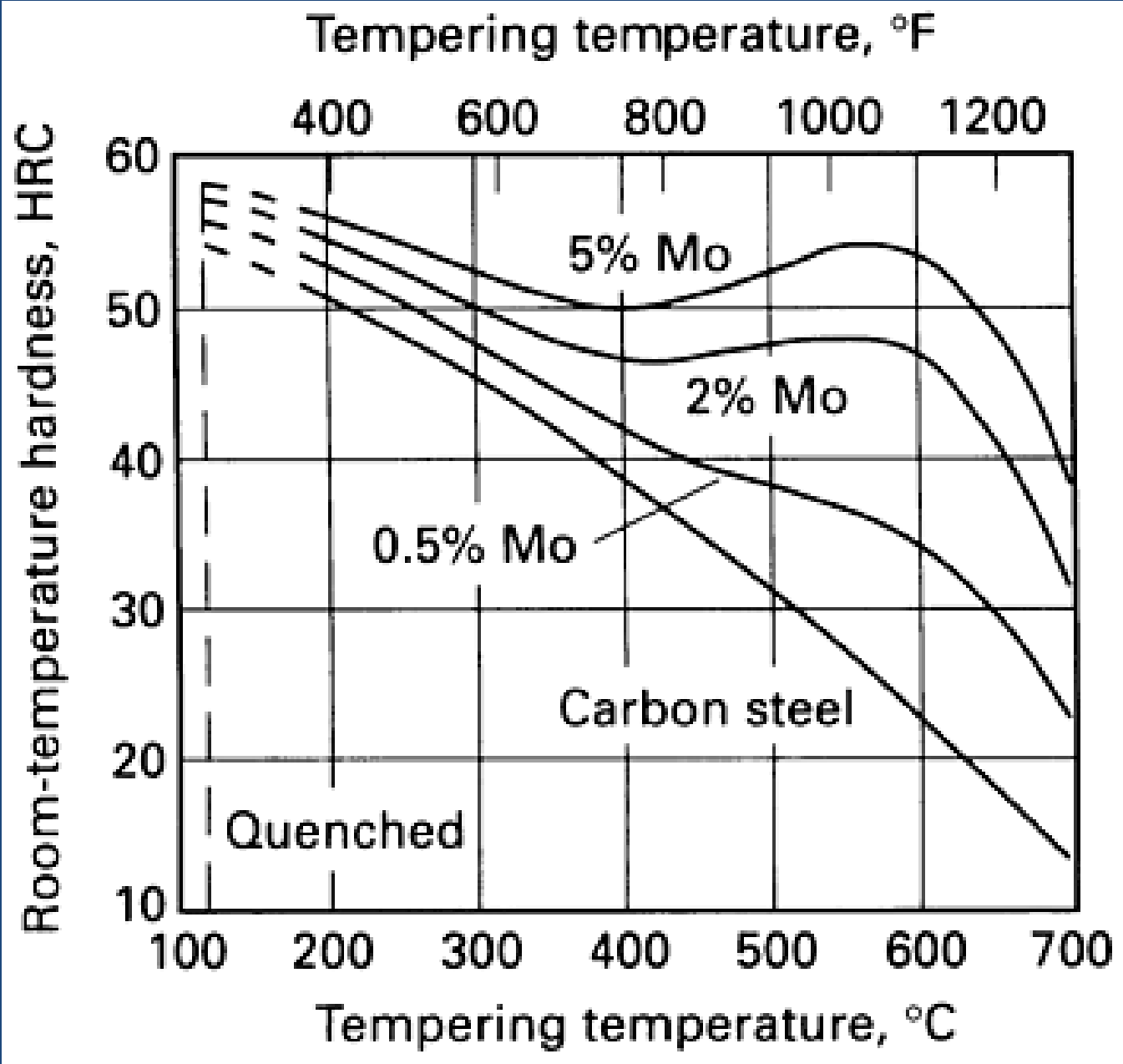
Alloy Content, continued

- *The carbide forming elements (chromium, molybdenum, tungsten, vanadium, tantalum, niobium, and titanium) retard the softening process by the formation of alloy carbides. The effect of the carbide-forming elements is minimal at low tempering temperatures where Fe_3C forms; however, at higher temperatures, alloy carbides are formed, and hardness decreases slowly with tempering temperature.*
- The increase in hardness due to the addition of alloying elements is plotted as a percent alloying element for various tempering temperatures from 205 to 705 °C (400 to 1300 °F).





Effect of seven elements (chromium, manganese, molybdenum, nickel, phosphorus, silicon, and vanadium) on the hardness of martensite tempered in 55 °C (100 °F) increments ranging from 205 to 705 °C (400 to 1300 °F), each for a 1-h duration. Note that manganese, molybdenum, and phosphorus have no effect on hardness at 205 °C (400 °F).



Influence of molybdenum content on the softening of quenched 0.35% C steels with increasing tempering temperature.

Cast Iron

- Between 2% & 4% carbon content
- Standard grey cast iron very brittle due to flake graphite in the structure acting as stress-raisers.
- Possible to use heat treatment to improve the structure, this gives materials such as ductile iron and malleable iron.

Classification of Cast Iron by Commercial Designation, Microstructure, and Fracture

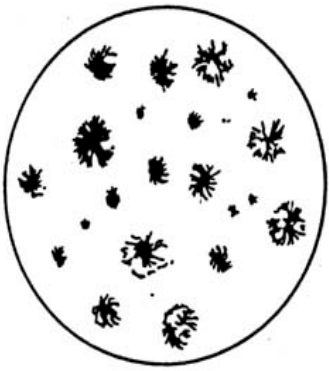
Commercial designation	Carbon-rich phase	Matrix (a)	Fracture	Final structure after:
Gray iron	Lamellar graphite	P	Gray	Solidification
Ductile iron	Spheroidal graphite	F, P, A	Silver-gray	Solidification or heat treatment
White iron	Fe ₃ C	P, M	White	Solidification and heat treatment
Mottled iron	Lamellar Gr + Fe ₃ C	P	Mottled	(b)
Malleable iron	Temper graphite	F, P	Silver-gray	Solidification
Austempered ductile iron	Spheroidal graphite	At	Silver-gray	Heat treatment

(a) F: ferrite; P: pearlite; A: austenite; M: martensite; At: austempered (bainite).

(b) White irons are not usually heat treated, except for stress relief and to continue austenite transformation

Range of Compositions for Typical Unalloyed Common Cast Irons

Type of iron	Composition, %				
	C	Si	Mn	P	S
Gray (FG)	2.5-4.0	1.0-3.0	0.2-1.0	0.002-1.0	0.02-0.25
Compacted graphite (CG)	2.5-4.0	1.0-3.0	0.2-1.0	0.01-0.1	0.01-0.03
Ductile (SG)	3.0-4.0	1.8-2.8	0.1-1.0	0.01-0.1	0.01-0.03
White	1.8-3.6	0.5-1.9	0.25-0.8	0.06-0.2	0.06-0.2
Malleable (TG)	2.2-2.9	0.9-1.9	0.15-1.2	0.02-0.2	0.02-0.2



I



II



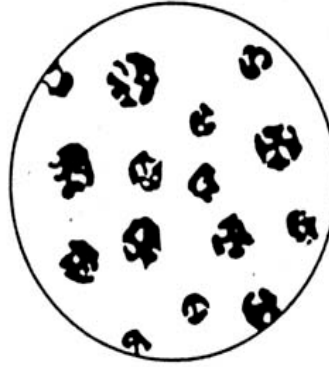
III



IV



V



VI



**Typical graphite shapes
after ASTM A 247;**

I, spheroidal graphite;

**II, imperfect spheroidal
graphite;**

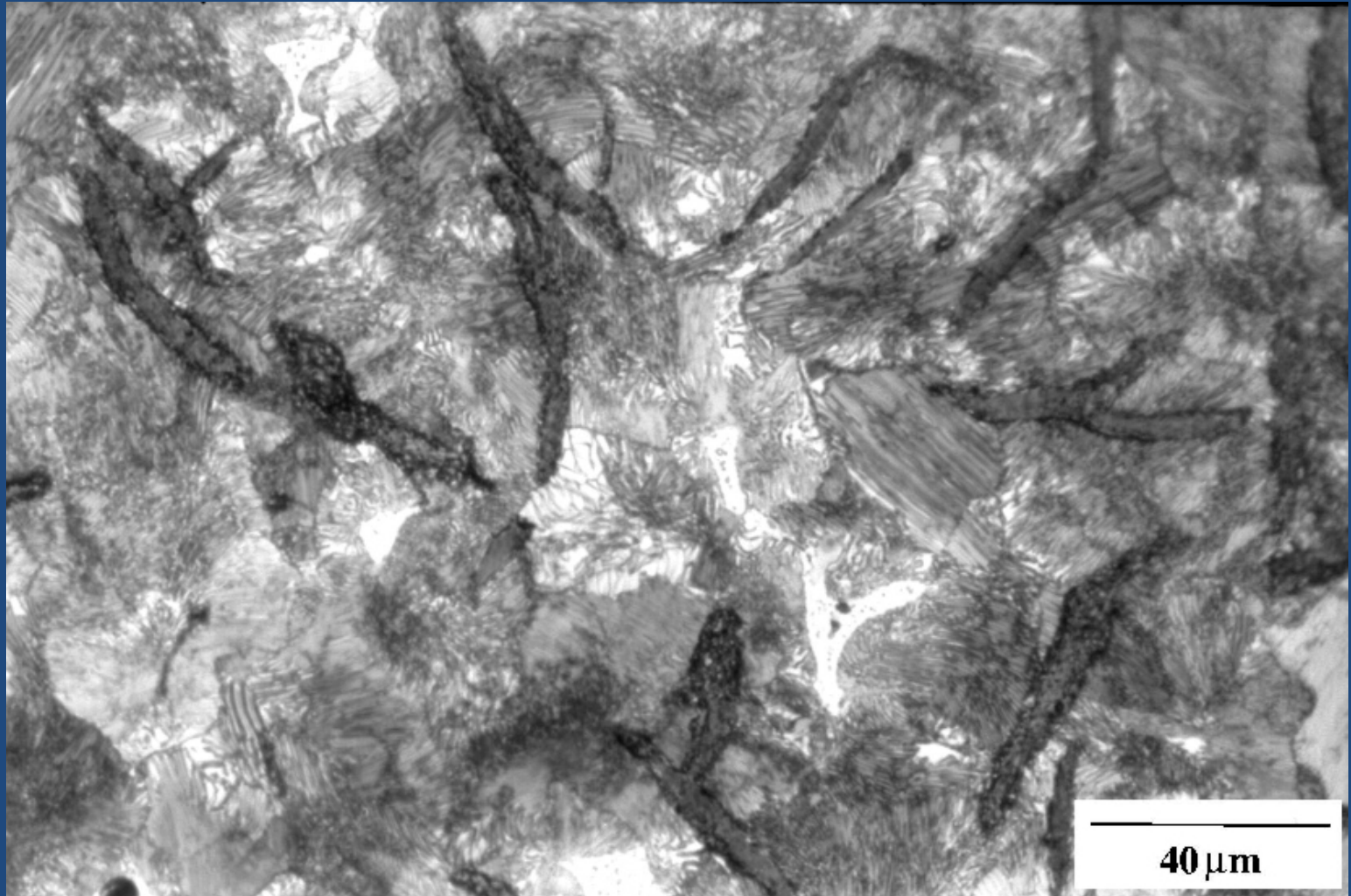
III, temper graphite;

IV, compacted graphite;

V, crap graphite;

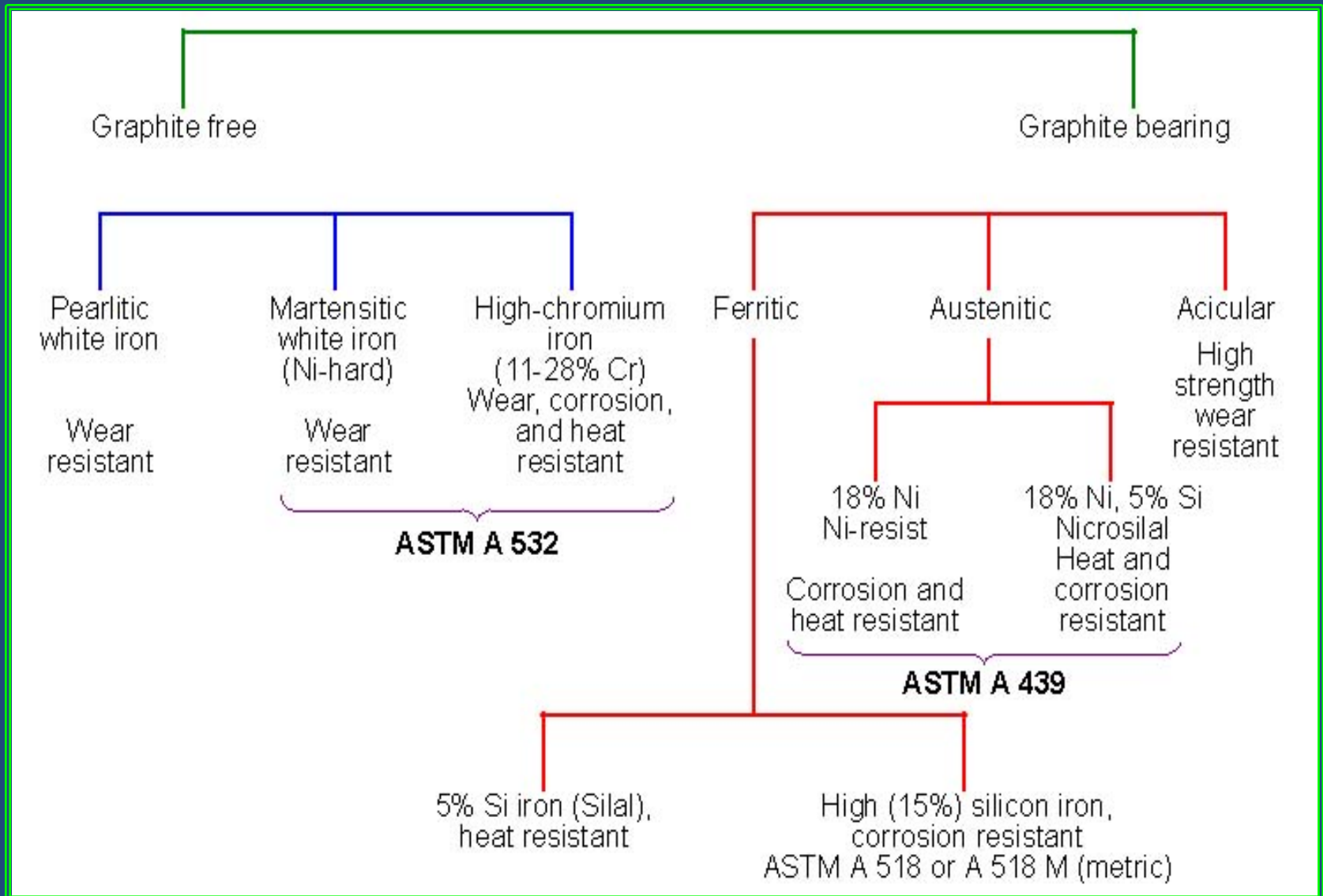
VI, exploded graphite;

VII, flake graphite



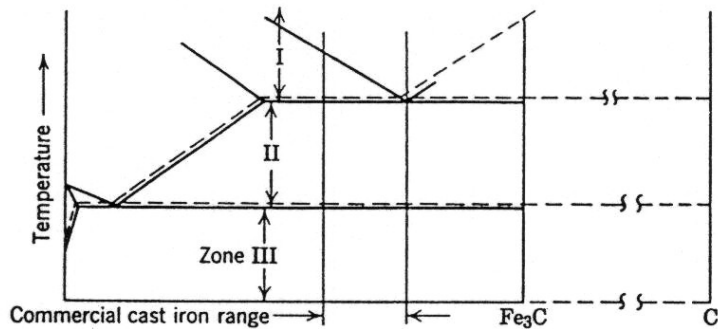
Grey cast iron showing the graphite flakes in a pearlite matrix

CLASIFICACION OF SPECIAL HIGH-ALLOY CAST IRON



SIFAT-SIFAT BESI TUANG (CAST IRON)

- **BESI TUANG KELABU (GREY CAST IRON)**
 - Kekuatan dan keuletan rendah (getas)
 - Tahan terhadap panas, korosi dan aus
 - Kemampuan meredam getaran (damping capacity) yang tinggi
 - Memiliki koefisien muai panas yang rendah
 - Kemampuan untuk di machining (machinability) yang baik
 - Mudah dibuat dan murah
- **BESI TUANG ULET (DUCTILE CAST IRON)**
 - Kekuatan dan keuletan relatif tinggi, mendekati sifat-sifat baja tuang. Hal ini disebabkan oleh bentuk grafitnya yang bulat
- **BESI TUANG PUTIH (WHITE CAST IRON)**
 - Tidak terbentuk grafit dan struktur yang dominan adalah karbida (Fe_3C), sehingga sifatnya sangat keras, tahan aus, tetapi machinabilitynya sangat buruk.
- **BESI TUANG PADUAN (ALLOYED CAST IRON)**
 - Dengan unsur padamu yang tinggi seperti Cr dan/atau Ni, besi tuang ini dapat digunakan untuk aplikasi pada lingkungan korosif dan/atau suhu tinggi dengan tetap memiliki struktur grafit yang dapat memberikan kemampuan meredam getaran yang tinggi serta mudah untuk di machining.

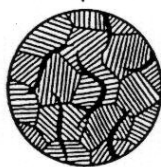


	Fast Cool	Moderate	Slow Cool
I	$\gamma + L$	$\gamma + L$	$\gamma + L$
II	$\gamma + Fe_3C$	$\gamma + G_f$	$\gamma + G_f$
III	$P + Fe_3C$	$P + G_f$	$\alpha + G_f$

	Moderate	Slow Cool
I	$\gamma + L$	$\gamma + L$
II	$\gamma + G_n$	$\gamma + G_n$
III	$P + G_n$	$\alpha + G_n$



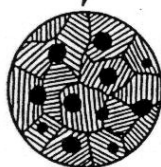
White C.I.



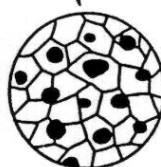
Pearlitic gray C.I.



Ferritic gray C.I.



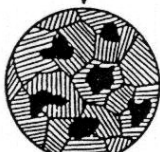
Pearlitic ductile C.I.



Ferritic ductile C.I.

Reheat; hold in zone II 30+ hours

	Fast Cool	Slow Cool
II	$\gamma + G_r$	$\gamma + G_r$
III	$P + G_r$	$\alpha + G_r$



Pearlitic malleable



Ferritic malleable

G_f = flake graphite
 G_r = graphite rosettes
 G_n = graphite nodules
 P = pearlite
 α = ferrite

Perubahan bentuk grafit dalam besi tuang karena pengaruh proses dan / atau perlakuan panas

PERBANDINGAN KOMPOSISI KIMIA LOGAM / PADUAN BESI DAN BAJA

Jenis Logam / Paduan	Kadar Unsur (% Berat)						
	C	Mn	Si	P	S	Unsur Lainnya	Fe
Besi Tuang (Cast Iron) / BT Kelabu	2,5-4,0	0,2-1,0	1,0-3,0	0,02-1,0	0,02-0,25	-	Balance
Baja Karbon (Carbon Steel)	0,06-1,0	0,3-1,0	0,15-0,35	0,05 (max)	0,05 (max)	-	Balance
Baja Paduan Rendah (Low-Alloy Steel)	0,1-0,5	0,4-1,9	0,15-0,35	0,05 (max)	0,05 (max)	Cr; Mo; Cr + Mo; Cr + Ni; Ni + Cr + Mo, dll	Balance
Baja Tahan Karat (Stainless Steel)							
a) Produk Mill	0,03-0,25	2 (max)	1 (max)	0,05 (max)	0,05 (max)	(16 → 25 Cr) + (8 → 14 Ni)	Balance
b) Produk Tuang	0,20-0,70	1-2	1-2,5	0,05 (max)	0,05 (max)	(12-30 Cr) + (1-30 Ni) + dll	
Baja Perkakas (Tool Steel)	0,3-1,25	0,15-0,70	0,15-0,65	0,05 (max)	0,05 (max)	Mo : 1-10 W : 1-19 V : 1-4 Co : 0-10 Ni : 0,3	Balance
Baja Paduan Super (Iron Base Superalloy)	0,04-0,05	0,5-1,0	0,15-0,50	0,05 (max)	0,05 (max)	Ni : 20-40 Cr : 12,5-23,5 Mo : Al; Ti, dll	Balance

BEBERAPA NAMA STANDAR / SPESIFIKASI LOGAM DAN PADUAN

- 1) SNI = Standar Nasional Indonesia**
- 2) AISI = American Iron and Steel Institute**
- 3) ASTM = American Standard for Testing and Materials**
- 4) ASME = American Society of Mechanical Engineers**
- 5) JIS = Japanese Industrial Standard**
- 6) ACI = Alloy Casting Institute**
- 7) AA = Aluminum Association**
- 8) API = American Petroleum Institute**
- 9) AWS = American Welding Society**
- 10) DIN (Standar Jerman)**
- 11) Dan Lainnya**