اهداف فصل

- آشنايي با چگونگي توليد Tool Steels
- آشنايي با خواص Tool Steels
- آشنايي با سيستم هاي مشخص سازي و عمليات حرارتي آنها

Introduction to metals: Chapter 4- Tool Steels

Introduction to metals: Chapter 4- Tool Steels

Introduction to metals: Chapter 4- Tool Steels

مقدمه

- در فصل قبل مشاهده كرديم كه چگونه كربن وعناصر الياژی خواص را تغيير مي دهند و دراين فصل به فولاد هاي ابزار مي پردازيم.
- اين فولادها در دهه هاي گذشته ايجاد شدند كه داراي خواص وقابليت هايي هستند كه در الياژ هاي ديگر فولاد يافت نمي شود.
- اين فولاد ها براي شكل دادن، كار بر روي فولادها يا ماشينكاري ساير فولاد ها به كاي مي روند

- " براي كار كردن بر روي فولاد(يا ساير مواد در بعضي موارد) به چيزي قويتر از فولاد هاي معمول احتياج است

- در واقع فولاد هاي ابزار امتداد يافته فولاد هاي آلياژي هستند كه به منظور رفع نياز هاي جديد نظير شكل دادن-بريدن- براده برداري و....و ساير عمليات هاي مورد نياز بر روي فولاد هاي معمول ايجاد شده اند. در اين فولاد ها با اضافه شدن مقادير بيشتر يك سري عناصر الياژي خواص (مكانيكي- حرارتي و...) بهبود يافته است.

معرفي كلي

- هر طراحي كه بخواهد ابزاري ايجاد كند كه بر روي مواد ديگر كاري انجام دهد (مثل قالب گيري پليمر ها، سوراخ كاري، قالب هاي برش و .....) بايد از اين فولاد ها استفاده كند و بنابر اين فصلي به اين موضوع اختصاص داده شده است
- نياز های یک طراح براي استفاده از اين نوع مواد :
- 1- خواص
- 2- انواع
- 3- چگونگي انتخاب

- فولاد هاي ابزار در كل گران قيمت هستند ومثال هايي از كاربرد هاي معمول ان عبارتند از :
- Punches,dies, knives, molds, saws, end mill, و

- به طور كلي براي هر ابزاري كه بخواهد ماده خامي را به شكل نهايي تبديل كند

تعريف

- فولاد هاي ابزار عناصر آلياژي بيشتري نسبت به فولادهاي الياژِ معمول دارند اما مهمتريت مشخصه اي كه اين فولاد ها را متمايز مي كند روش توليد آنها است .

- فولاد ها بزار با كوره الكتريكي ذوب مي شوند و بعضي از آنها با روش هاي VAR,VIM تصفيه مي شوند كه باعث تميزي وكنترل بهتر عناصر الياژ مي شوند.

- به علاوه اين فولاد ها در مقياس كوچک توليد مي شوند و در حين توليد كيفيت كنترل و بررسي مي شود.

انواع محصولات توليدي ازفولاد هاي ابزاز

- محصولات:
- bar,
- rod,
- large forged shapes

دسته بندي ومشخص سازي فولاد هاي ابزار

- در حدود 70 نوع فولاد ابزار وجود دارد
- به علاوه بعضي الياژ هاي خاص كه در بعضي كشور ها توليد مي شوند.
- علت فراواني فراواني آلياژ ها فعاليت هاي صنعتي دهه 90 و همچنين انواع كابردهاي مختلف است
- كمتر از 20رده از انها بيشترين مورد استفاده دارند ومعمول مي باشند
- رده هايي را بررسي مي شوند كه بيشترين استفاده را دارند.

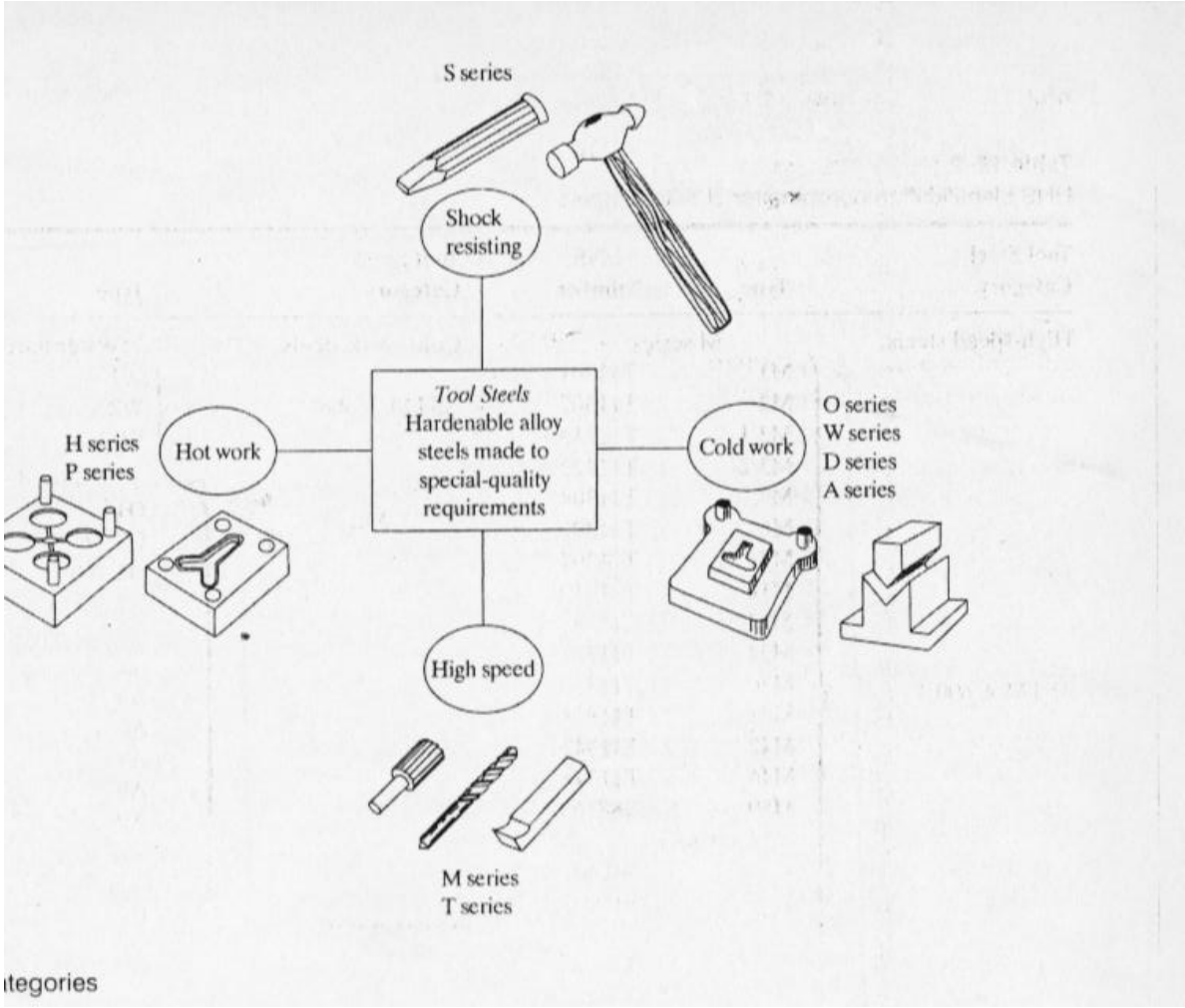
دسته بندي فولاد هاي ابزار

- روش معمول در دسته بندي فولاد هاي ابزار بر اساس كاربرد انها است و بر اين اساس به 4 دسته تقسيم بندي مي شوند
- 1- كابرد براي كار گرم
- 2- كاربرد براي كار سرد
- 3- كاربرد براي مقاومت به شك (ضربه يا بار هاي ديناميك)
- 4- كاربرد در سرعت هاي بالا (مثل ابزار برش)

مشخص سازي فولاد هاي ابزار

- براي مشخص كردن هر دسته از يك حرف استفاده مي كنيم والياژ هاي موجود در هر دسته با عددي كه بعد از حرف مربوطه قرار مي گيرد مشخص مي شود.

4 دسته اصلي(basic) وجود دارد و يک دسته براي کاربرد هاي خاص.
يک حرف پسوند دسته اي که فولاد الياژی به ان تعلق دارد را مشخص مي کند



استاندارد هاي مورد استفاده

- دو نوع استاندارد وجود دارد : ASTM و AISI
- 1- AISI كه از يك حرف و عددي به دنبال ان استفاده مي كند مثل H2
- استاندارد ASTM : بهتر است از استاندارد ASTM استفاده شود
- ASTM A681 covers all tool steels except W,M ,T
- ASTMA686 covers cover W series
- ASTMA600 cover M and T
- ASTM A597 Covers 9 grade of cast tool steels(A2,D2,D5,M2,S5,S7,H12,H13, Q

- استاندارد ASTM از سيستم AISI استفاده مي كند
- مثال AISI D2=ASTM A681, type D2:
- دراستاندارد ASTM از استاندارد AISI به عنوان GRAGDE استفاده مي كند.

Introduction to metals: Chapter 4- Tool Steels

Table 12–2
UNS identification numbers for U.S. tool steels

Tool Steel Category	Type	UNS Number
High-speed steels	**M series**	
ASTM A 600	**M1**	T11301
	M2	T11302
	M3/1	T11313
	M3/2	T11323
	M4	T11304
	M6	T11306
	M7	T11307
	M10	T11310
	M33	T11333
	M34	T11334
	M36	T11336
	M41	T11341
	M42	T11342
	M46	T11346
	M50	K88165
	T series	
	T1	T12001
	T4	T12004
	T6	T12006
	T8	T12008
	T15	T12015
Hot-work steels	**Chromium type**	
ASTM A 681	H10	T20810
	H11	T20811
	H12	T20812
	H13	T20813
	H19	T20819
	Tungsten type	
	H21	T20821
	H22	T20822
	H23	T20823
	H24	T20824
	H26	T20826
	Molybdenum type	
	H42	T20842
Cold-work steels	**Water hardening**	
ASTM A 686	W1	T72301
	W2	T72302
	W5	T72305
	Oil hardening	
ASTM A 681	**O1**	T31501
	O2	T31502
	O6	T31506
	O7	T31507
	Air hardening	
	A2	T30102
	A4	T30104
	A6	T30106
	A7	T30107
	A8	T30108
	A9	T30109
	A10	T30110
	High-carbon, high-chromium	
	D2	T30402
	D3	T30403
	D4	T30404
	D5	T30405
	D7	T30407
Shock resisting	S1	T41901
	S2	T41902
	S4	T41904
	S5	T41905
	S6	T41906
	S7	T41907
Mold steels	P6	T51606
	P20	T51620
	P21	T52621
Special purpose	L2	T61202
	L6	T61206

Most widely available grades are shown in bold.

12.2 Tool steel Metallurgy

- فولاد هاي ابزار در ميان چند ماده بسيار مهم تجاري در رقابت هاي بين المللي است (ساير مواد: فولاد هاي آلياژی، سراميک ها و سرمت ها)

- اين فولاد ها در مقياس هاي کوچک توليد مي شوند.

- Billet ها توليدي از فولاد هاي آلياژي اغلب قبل از کاهش اندازه پرداخت سطحي مي شوند تا عيوب آن خارج شود.

- اغلب اين فولادها عمليات حرارتي خاص مي شوند مثل (Spherodizing)

- این فولاد ها گران تر هستند. و سختي پذيري بهتري دارند و بعضي قابليت حفظ مقاومت مكانيكي در دماي بالا را دارند.
- ماشينكاري آنها مشكل است.
- در تمامي اشكال موجود نيستند.
- بيشتر فولاد هاي آلياژی به صورت اشكال hot finished در اشكالي نظير rounds and bars فروخته مي شوند.
- ورق هاي cold finish از فولاد هاي الياژي وجود ندارند چرا؟

بعضي فولاد هاي ابزار داراي تركيبى مشابه فولاد های آلیاژی هستند. اما بیشتر انها عناصر الیازي زیادتري دارند. وبعضی دارای عناصری نظیر , W,CO V هستند که فولاد هاي الیاژی فاقد ان هستند .

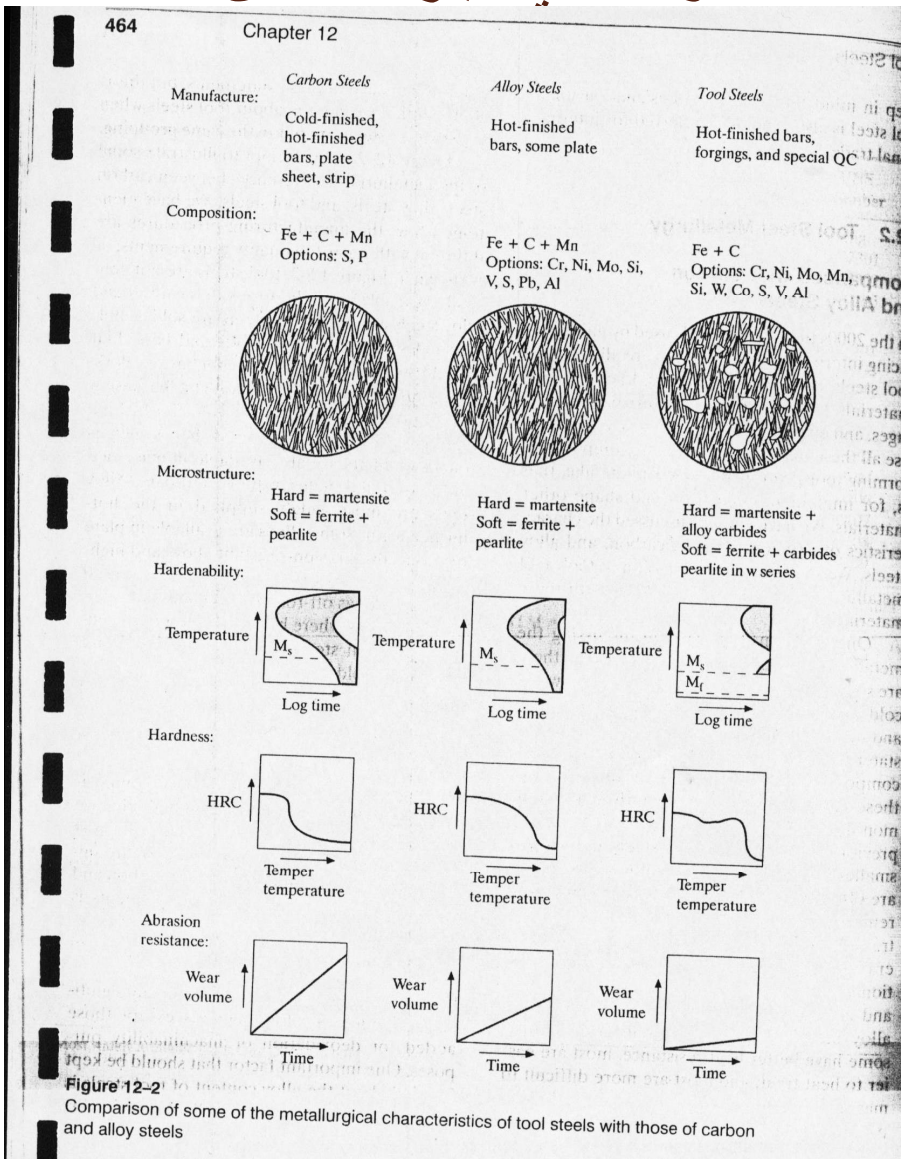
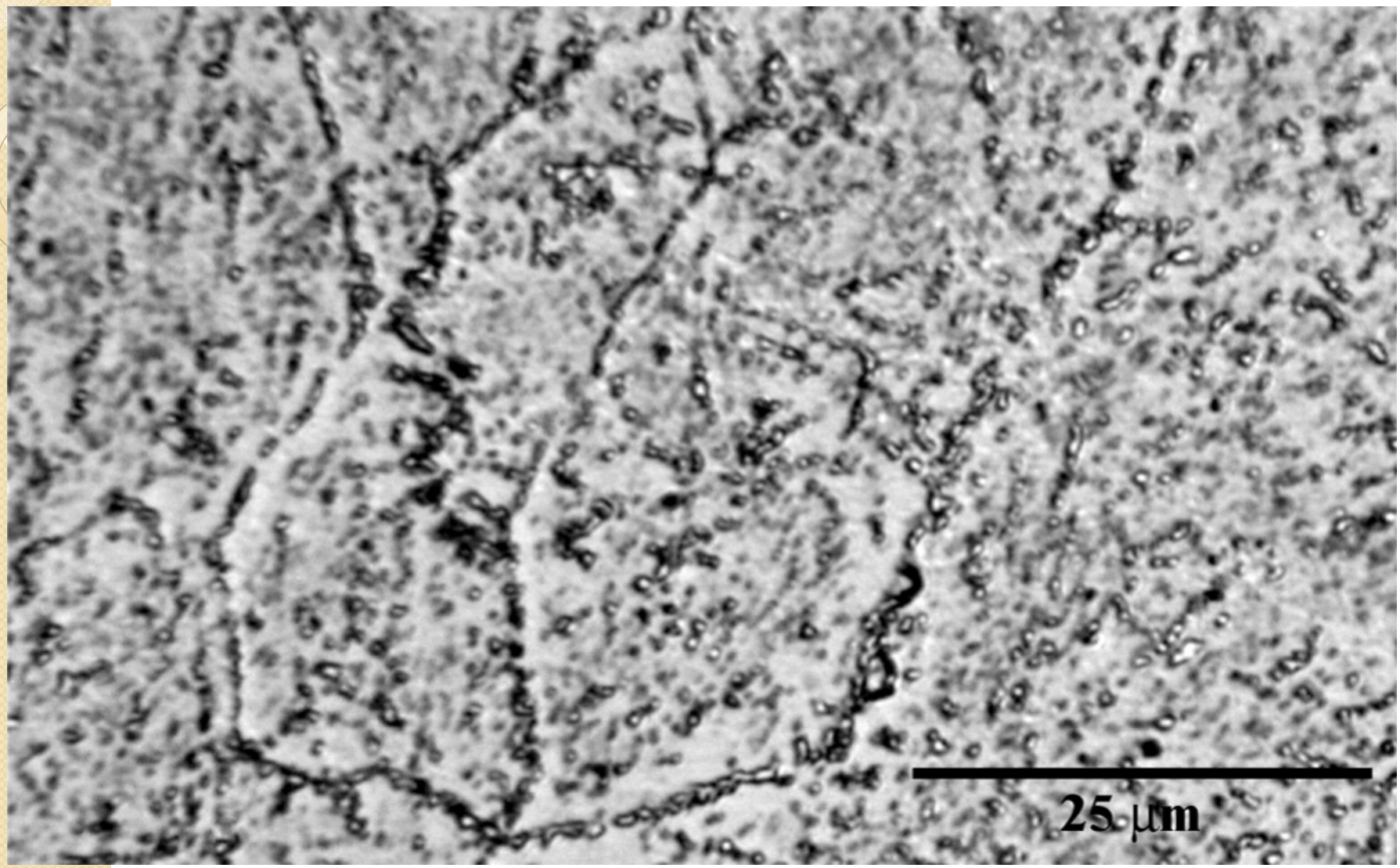


Figure 12–2
Comparison of some of the metallurgical characteristics of tool steels with those of carbon and alloy steels


25 μm

- به علاوه باید به خاطر داشت که این فولاد ها مقاومت به خوردگي ندارند به جز در موارد خاص مثل D2 که داراي کرم زيادي است.

- مهمترين تفاوت فولاد هاي ابزار و ساير فولاد ها در ريز ساختار است. دربعضي حالات ساختار شامل زمينه مارتنزيتي به علاوه1 -30 درصد حجمي از کاربيد هاي عناصر محتلف است.

- بنابر اين حضور کاربيد هاي عناصر مهمترين تفاوت فولاد هااست

تفاوت ها ي فولاد ابزار با ساير فولادها

- 1- تفاوت TTT diagram: سختي پذيري بالاتر وبنابر اين عمليات حرارتي آسان تر است(سرعت سرد كردن كمتر و نتايج مربوطه)

- 2- حفظ مقاومت مكانيكي در دما هاي بالا شكل 12-2: مقاومت بيشتر در مقابل نرم شدگي با گذشت زمان

- 3- تفاوت هاي ساختاري : در ساختار كاربيد هايي با اشكال گوناگون وجود دارد مثل كار بيد هاي Cr V, Mo, w

- تمام اين كاربيد ها سختي بيشتری نسبت به ماتنزيت دارند بنابر اين سختي و مقاومت به سايش بالاتري نسبت به فولاد هاي الياژي دارند.

ساختار ميكروسكپي فولاددهاي ابزاز

وجود كاربيد هاي بسيار ريز خواص مكانيكي اين فولاد ها حتي در درصد هاي عناصر آلياژی قابل قياس با فولاد هاي آلياژی بهبود مي بخشد.

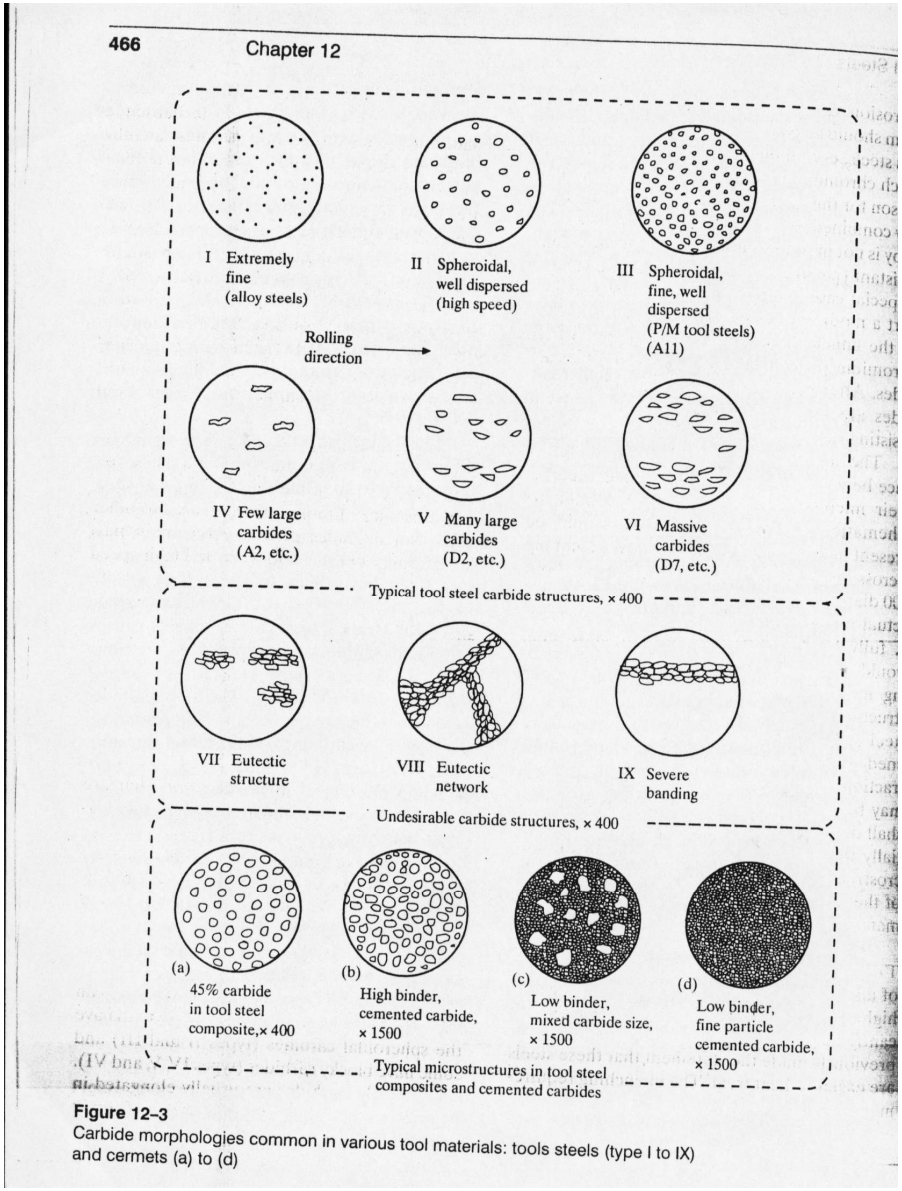


Figure 12–3
Carbide morphologies common in various tool materials: tools steels (type I to IX) and cermets (a) to (d)

بعضي مشخصات كاربيد هاي موجود در ساختار

- كاربيد ها مورفولوژی هاي (شكل وپراكندگي) مختلفي دارند.
- افزايش كربن مقدار كاربيد ها را زياد ميكند وموفولوژی را نيز تغيير مي دهد.
- ممكن است كاربيد ها در جهت نورد كشيده شده باشند.
- كاربيدها در انواع Air Hardening به صورت نوع IV هستند
- كاربيد ها با اشكال VIIو VIII و IXنامطلوب هستند كه در حين ريخته گري ايجاد مي شوند . با انجام كار سرد مي توان اين عيوب را از بين بردوتوزيع ِ يكنواخت از كاربيد ها ايجاد كند.

خلاصه

- 1- فولاد هاي ابزار مقاومت به سايشي بالايی دارند.
- 2- عمق هاي زيادتري قابل سخت كاري هستند
- 3- رده هاي زيادي از انها در مقابل نرم شدگي مقاوم هستند. كه به علت وجود كاربيد ها عناصر الياژي ريز است.

- 4- رده هايي كه داراي كاربرد هاي زيادي هستند(مثل فولاد هاي قالب) طوري طراحي شده اند تا خواصی نظير عمق سختي، مقاومت حرارتي، مقاومت به خستگي و مانند اينها داشته باشند

ترکیب شیمیایی فولاد های ابزار

- 5 گروه دارد که هر گروه برای کاربردهای خاص است (شکل 6-12).

Introduction to metals: Chapter 4- Tool Steels

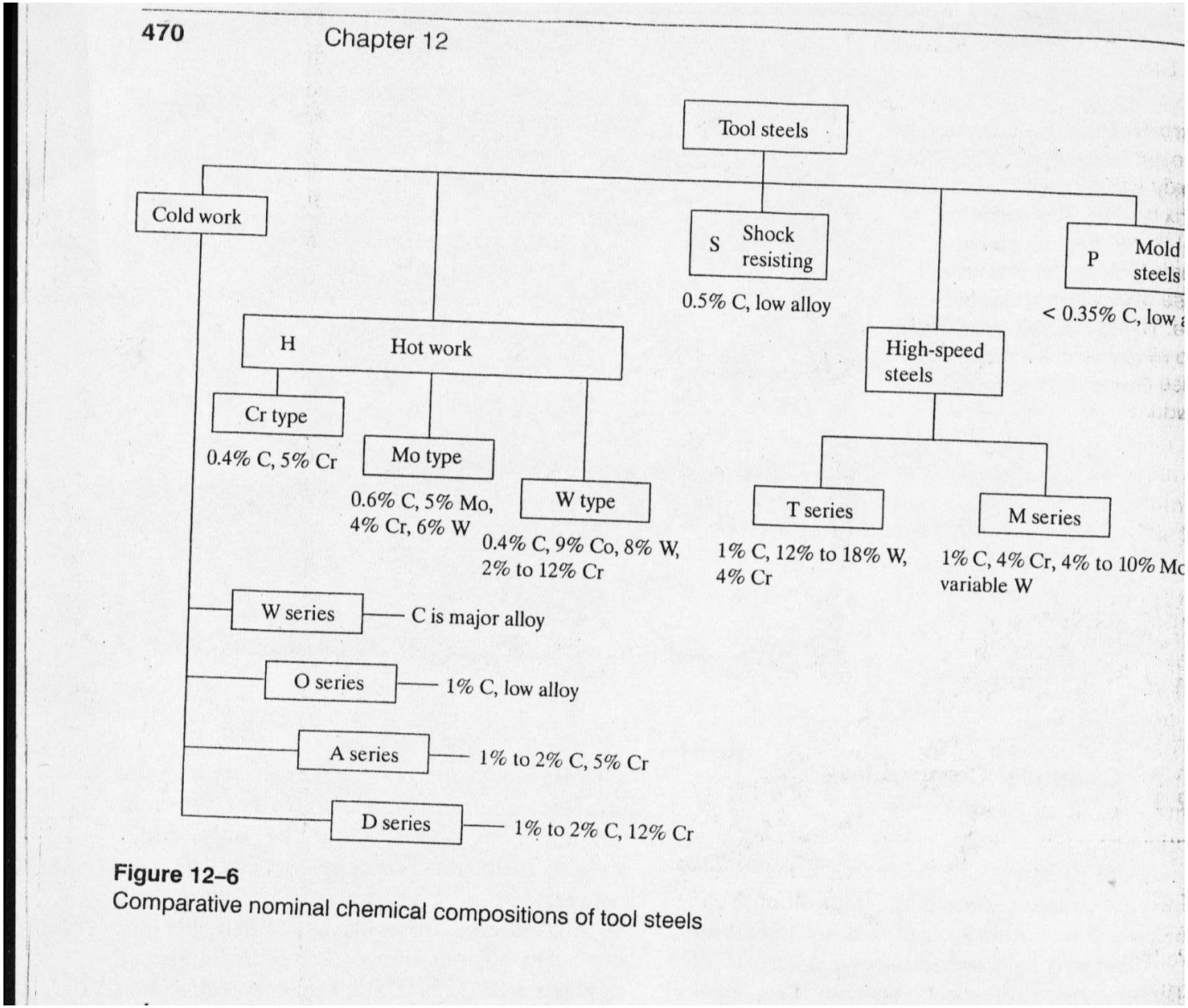


Figure 12–6
Comparative nominal chemical compositions of tool steels

- ی ار : وجود دارد که ی . اوس ی حپ ه ا ی ن . ارهم و طالس ی
ط اردی اع ا - لی ار : های ی و ه ر ین ی ودوده کهبه یک د . وع ن ار ه ۵
مطرح س : ده
- مث ال : D-series
- ی . الی ار : ها ا کد . ول . در دسیرس ی ی ه ه .

- مث ال : D: D2 ار . سری کی . ول . ها . ا ل دسیرس ی اس ی

- از میان 110 الیاژ فولاد ابزار تنها کمتر 20 عدد از انها در دسترس استفاده است (US)
- شکل 6-12 به خاطر سپاري را ساده مي كند

بررسي جزئيات خاص از هر رده از فولاد ههاي ابزار

- Cold work: water hardening (W) -1

W2مقداري V دارد براي كاهش اندازه دانه حين توليد ومقاومت در برابر ترک خوردگي حين كونچ كردن

W5:مقداری كرم : افزايش سختي پذيري

اين گروه درصد كربن كم دارند و قيمت پايينی دارند. ممكن است حين سرد كردن ترک بخورند بنابر اين بايد براي حالاتي استفاده شوند كه عمق سختي كمي لازم داريم

Cold Work: Water-Hardening Grades

Three grades of *water-hardening tool steels* (W) are in common use in the United States:

	Nominal Composition (Wt. %)*		
Type	**C**	**Cr**	**V**
W1	0.6–1.4	—	—
W2	0.6–1.4	—	0.25
W5	1.1	0.5	—

*Iron is the remainder in this and subsequent lists.

Cold work: Oil hardening (O)

- درصد عناصر الياژي به گونه ايست كه مي تواند در روغن سرد شود.

- O6 به اندازه اي كربن دارد كه باعث مي شود مي شود خاصيت lubricity داشته باشد چرا؟ بنابراين براي جاهايي كه تماس فلز – فلز داريم مناسب است

- O7 مقاومت به سايش بالاتري دارد. چرا؟

cially available are in the United States are the following:

Nominal Composition (Wt. %)						
Type	C	Mn	Si	W	Mo	Cr
O1	0.90	1.00	—	0.50	—	0.50
O2	0.90	1.60	—	—	—	—
O6	1.45	0.80	1.00	—	0.25	—
O7	1.20	—	—	1.75	—	0.75

- نوع O6 به اندازه كافي كربن دارد كه گرافيت ازاد ايجاد مي كند.

- O7 تنگستن دارد : و در نتيجه در اين اعضاي اين گروه مقاومت سايشي بالاتري دارد.

- معمولترين O1

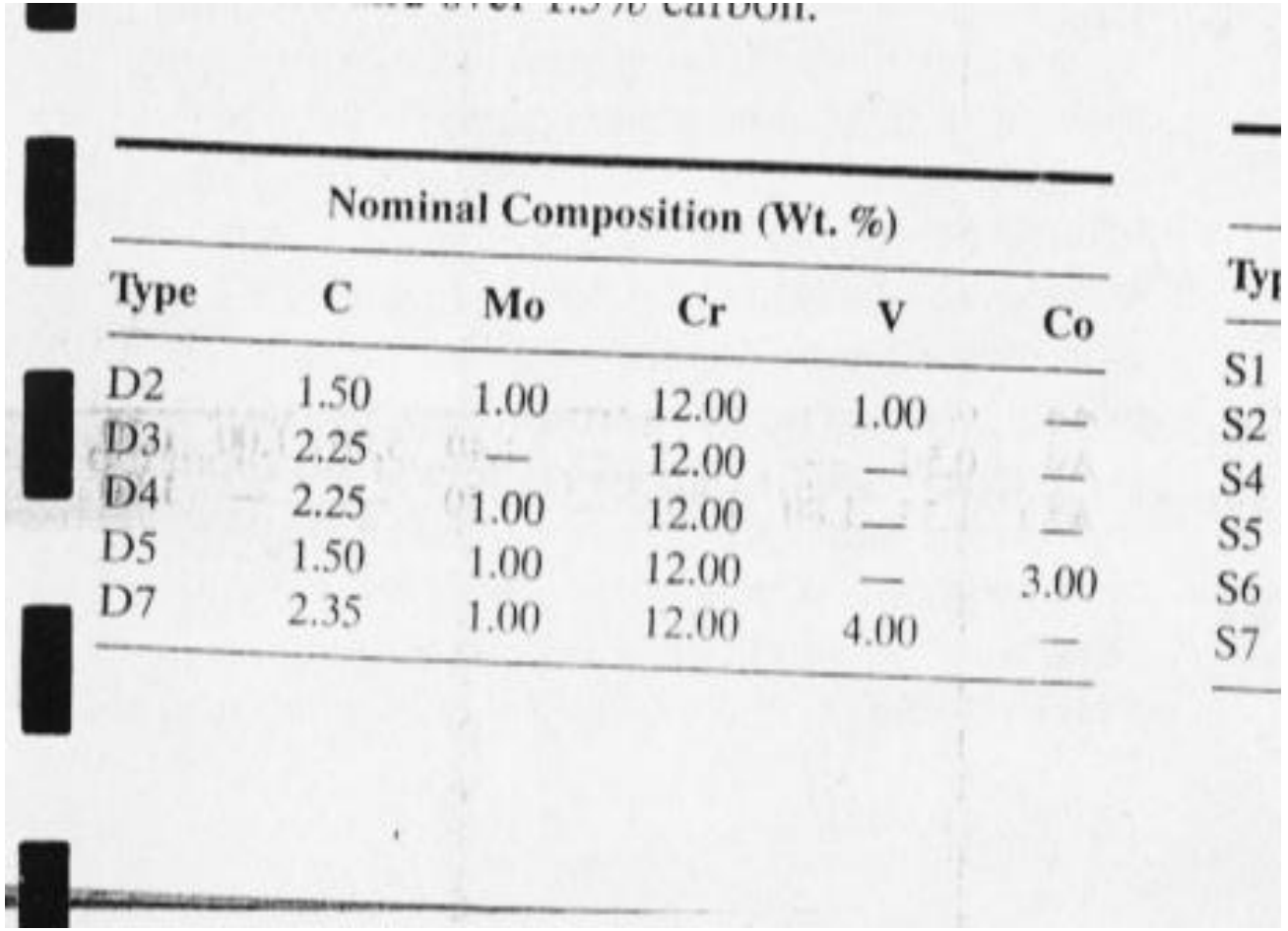
Cold work :Air hardening (A)

- معمول ترين A2 است
- .
- A8, وA9 كربن كمتري دارند تا تافنس زياد شود.
- A10 كربن اضافي دارد و گرافيت ازاد ايجاد مي كند و بنابر اين

Nominal Composition (Wt. %)								
Type	C	Mn	Si	W	Mo	Cr	V	N
A2	1.00	—	—	—	1.00	5.00	—	—
A4	1.00	2.00	—	—	1.00	1.00	—	—
A6	0.70	2.00	—	—	1.25	1.00	—	—
A7	2.25	—	—	—	1.00	5.25	4.75	—
A8	0.55	—	—	1.25	1.25	5.00	—	—
A9	0.50	—	—	—	1.40	5.00	1.00	1.50
A10	1.35	1.80	1.25	—	1.50	—	—	1.80
A11	2.45	0.50	0.90	—	1.30	5.25	9.75	—

Cold work : high carbon high chromium (D series)

- معمول ترين D 2 است با كرم بالا كه در هوا قابل سخت كاري است و مقاومت به سايش خوبي دارد , و به علت درصد كرم بالا مقاومت به خوردگي نيز دارد پس مي تواند براي حالاتي استفاده شود كه مقاومت به خوردگي فولاد هاي ابزار هم لازم است.



Type	Nominal Composition (Wt. %)				
	C	Mo	Cr	V	Co
D2	1.50	1.00	12.00	1.00	—
D3	2.25	—	12.00	—	—
D4	2.25	1.00	12.00	—	—
D5	1.50	1.00	12.00	—	3.00
D7	2.35	1.00	12.00	4.00	—

Shock resistance Tool steels (S)

به سختي حد اكثر 58HRC مي رسند اما تافنس خوبي دارند .

Nominal Composition (Wt. %)						
Type	C	Mn	Si	W	Mo	Cr
S1	0.50	—	—	2.50	—	1.50
S2	0.50	—	1.00	—	0.50	—
S4	0.55	0.80	2.00	—	—	—
S5	0.55	0.80	2.00	—	0.40	—
S6	0.45	1.40	2.25	—	0.40	1.50
S7	0.50	0.60	—	—	1.40	3.25

Hot work tool steels

- حدود 12 نوع وجود دارد که با توجه به عنصر الیاژی به 3 زیرگروه تقسیم می شود
- 1- داراي كرم 2- داراي مولیبدن 3- داراي تنگستن
- عامل مهم در انتخاب این دسته ماکزیمم دماي کاربرد جهت استفاده است.

- برای کار [illegible] Bloom [illegible] Red-hot [illegible]

- [illegible] W,MO,Cr ,V [illegible]

- در نوع کرم دار این دماهای ... 430ºC است ... . در نوع Mo, W این دمای ºC ... 620 ... اوم است ... .
- برخی ... H14, H19 ... های ... در دماهای بالا مورد استفاده است ... .
-

- H11, H13: معمول ترین الیاژ هاي مورد استفاده هستند.
- H11برای کاربرد هاي ساختاری نیز به کار می روند
- H13: general hot work applications, plastic and nonferrous injection molding , extrusion dies.
- H13: معمولترین ودر دسترس ترین الیاژ است.

	Nominal Composition (Wt. %)						
	C	Si	W	Mo	Cr	V	Co
Chromium types							
H10	0.40	1.0	—	2.50	3.25	0.40	—
H11	0.35	1.0	—	1.50	5.00	0.40	—
H12	0.35	1.0	1.50	1.50	5.00	0.40	—
H13	0.35	1.0	—	1.50	5.00	1.00	—
H14	0.40	1.0	5.00	—	5.00	—	—
H19	0.40	—	4.25	—	4.25	2.00	4.25
Tungsten types							
H21	0.35	—	9.00	—	3.50	0.50	—
H22	0.35	—	11.00	—	2.00	0.40	—
H23	0.30	—	12.00	—	12.00	1.00	—
H24	0.45	—	15.00	—	3.00	0.50	—
H26	0.50	—	18.00	—	4.00	1.00	—
Molybdenum types							
H42	0.60	—	6.00	5.00	4.00	2.00	—

High speed tool steels

- به منظور ماشینکاری سایر فلزات در سرعت های بالا ایجاد شده اند وبالاترین میزان عناصر الیاژی در بین فولاد های ابزار را دارا هستند.

- بیش از 30 نوع وجود دارد که با توجه به نوع عنصر الیاژی اصلی دسته بندی می شوند

- 1- عنصر اصلی الیاژی مولیبدن (M-series) Mo
- 2- عنصر اصلی الیاژی تنگستن (T-series)

Nominal Composition (Wt. %)						
Type	**C**	**W**	**Mo**	**Cr**	**V**	**Co**
M1	0.85	1.50	8.50	4.00	1.00	—
M2	0.85[a]	6.00	5.00	4.00	2.00	—
M3-1	1.05	6.00	5.00	4.00	2.40	—
M3-2	1.20	6.00	5.00	4.00	3.00	—
M4	1.30	5.50	4.50	4.00	4.00	—
M7	1.00	1.75	8.75	4.00	2.00	—
M42[b]	1.10	1.50	9.50	3.75	1.15	8.00
M50	0.85	—	4.00	4.00	1.00	—
T15	1.50	12.00	—	4.00	5.00	5.00

[a]Other *C* contents available.
[b]Available with 0.3% or 0.55% silicon.

- كربن و كرم منشا افزايش سختي پذيري هستند.

- وانادیم تا 1درصد به منظور ريز نگه داشتن دانهاضافه مي شود ولي مقادير بيشر باعث بهبود مقاومت به سايش مي شوند.

- تنگستن و كبالت مقاومت در مقابل نرم شدگي ايجاد مي كند.
- M4بالاترين مقاومت به سايش را در بين سري M دارد

- تمام فولاد هايHIGH Speed مي توانند تا سختي (62-67 H RC) كه سختي بالاتري ي نسبت به ساير فولاد هاي ابزاراست سخت شوند و داراي كاربيد هاي بسيار ريز هستند.به علاوه همه آنها مقاومت خود را در دماي بالا (540 °C)حفظ مي كنند.

- .

- انواع M1,M2, M7, M42 معمولترين آلياژ ها براي twist drill هستند.
- M50: rolling elements, and bearing :

Mold Steels.

- قالب در اینجا به معناي Plastic injection molding
- cavities, holding blocks, and related tooling
- مي باشد

- P6 درصد کربن کمي دارد و نمی تواند quench harden شود
- P20 معمول ترین الیاژ مورد استفاده است ومی تواند تا سختی 30HRC در قطعات سنگین برسد.

ing blocks, and related tooling. The commercially significant P-series steels are as follows:

	Nominal Composition (Wt. %)				
Type	C	Mo	Cr	Ni	Al
P6	0.10	—	1.50	3.50	—
P20	0.35	0.40	1.70	—	—
P21	0.20	—	—	4.00	1.20

Type P6 mold steel has very low carbon content. It cannot be quench hardened. Th

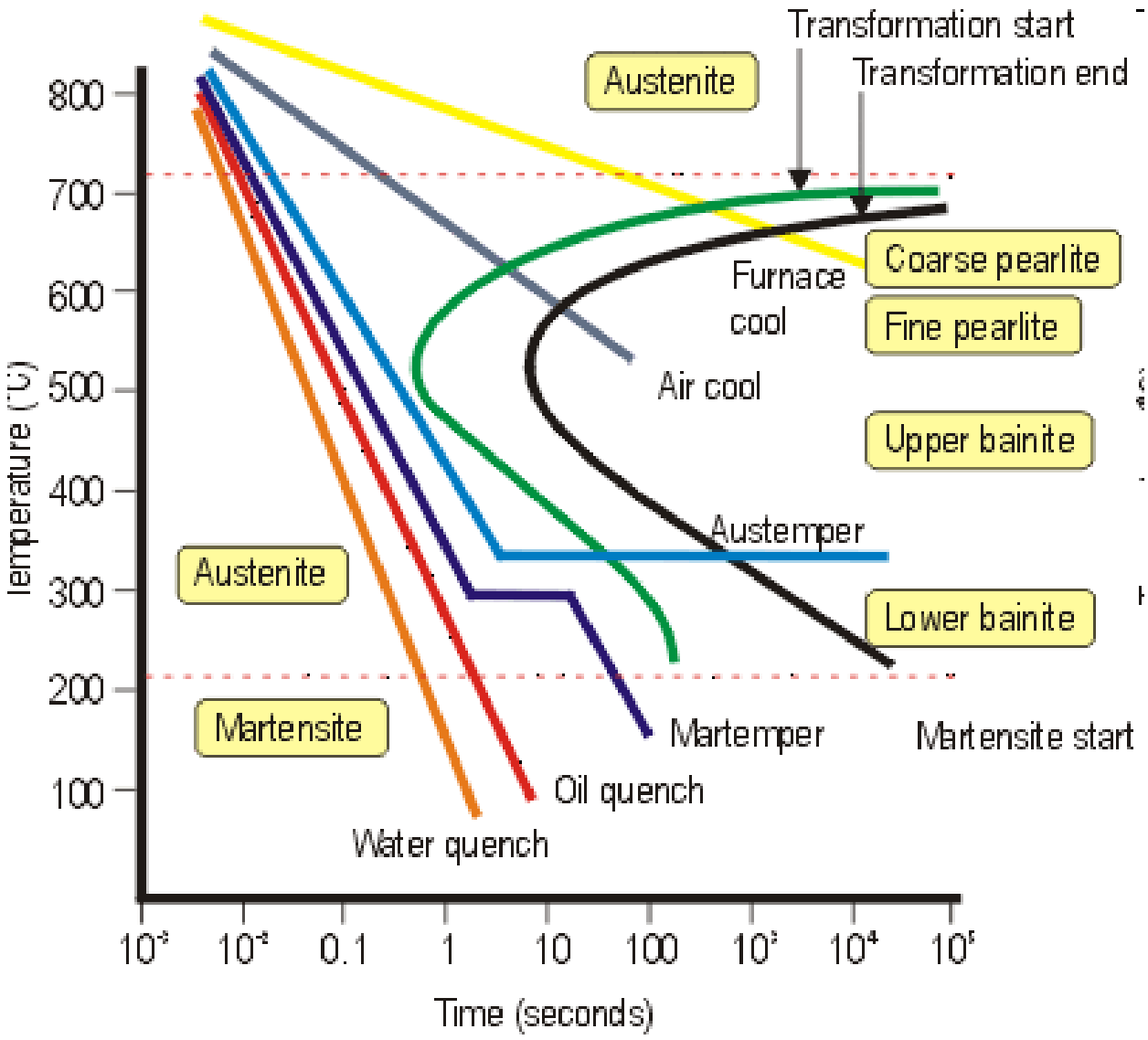
Special purpose steel

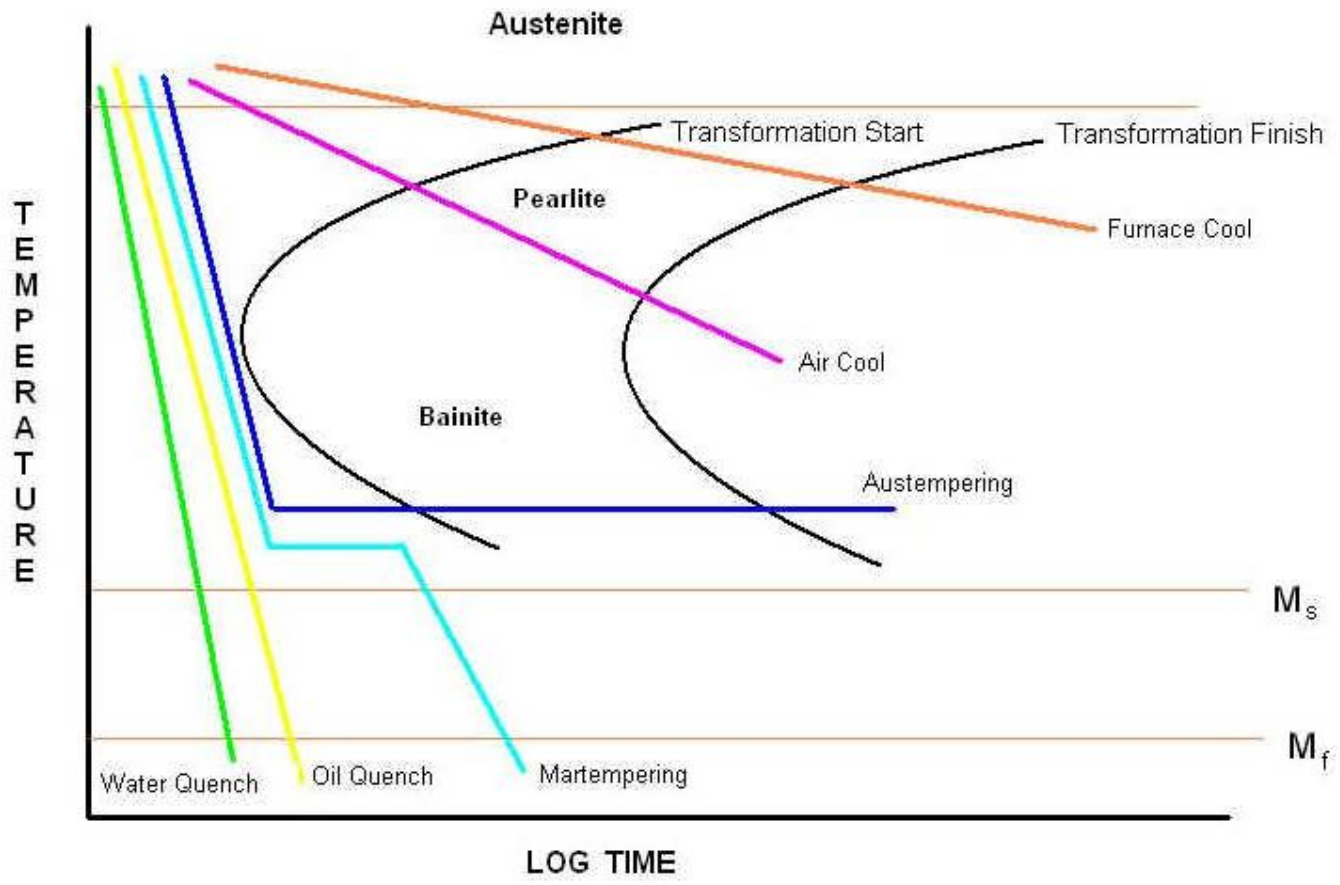
- L6, L2 می توانند با سرد شدن در روغن به سختی HRC 30 –45 برسند
- کاربرد ها :
- Press brake dies ,wrenches, riveting tools

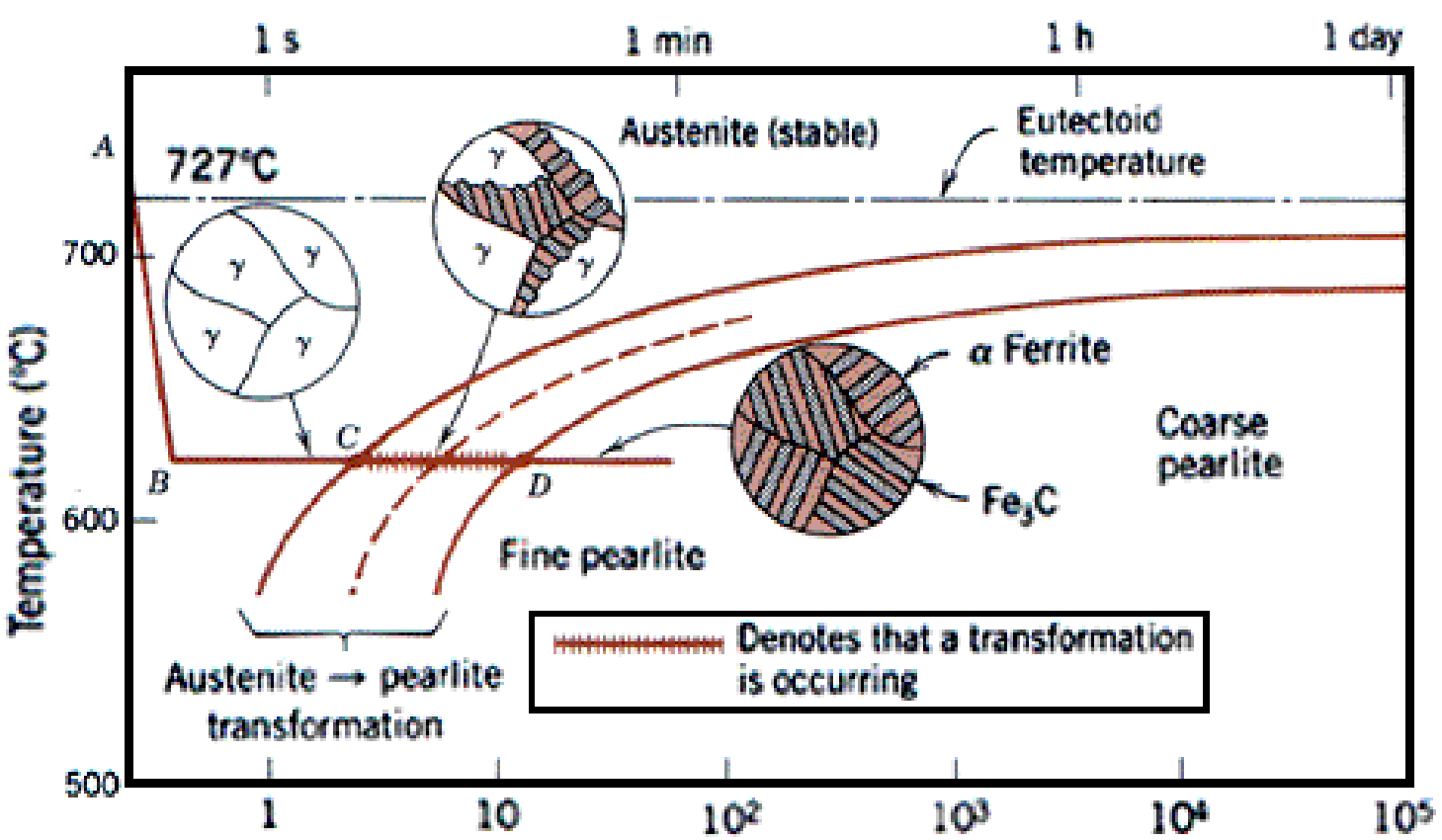
Nominal Composition (Wt. %)					
Type	C	Mo	Cr	V	Ni
L2	0.50–1.10[a]	—	1.00	0.20	—
L6	0.70	0.25[b]	0.75	—	1.50

[a]Various carbon contents are available.
[b]Optional.

Type L2 is available in a range of carbon


Transformation start
Transformation end
Austenite
Coarse pearlite
Furnace cool
Fine pearlite
Air cool
Upper bainite
Austemper
Austenite
Lower bainite
Martensite
Martemper
Martensite start
Oil quench
Water quench
800
700
600
500
400
300
200
100
Temperature (°C)
10⁻³
10⁻²
0.1
1
10
100
10³
10⁴
10⁵
Time (seconds)


Austenite
Transformation Start
Transformation Finish
Pearlite
Furnace Cool
Air Cool
Bainite
Austempering
M_s
M_f
Water Quench
Oil Quench
Martempering
TEMPERATURE
LOG TIME


1 s
1 min
1 h
1 day
A
727°C
Austenite (stable)
Eutectoid temperature
700
600
500
Temperature (°C)
α Ferrite
Coarse pearlite
Fe3C
B
C
D
Fine pearlite
Austenite → pearlite transformation
Denotes that a transformation is occurring
1
10
10²
10³
10⁴
10⁵

خواص فولاد

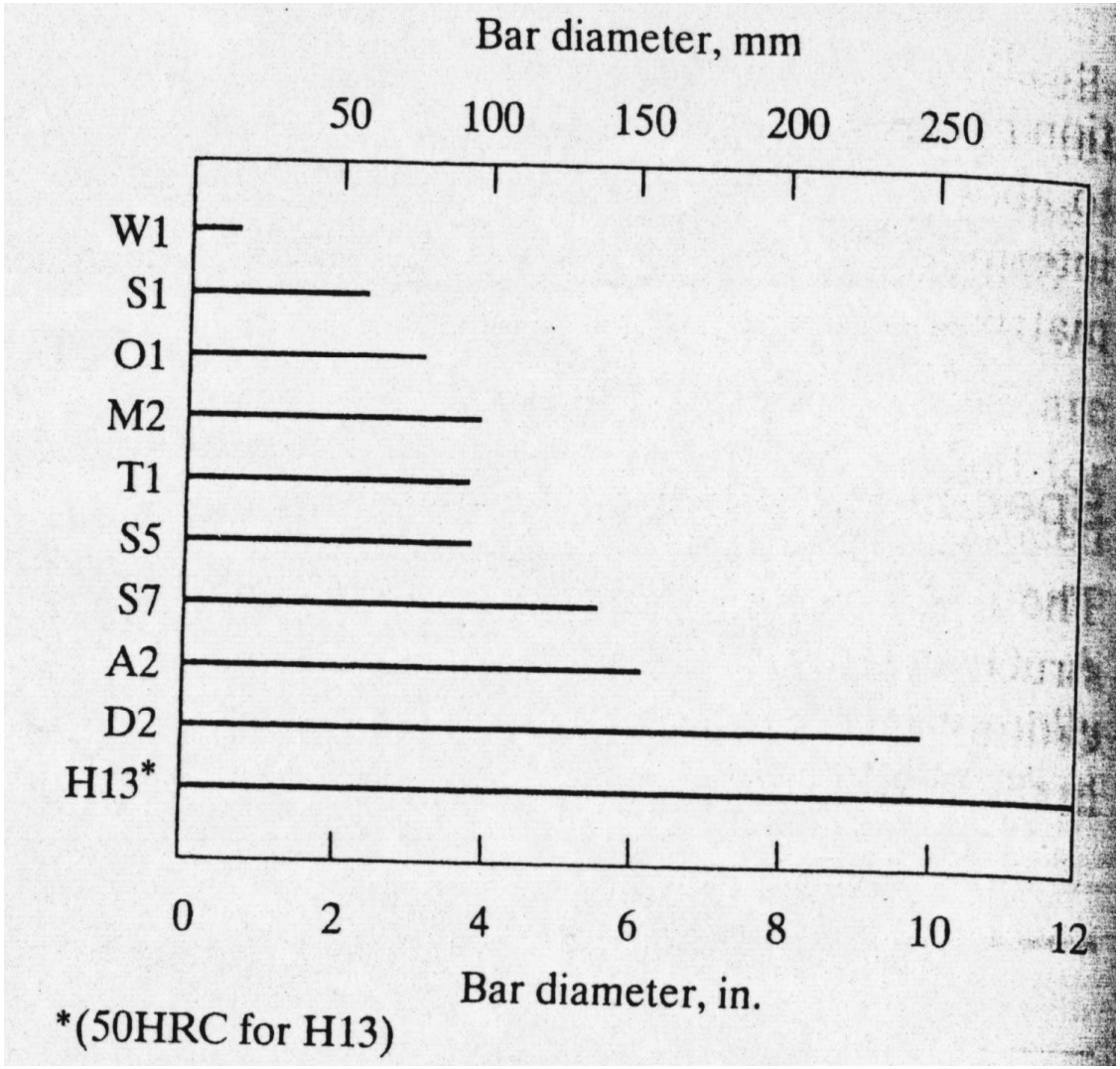
هاي ابزار قبل از بحث در مورد اينكه چه فولادي انتخاب شود بايد بتوان فولاد ها را بر اساس خواص درجه بندي كرد وسپس انتخاب نمود.

- خاصيت اول : Hardening characteristics
- 1-1- Safety in hardening
- فولاد ها را بر اساس احتمال تخريب حين عمليات حرارتي دسته بندي مي توان كرد.
-
- علل تخريب فولاده ها حين عمليات حرارتي:
- 1- سرد شدن سريع(در آب)
- 2- تغيير فازها
- 3- تنش هاي موضعي به دلايل مختلف

- هر چه قدرقابليت سختي پذيري فولاد بالاتر باشد احتمال تخريب حين عمليات حرارتي كاهش مي يابد

- 2- Depth of Hardening
- اين خاصيت مرتب كردن بر اساس سختي پذيري است.
- عناصر الياژي باعث مي شود قابليت سخت كاري و عمق قابل سخت كاري افزايش يابد.

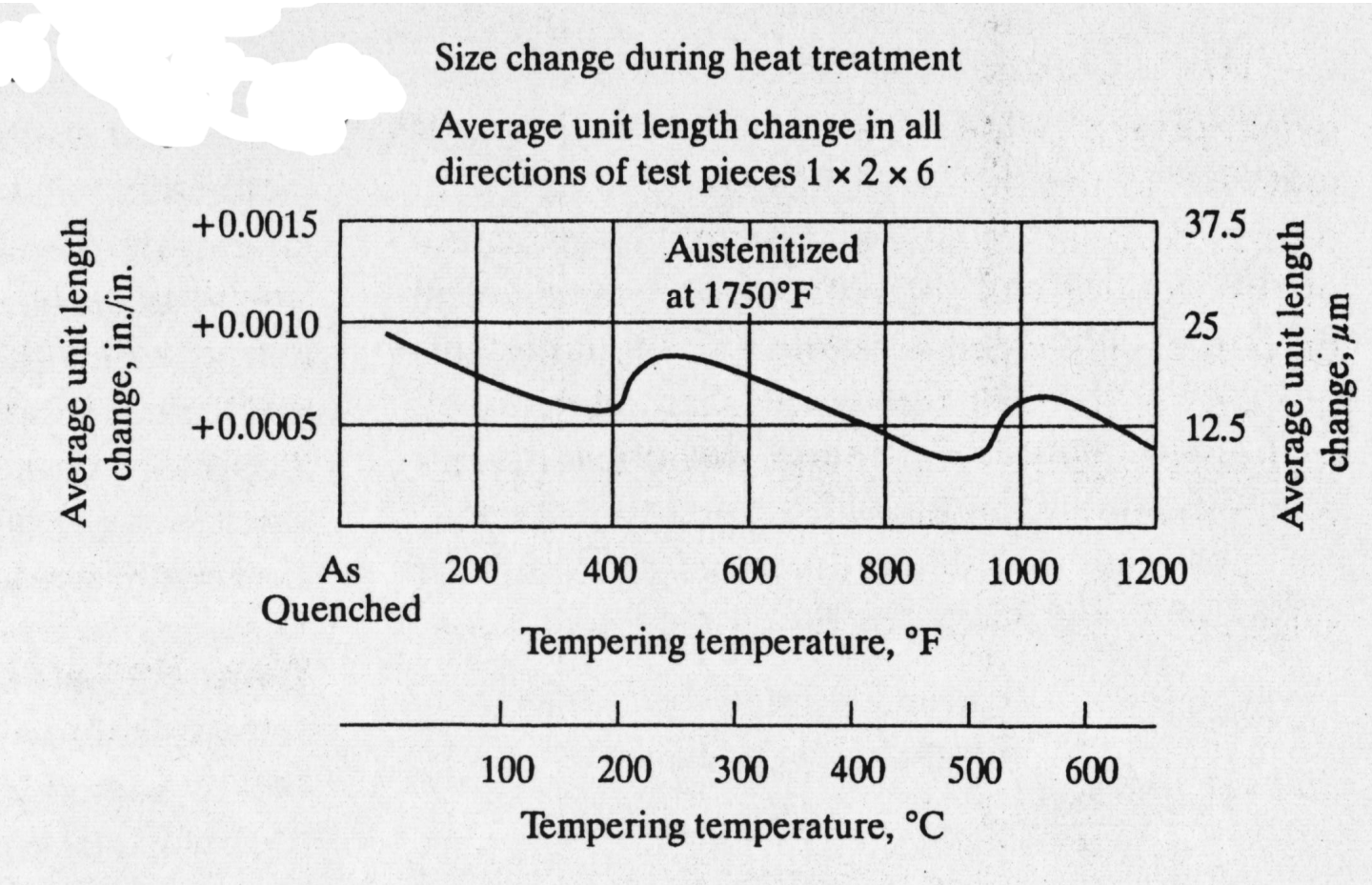
- مزايا و معايب عمق سختي زياد و كم چيست؟
- عمق كم: shafts, gears,
- عمق زياد: punch press, die, die cast cavities
- شكل 7-12


Bar diameter, mm
50
100
150
200
250
W1
S1
O1
M2
T1
S5
S7
A2
D2
H13*
0
2
4
6
8
10
12
Bar diameter, in.
*(50HRC for H13)

- 3- size change in hardening
- تغييرات ابعاد حين عمليات حرارتي اهميت زيادي دارد چون مي تواند باعث از كار افتادگي قطعه طراحي شده گردد.
- شكل 12-8 نمونه اي از اين تغييرات حين عمليات تمپر شدن را نشان مي دهد.

- تغییرات ابعاد به عوامل زیادی بستگی دارند مثل تغییر فاز،دمای Tempering ، هندسه و غیر ایزوتزوپ بودن

- بايد تغييرات اندازه قطعه هنگام كار مورد توجه قرار گيرد كه گاهي مقادير به دست امده بر اساس تجربه است.



تمپر كردن نوعي عمليات حرارتي است كه بعد از عمليات سخت كاري انجام مي شود و شامل حرارت داردن قطعه در دما هايي حدود200-500است كه به منظور افزايش تافنس قطعات سخت كاري شده به كار مي رود.

- 4 resistance to decarburization
- دي كربوره شدن عبارت است از از دست دادن كربن سطحي قطعه حين عمليات حرارتي
- دي كربوره شدن
- باعث تغيير خواص و ترک خوردگی حين سرد كردن مي شود.؟؟؟؟

- راه حل مقابله با عمليات دي كربوره شدن :
- 1- استفاده از اتمسفر هاي محافظ (مثل خلا)

- 2 - استفاده از رده هايي خاص از فولاد ها كه در مقابل دي كربوره شدن مقاوم هستند.

دسته خواص دوم : خواص كاربردي

- -1- resistance to heat softening
- گاهي در بعضي كاربرد ها دماي كاري قطعه بالا است و قطعه بايد مقاومت مكانيكي خود را در دماي بالا حفظ كند.
- به عنوان مثال: ابزار شكل دهي فلزات به صورت گرم يا حين ماشين كاري

- در اين حالت نكته مهم اين است كه
- آيا فولاد در حين كار خواص مكانيكي خود را با افزايش دما حفظ مي كند يا خير(سخت می ماند)
- red hardness. واژه اي است كه به معني حفظ خواص مكانيكي در دماي بالا است

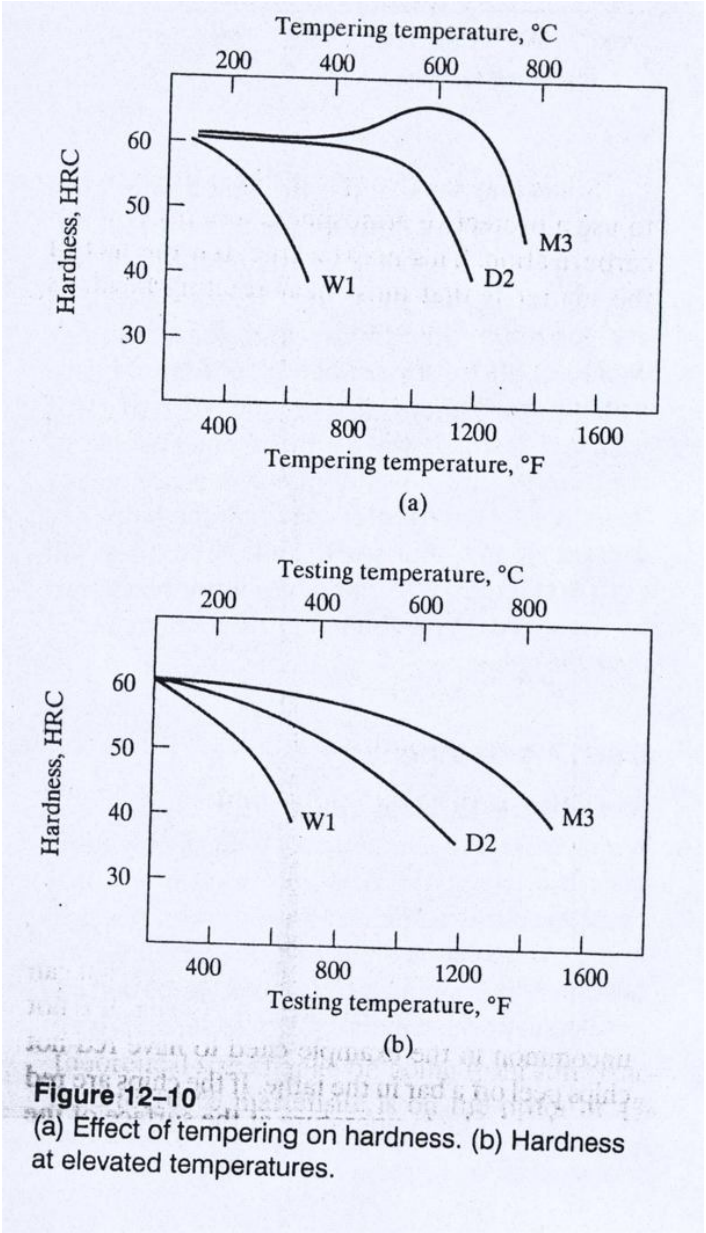


Figure 12–10
(a) Effect of tempering on hardness. (b) Hardness at elevated temperatures.

- 2- مقاومت به سايش
- مقايسه خواص سايشي مواد به علت شرايط كاري مختلف مشكل است

- toughness -3
- بيشتر فولاد هاي ابزار ترد هستند
- .

- Machinability 4
- قابليت ماشين كاري يك خاصيت كيفي است اما ماشين كاري فولاد هاي ابزار مشكل است.

مقایسه خواص فولاد های ابزار

- جدول 12-4خواص بيان شده براي انواع فولادهاي ابزار مقایسه کرده است.

- نتیجه گیری کلی مقایسه خواص فولادهاي ابزار

- تا حال نشان دادیم که 70 نوع فولاد ابزار وجود دارد که هر کدام خاصیت خود را دارد.
- این جدول فولاد هاي ابزار را با هم مقایسه می کند که می توان به صورت زیر خلاصه کرد

Introduction to metals: Chapter 4- Tool Steels

Table 12–4
Tool steel properties*

Tool Steel Type	Quenching Media	Safety in Hardening	Depth of Hardening	Resistance to Decarburization	Distortion in Hardening	Resistance to the Softening Effect of Heat	Wear Resistance	Toughness	Machinability
Cold work									
W1	Water	Poorest	Shallow	Highest	High	Low	Fair	High	Best
O1	Oil	Good	Medium	High	Low	Low	Medium	Medium	Good
A2	Air	Best	Deep	Medium	Lowest	High	Good	Medium	Fair
D2	Air	Best	Deep	Medium	Lowest	High	Very good	Low	Poor
Shock resisting									
S1	Oil	Good	Medium	Medium	Medium	Medium	Fair	Very good	Fair
S7	Air	Best	Deep	Medium	Lowest	High	Fair	Very good	Fair
High speed									
M1	Oil, air, salt	Fair	Deep	Low	Air or salt, low; oil, medium	Very high	Very good	Low	Fair
M2	Oil, air, salt	Fair	Deep	Medium	Air or salt, low; oil, medium	Very high	Very good	Low	Fair
M3	Oil, air, salt	Fair	Deep	Medium	Air or salt, low; oil, medium	Very high	Very good	Low	Fair
M4	Oil, air, salt	Fair	Deep	Medium	Air or salt, low; oil, medium	Very high	Best	Low	Poor to fair
Hot work									
H11	Air	Best	Deep	Medium	Very low	High	Fair	Very good	Fair to good
H12	Air	Best	Deep	Medium	Very low	High	Fair	Very good	Fair to good
H13	Air, salt	Best	Deep	Medium	Very low	High	Fair	Very good	Fair to good
Mold steels									
P20	Oil	Good	Medium	High	Low	Low	Fair	Good	Fair

*The complete table is presented in the *Steel Products Manual—Tool Steels*, The Iron and Steel Society, Warrendale, PA, 1988.

- فولادهای در یک گروه خواص یکسانی دارند.
- فولاد هاي هوا سرد بيشترين امنيت را در سخت كردن دارند
- High speed steels کمترین تافنس و قابلیت ماشینکاری را دارند.
- A,D ,H , high speed steels می توانند عمق سخت شوند.
- مقاومت به دی کربوره شدن حتی در بین فولاد گروه مي تواند متفاوت باشد.
- H ,D , high speed steelsبالاترين مقاومت را در برابر نرم شدگي را دارند.
- High speed steels ,D seriesمقاومت به سایش بالا دارند.

انتخاب فولاد هاي ابزار.:tool steel selection

- اطلاعات جدول 4-12 برای انتخاب فولاد ابزار مناسب است .
- روش انتخاب :
- در ابتدا نیاز های خود را مشخص کنید
- نیاز هر با این فولاد ها بسنجید
- .

- مثال: عملیات : punch- press and die for short blanking operation
- محصول: 3000 special 1010steel flat washers with a thichness of 2mm
- لیست خواص مورد نیاز
- هزینه کم
- سختی بالا تا گوشه ها درست و سالم برش داده شود.
- استحکام و تافنس براي جلو گیری از شکست
- ...

- سوالات معمول
- مقاومت به خوردگی لازم است
- جوش پذیری
- قیمت
- ماشینکاری و هزینه ان
- ایا ماده دچار battering است
- مقاومت به دما
- سایش
- مد سایش
- تغییرات ابعادی حین عملیات حرارت

- اندازه سختی مورد نیاز.
- عمر مورد نیاز
- شرايط كاري
- امکان پرداخت سطحی بعد از سخت کاری
- چند قطعه از محصول مورد نیاز است
- ایا استحکام لازم است
- اندازه
- ایا احتیاج به سطح سختی است.و.....

- عملا امکان پذیر نیست که یک طراح با همه فولادي های ابزار اشنا باشد بنابر این معمولا طراحان از لیست کوتاه شده که با ان اشنا هستند استفاده می کنند.(Repertoire)
- که در زیر یک مثال اورده شده است :

- فولاد هاي ابزار :
- O1: مقاومت به سايش متوسط، سخت شونده در روغن
- A2: مقاومت به سايش متوسط، سخت شونده در هوا
- D2: مقاومت به سايش خوب ، هوا سخت(air harden)
- A11: مقاومت به سايش عالی،
- S7: هوا سخت،;
- H13: hot work mold steel
- M2: general purpose high speed steel

- فولاد هاي غير ابزار:
- structural steel :4140
- structural steel: 4340
- stainless: mold steel 420
- stainless steel : corrosion resiting tool material 440C
- cemented carbide : excellent Abrasion resistance C2

- ممکن لیست هر کس متفاوت باشد. این لیست برای بیشتر کابرد ها (نه تمام) انها کافی است.
- به علاوه برای بعضی کابرد ها استفاده از فولاد ضد زنگ لازم است

- نکاتی در باب این لیست کوتاه شده

- فولاد های روغن سخت راحت تر از سایرفولاد های ابزار ماشین کاری می شوند و مقاومت به سایش انها برای کاربردهای معمولی و زمانها کوتاه مناسب است عیوب انها پیچیدن حین عملیات کاری یا تغییرات ابعادی بعد از عملیات حرارتی است

- D2 از بهترین ها برای punch press die steelاست چون هوا سرد است + مقاومت به سایش خوبی دارد.ماشین کاری ان سخت است.نوع A2 ماشین کاری بهتری نسبت به D2 دارد و به علاوه هوا سخت است وبنابر این از نظر خواص بین رده هایDو O قرار دارد.

- A11 به علت حضور وانادیم بالاترین مقاومت به سایش را دارد. و هنگامی استفاده می شود که D2 کارایی ندارد.

- در مواردی که مقاومت به سایش بالاتری احتیاج است از cemented carbideاستفاده می کنیم

- مهم
- Cemented carbide or steel carbide composites
به عنوان ماده ای برای کاربرد های با مقاومت به سایشی بالا و یا به عنوان ماده ابزار جهت ساخت 50 میلیون قطعه بدون شکست می تواند مطرح باشد.کاربیدها با الماس یا ماشین های تخلیه المتریکی ماشینکاری یا می شوند

- گروه S برای قطعات با قابلیت ماشین کاری مورد استفاده قرار می گیرند که مورد Batteringهستند..(Chisel steel)

- S7 معمولا در سختی های RC 58-56 استفاده می شوند ومقاومت به سایش خیلی خوبی ندارند.

- کابردهای hot –working کاربرد های خاص هستند.Forging, hot piercing, hot extrusion
- تمام cold workو high speed steelها ترد هستند.
- برای کاربرد هایی نظیر plastic, zinc, aluminium moldingفولاد H13مناسب است این فولاد مقاومت به سایش خوبی نداردامما تافنس خوبی دارد ونسبتا قابل ماشینکاری است.

- هر طراحی باید حداقل یک فولد High speed در لیست خود داشته باشد. بیشتر ابزار های برش از سری M استفاده می کنند به خصوص M1,M2,M3. در این بین ما M2را انتخاب کرده ایم چونکه تجربه نشان داده است که برای کاربرد های معمول مناسب است نظیر cutting tools, knives,

M2مقاومت به سایش بالا ودارد ولی ماشن کاری ان پایین تر است. این فولاد ها red hardnessبالا دارند.(دمای 540-600 oC).

- به علاوه به علت قابلیت ماشینکاری ضعیف و تافنس نسبتا پایین نمی توانند به عنوان hot working applicationبه کار برده شوند

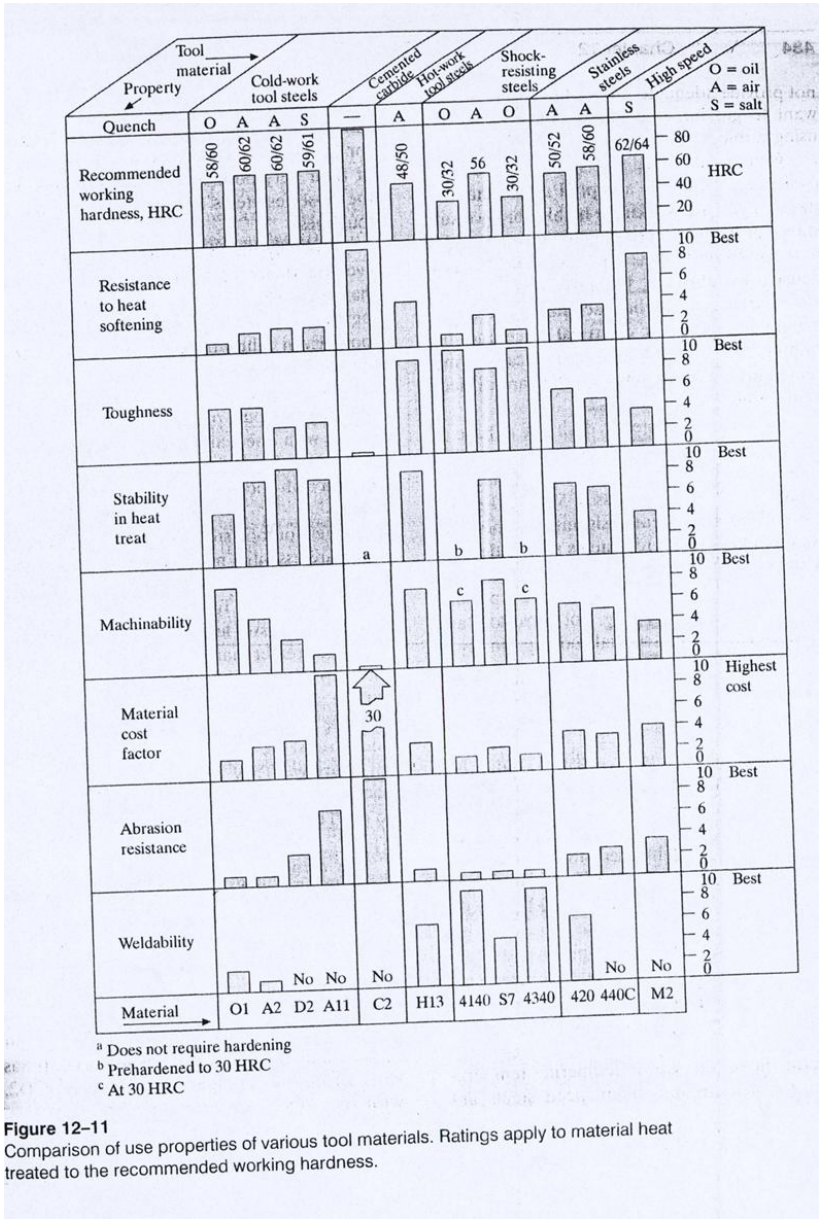
- 4140 و 4340 در طراحی عناصراساسی هستند. در طیف سختیHRC 30 به عنوان شافت استفاه می شوند.

تافنس قابل قیاس با فولاد های کم کربن دارند.مقاومت به سایش و استحکام فشاری مناسبی دارند به طوری که می توانند در bearingها مورد استفاده قرار گیرند.

- .به صورت ورق هم وجود دارند که می توانند برای knives,punches,dies,, غیره به کار روند.

- 4140 برای ضخامت هایی کمتر از mm40و برای ضخامت های بیشتر از 4340 استفاده می شود

Introduction to metals: Chapter 4- Tool Steels



[a] Does not require hardening
[b] Prehardened to 30 HRC
[c] At 30 HRC

Figure 12–11
Comparison of use properties of various tool materials. Ratings apply to material heat treated to the recommended working hardness.

- فولاد ضد زنگ در جاهایی کاربرد دارد که مقاومت به خوردگی لازم است
- مثل فولاد 420 برای .plastic injection molding سختی ان HRC52-50 است.

- 440Cمقاومت به خوردگی خوبی دارد. بعضی کارد های اشپز خانه از این نوع فولاد هستند. خواص سایشی آن قابل قیاس با D2 است به علاوه درمقابل زنگ زدگی مقاوم است.

- این خاصیت قابلیت قابل ملاحظه ای به این ماده می دهد تا بتنواتد برای کاربرد هایی با acute angle edge بدهد : چرا؟

- اثرات عملیات حرارتی را باید در نظر گرفت !!!!!!

خواص سایشی

- - تمام فولاد های ابزار با سختی بالا به صورت یکسانی رفتار می کنند. درحالت کلی فولاد های ابزار که کاربید های ریز و پراکنده داشته وسختی بالای 60HRC دارند به صورت مشابه رفتار می کنند.

- -باید توجه داشت که مکانیسم های مختلفی برای سایش وجود دارد که همین مکانیز مها می توانند حین کارکرد یک فولاد ابزار فعال باشند. از طرف دیگر مقاومت به سایش فلزات مختلف در مورد مکانیزم های مختلف می تواند متفاوت باشد. بنابر این : باید توجه کرد که در عمل چه مکانیزم سایشی فعال است وسپس رفتار فولاد ابزار را تحت همان شرایط مورد بررسی قرار دارد.

Introduction to metals: Chapter 4- Tool Steels

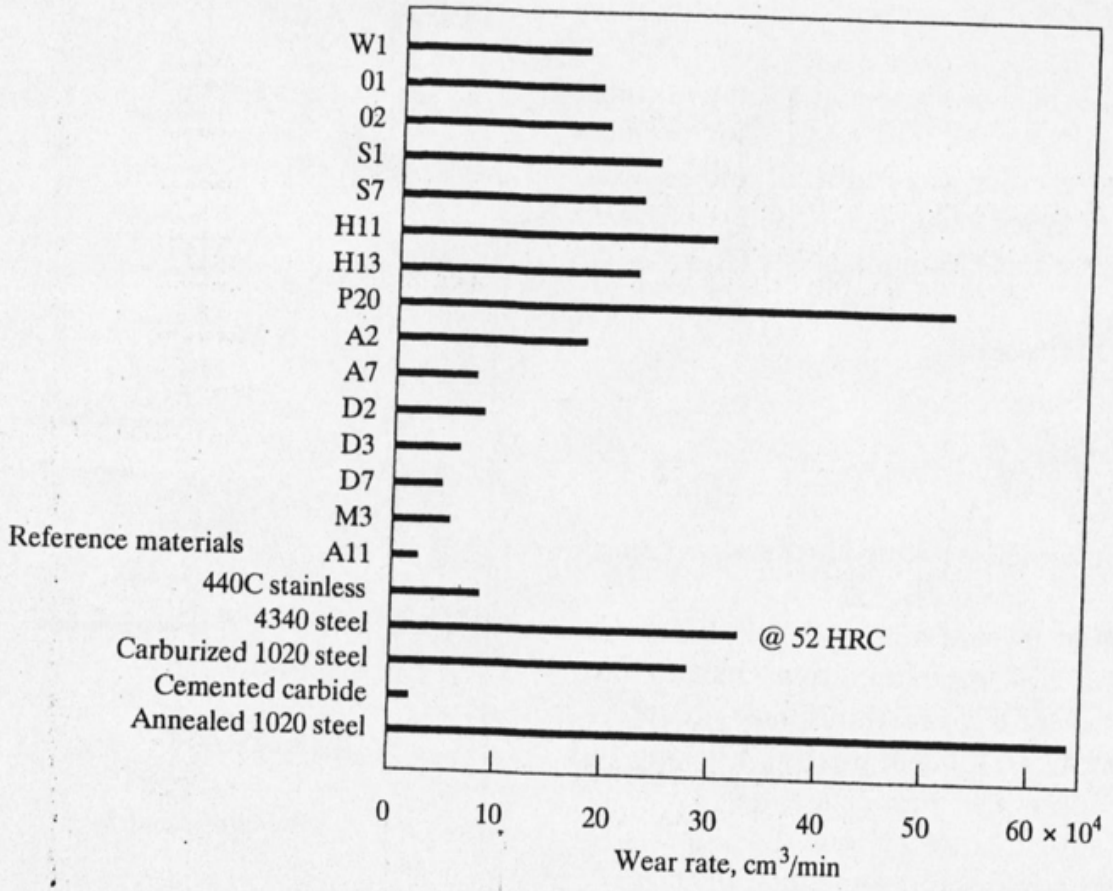


Figure 12–13
Abrasion rates of tool steels (at maximum working hardness) versus 60-mesh silica (ASTM G 65)

قابلیت ماشینکاری

- O1 بهترین ماده از نظر قابلیت ماشینکاری است.
- هزینه ماشینکاریO1 2 برابر هزینه 1112است برای A11 8 برابر 1112 است.
- ازمایش استانداردی برای قابلیت ماشین کاری وجود ندارد.
- وجود کاربید ها که در فولاد ابزار ضروری است قابلیت ماشینکاری را کم می کند.

Introduction to metals: Chapter 4- Tool Steels

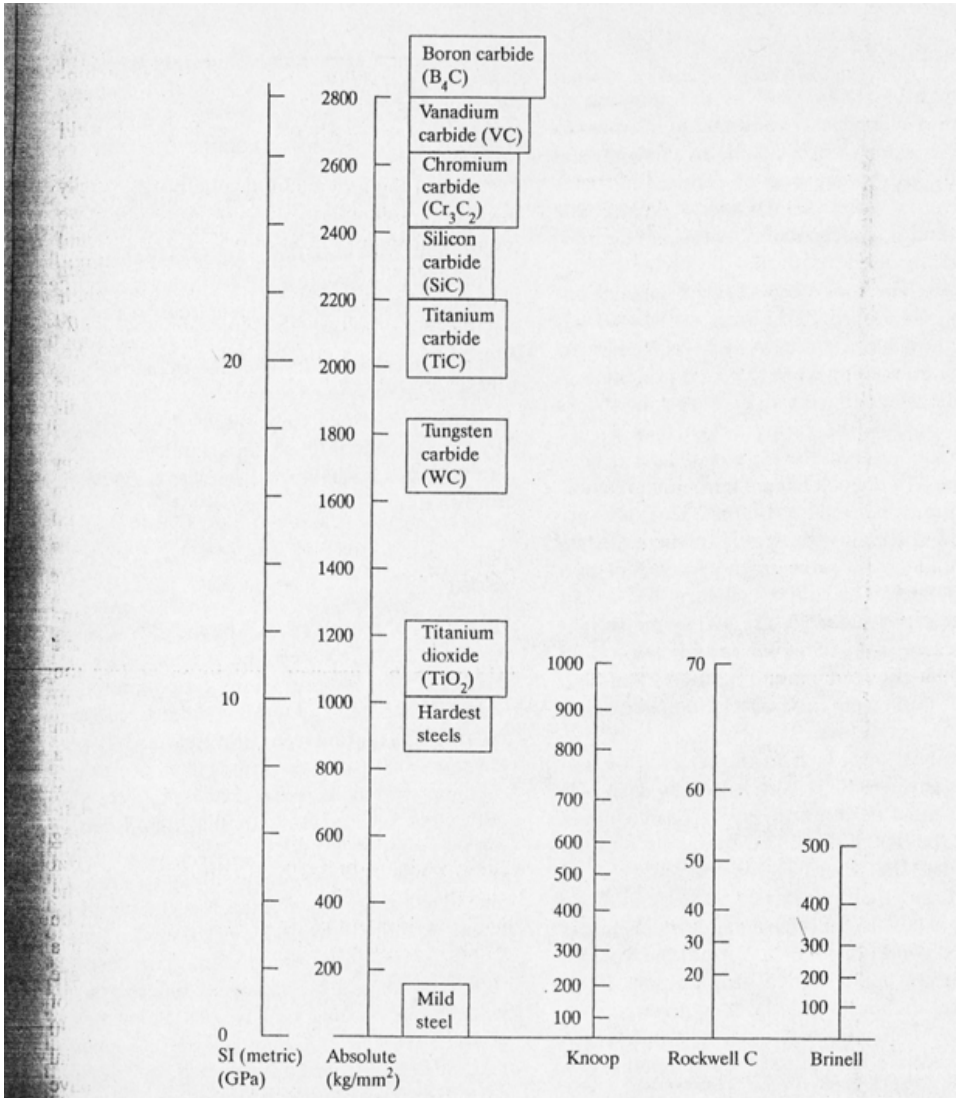


Figure 12–15
Common hardness scales showing their relationship to absolute hardness and the hardness of various wear-resisting materials. The Knoop and Vickers scales are different tests but the numbers vary by less than 10% (300 to 1004 VHN = 311 to 946 KHN).

قابلیت جوشکاری

- No for all
- کاربیدها از نوع مواد سرامیکی هستند که قابلیت جوشکاری به روشهای معمول را ندارند.
- زیرا کاملا ترد هستند و و به علاوه در مقابل شک حرارتي ضعیف هستند..فولاد های ابزار ریسک زیادی از نظر ترک خوردگی بعد یا هنگام جوشکاری دارند به علت تغییر فازها وقابلیت سختی پذیری بالا و ایجاد انقباض حین سرد شدن وایجاد فاز های ترد به کمک هم باعث ترک خوردگی مي شوند.
- بهترین راه جلوگیری جوش ندادن است.never do it

- اگر جوشکاری کاملا الزام دارد باید با احتیاط و دستور العمل های خاص انجام شود تا ریسک ترک خوردگی کاهش یابد.

- در کل برای جلوگیری توصیه مشود عملیات انیل قبل وبعد از جوش کاری انجام شود و بعد از جوشکاری قطعه ارام سرد شود. یا از پیش گرم استفاده کرد و بعد از جوشکاری به ارامی سرد کرد

- .به علاوه باید از پر کن هاي جوشکاري مناسب که قابل سخت کاري نیستند استفاده کرد مثل SS310. .

- همیشه از رنگ نفوذ کننده برای بررسی جوش استفاده کنید و هیچگاه فولاد ابزار از نوع free machiningرا جوشکاری نکنید.

- دو نوع از فولاد های ابزار قابلیت جوشکاری خوبی دارند. :H13, SS420و به همین علت برای mold steel استفاده میشوند چرا؟

قیمت:

- قیمت به روز تغییر میکند.!!!!
- نسبت قیمت در بین انها ثابت است
- A2 2 $/lb
- H13 2.25 $/lb
- 1020 0.5 $/lb
- 4140 1.5 $/lb
- Oil harden tool steel : 2 $/lb
- اما باید قابلیت عملیات حرارتی وبه علاوه عمر سرویس دهی را هم در نظر گرفت.

Working hardness :

- Working Hardness: سختي مورد نياز در حين كار

- فولاد های ابزار باید در یک سختی خاص کار کنند. بعضی اوقات طراح به سختی کمتر وتافنس بالاتر احتیاج دارد

- نکته مهم : همواره سختی بالاتر به مقاومت به سایش بالاتر منتهی نمی شود بلکه باید شرایط کاری و مکانیزم سایش و سایر اجزای در تماس و نوع روانکاری را در نظر داشت.

- به عنوان مثال : اگر دو فلز در تکاس با هم سختی متفاوتی داشته باشند سرعت سایش هر دو زیاد میشود چرا؟

- در کل اگر دو قطعه در تماس با هم به ماکزیمم سختی خود برسند و البته روانکاری شوند،سرعت سایش کمتر می شود.

- اگر هدف این است که یک قطعه قبل از دیگری دچار سایش شود از از حداکثر سختی در مورد هر دو جزئ استفاده کنید اما از الیاژ های متفاوت. مثال O1 on M3

- گاهی می توان جزئ دوم را از الیاژ های Self lubricant مثل چدن یا برنز یا پلاستیک انتخاب کرد.

- نکته : گاهی رنج سختی مورد نظر طراح از نظر عملي قابل دست رسی نیست
- به عنوان مثال با توجه به (شکل 12-16)

دمای بازگشت oC260-200 : سختی در رنج RHC 62-58 است اگر طراح سختی 50 بخواهد باید دمای بازگشت به oC 600 برسد که .تنظیم دقیق دماي کوره در این دما ممکن نیست و کوره 50 درجه overshoot دما دارد که این سختی را به HRC45 می رساند.

- به علاوه تغییرات تافنس بر اساس دما را باید مورد نظر داشت

12.6: Specification of tool steels.

Hardness 1-

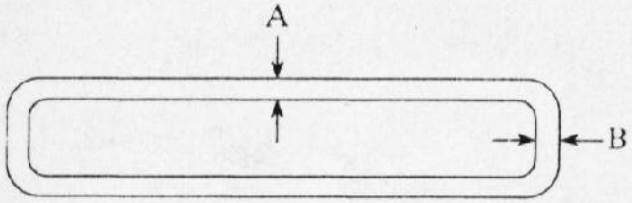
- بعد از پر کردن قسمت ماده در نقشه صنعتی باید یک سری اطلاعات اضافی ارائه شود.
- به عنوان مثال سختی یا رنج سختی(سختی کاری)..... همواره با توجه به نمودار های بازگشت فولاد ها مصمئن شوید خواسته شما در مورد سختی منطقی و قابل دسترسی است.

- Stock siz -2
- اگر از شما اندازه لقمه اولیه خواسته شود باید به دو نکته توجه داشت
  Allowance for scale. -1
- Allowance for decarburization -2

- اما چقدر از سطح باید برداشته مي شود جدول 12-5

Table 12–5

Minimum allowance for machining hot-rolled square and flat bars; minimum allowance per side for machining prior to heat treatment



Specified Thickness, in. (mm)		Specified Width [in. (mm)]				
		0 to ½ (0 to 12.7), incl.	Over ½ to 1 (12.7 to 25.4), incl.	Over 1 to 2 (25.4 to 50.8), incl.	Over 2 to 3 (50.8 to 76.2), incl.	Over 2 to 3 (76.2 to 101.6), incl.
0 to ½ (0 top 12.7), incl.	A	0.025 (0.64)	0.025 (0.64)	0.030 (0.76)	0.035 (0.89)	0.040 (1.02)
	B	0.025 (0.64)	0.035 (0.89)	0.040 (1.02)	0.050 (1.27)	0.065 (1.65)
Over ½ to 1 (12.7 to 25.4), incl.	A	—	0.045 (1.14)	0.045 (1.14)	0.050 (1.27)	0.055 (1.40)
	B	—	0.045 (1.14)	0.050 (1.27)	0.060 (1.52)	0.075 (1.90)
Over 1 to 2 (25.4 to 50.8), incl.	A	—	—	0.065 (1.65)	0.065 (1.65)	0.070 (1.78)
	B	—	—	0.065 (1.65)	0.070 (1.78)	0.085 (2.16)
Over 2 to 3 (50.8 to 76.2), incl.	A	—	—	—	0.085 (2.16)	0.085 (2.16)
	B	—	—	—	0.085 (2.16)	0.100 (2.54)
Over 3 to 4 (76.2 to 101.6), incl.	A	—	—	—	—	0.115 (2.92)
	B	—	—	—	—	0.115 (2.92)

Source: From *Steel Products Manual–Tool Steels*," Iron and Steel Society, Warrendale, PA, 1988.

- عمليات حرارتی باعث ايجاد پوسه وتغيير ابعاد می شود پس اين تغييرات ابعادي هم مورد توجه قرار گيرد .اين تغييرات ابعادي مي تواند از راه تجربي به دست ايد و به علاوه جداولي وجود دارد كه اين ميزان تغييرات ابعادي را گزارش مي دهد.prerogative machinist

- برای فولاد های هوا سرد مقادير تقريبا نصف اينها است

- نكته : بعضي از اشكال پيچيده هنگام عمليات حرارتي دچار تنش هاي حرارتي مي شوند.

- بنابر اين بعضی از اين اشكال بايد تنش زدايی شوند.

چگونگي گزارش عمليات حرارتي بر روي نقشه ساخت قطعه

- Heat treating
- حداقل نوشته روی نقشه صنعتی
- Harden and temper to XX HRC

- اگر نسبت طول به قطر بیش از 10 باشد احتمال پیچیدگی زیاد است و بهتر است قبل از ماشینکاری تنش زدایی شود

مثال

- A2 tool steel
- rough machine
- stress relief anneal in iner atmosphere at 6405-655 oC for 2h plus a 1h for each of material thickness per 25 mm AMS 2759. maximum maximum heating and cooling rate 150 oC/h
- finish machine leaving grind allowance
- Hardness and double temper (2h each) 58 to 60
- HRC. Cool to -75 oC for 1h between the first and second temper
- Finish ground

Introduction to metals: Chapter 4- Tool Steels

quence

Rough machine

Stress relief anneal in an inert atmosphere at 645 to 655°C for 2 h plus 1 additional h for each 25 mm of material thickness per AMS (Aerospace Material Specification—United States) 2759. The maximum heating and cooling rate shall be 150°C/h.

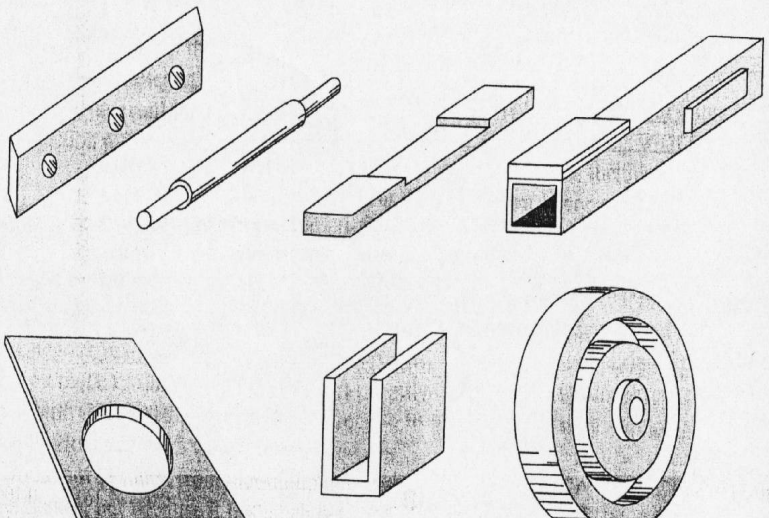
Finish machine leaving *grind allowance*

Harden and double temper (2 h each) 58 to 60 HRC. Cool to −75°C for 1 h between the first and second temper

Finish grind

Some typical shapes that might warrant ss relieving are illustrated in Figure 12–17. t treating will cause scaling and size ge; the question that arises is, How much k should be left on for finish grinding? is usually the prerogative of the machin- ut Table 12–6 shows some typical values for oil-hardening steels. These could probably be reduced to half the listed value for air-hardening steels.

In quenching tool steels from the hardening temperature, the steel transforms from austenite to martensite. However, the high carbon and alloy content of some tool steels can cause the martensitic reaction to be sluggish. As a result, some residual austenite may be retained in the martensitic microstructure (called *retained austenite*). Retained austenite depresses the hardness of the as-quenched martensite to some extent. Double tempers (2 h each) with a deep freeze in between the first and second temper are often performed on cold-working tool steels to ensure low levels of retained austenite, improved dimensional stability, and enhanced wear resistance. After the first temper and deep freeze, some of the retained austenite transforms to martensite. The second temper serves to temper the additional martensite formed from the retained austenite. If measures, such as the double-temper process,



External Surfaces

Grind Diameter (in.)	Part Length (in.) 3	6	9	12	18	24	30	36	48	60
	Overall Stock Allowance for Parts to be Hardened (in.)									
Up to ½	0.014	0.018	0.020	0.022	0.024	0.026	0.028			
¾	0.014	0.016	0.018	0.020	0.022	0.024	0.026			
1	0.014	0.016	0.018	0.020	0.022	0.024	0.026	0.036		
1½	0.014	0.016	0.018	0.020	0.022	0.024	0.026	0.036		
2	0.014	0.014	0.018	0.018	0.020	0.020	0.024	0.026	0.030	
3	0.014	0.014	0.016	0.016	0.018	0.018	0.020	0.024	0.030	
4	0.014	0.014	0.016	0.016	0.018	0.018	0.020	0.024	0.030	0.036
	Overall Stock Allowance for Parts not Hardened (in.)									
All	0.010	0.010	0.016	0.016	0.016	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025

Internal Surfaces

Hold Tolerance ±0.001 in. on Holes to 1-in. Diameter; ±0.002 in. on Holes Over 1-in. Diameter

Hole Diameter (in.)	Hole Length (in.) 1	2	3	4	5	6	7
	Overall Stock Allowance for Parts to be Hardened (in.)						
Up to ½	0.008	0.010					
1	0.010	0.012	0.014				
3	0.014	0.016	0.018	0.020	0.024		
4	0.018	0.020	0.022	0.022	0.026		
4–8	0.022	0.024	0.026	0.028	0.030	0.032	
8–12	0.030	0.032	0.034	0.036	0.038	0.042	
12–16	0.038	0.040	0.042	0.044	0.046	0.050	0.055
17–20	0.038	0.042	0.044	0.046	0.048	0.052	0.058
	Overall Stock Allowance for Parts Not Hardened (in.)						
Up to 3	0.008	0.010	0.014	0.016	0.016	0.016	
4–8	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	
8–20	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020

Flat Surfaces

Material Thickness (in.)	Part Length (in.) 1 to 4	4 to 9	9 to 14	14 to 19	19 to 24	24 to 30
	Overall Stock Allowance for Parts to Be Hardened (in.)					
To 3/16	0.012	0.015				
3/16–5/16	0.012	0.015	0.018			
5/16–½	0.012	0.015	0.018	0.022		
½–¾	0.012	0.015	0.018	0.020	0.024	
¾–1¼	0.012	0.015	0.016	0.018	0.020	
1¼–2	0.012	0.015	0.016	0.018	0.020	0.024

Overall Stock Allowance for Parts Not Hardened (in.)

- گر یک قطعه پیچیده طراحی می کنید باید از bright hardening استفاده کنید اما این تغییرات ابعادی حین عملیات حرارتي را حذف نمي کند. تنها راه اینکه بتوان قطعه با اندازه دقیق بعد از عملیات حرارتی بدست اورد این است که از عملیات حراراتي در اتمسفر خلا استفاده شود و با محاسبه تغییرات ابعادی حین عملیات حراراتی اندازه مناسب اولیه را بدست اورد.

- بعضی قطعات حین عملیات حرارتی ترک مي خورند یا می پیچند
- برا ي جلوگیری تا حد امکان از گوشه های تیز یا سایر مراکز تمرکز تنش اجتناب کنید. شکل 8-12
- بعضي انواع مراکز تمرکز تنش
- sharp section
- heavy sections joined by thin sectionsتغییرات ابعادی زیاد

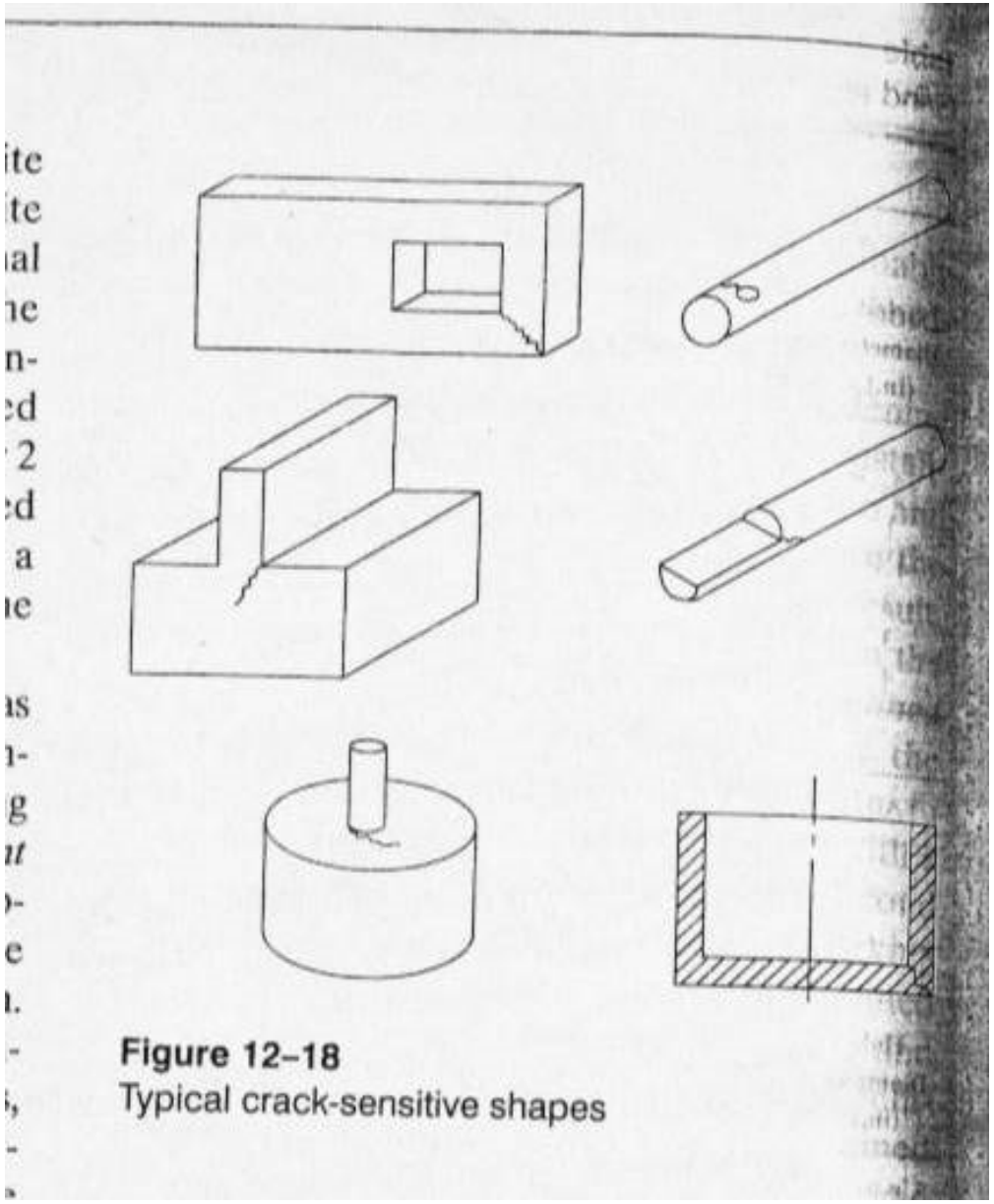


Figure 12–18
Typical crack-sensitive shapes

عيوبي كه هنگام ساخت در فولاد هاي ابزار ايجاد مي شود.

- 12.7- tool steel defects
- 1- عيوب هنگام ساخت
- seam and laps
- forging bursts
- inclusions
- laminations
- excessive decarburization

- معمول ترین excessive decarburization است تمام این عیوب خود را به صورت ترک خوردن در حین سخت کاری نشان می دهند.تنها راه جلوگیری بر علیه عیوب استفاده از ازمایش های غیر مخرب مانند رادیوگرافی و ultrasoanic Inspectoin است.

- برای مطالعه دی کربوره شدن احتیاج به متالوگرافی(یا خارج کردن ماده سطح از جسم در حدود 0.1mm و انجام ازمایش سختی داریم)

- 2- عیوبی که به وسیله استفاده کننده ایجاد می شود مثل

- grinding burn
- تمام فولاد های ابزار قابلیت تحمل برداشت 25µm در هر پاس را دارند اگر بیشتر برداریم .....سطح سیاه می شود. ممکن است تراشکار این لایه را بردارد اما .....حرارت زیاد باعث تمپر شدن در دمای سخت کاری می شود که بعد از سرد شدن به مارتنزیت تبدیل می شودکه ترک های بسیار ریزی ایجاد می شود که با چشم قابل رویت نیست ودر حین عملیات بعدی رشد می کنند و باعث قطعه قطعه شدن محصول می شود.
- از رنگ نفوذ کننده استفاده براي برررسي استفاده مي کنيم.

- electrical discharge machining damge
- مانند قبلی است و باید حدود 0.1 mm را از سطح برداشت.

- hydrogen embrittlement
- حین electroplatingایجاد می شود.
- برای جلوگیری باید حدود 4ساعت درد دمای -150 200oC نگه داشت

- اگر گوشه های تیز یا تغییرات ابعادی در قطعه وجود ندارد و قطعه تحت تنش های بالا و خستگی نیست مِي توانید این عملیات ها را با احتیاط فراموش کنید ولی بهتر است این عیوب رفع شود.بیشتر سازندگان پرداخت نهایی انجام می دهند.