

Die Failure

Failure Analysis

- การวิเคราะห์ความเสียหายเป็นการสืบหาสาเหตุของการเสียหายเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเสียหายแบบเดิมอีก
- ก่อนที่จะมีการวิเคราะห์ความเสียหาย ข้อมูลทุกอย่างที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานที่เสียหาย จำเป็นที่จะต้องมีการศึกษา
- เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์มีหลายชนิดตั้งแต่แว่นขยาย จนถึง กล้องจุลทรรศน์

ขั้นตอนการวิเคราะห์ความเสียหาย

- สืบค้นประวัติของชิ้นงานที่เสียหาย
- ตรวจสอบรอยแตก
- วิเคราะห์ลักษณะการเสียหายที่เกิดขึ้น
- ศึกษาสมบัติของวัสดุที่เกี่ยวข้องกับการแตกหัก
- นำข้อมูลทั้งหมดมาประมวลหาสาเหตุของการเสียหาย

การเลือกชิ้นงาน

- เลือกทั้งส่วนที่มีการเสียหาย และไม่เสียหาย
- ควรรักษาผิวหน้าให้อยู่ในสภาพที่สมบูรณ์
- การตัดชิ้นงานจะต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดความร้อน จนทำให้โครงสร้างเปลี่ยน
- การเก็บชิ้นงานควนเก็บในถุงพลาสติกที่ปิดผนึกได้
- ในกรณีที่ชิ้นงานมี โอกาสเกิดสนิมได้ง่าย อาจจะ ต้องใส่สารดูดความชื้น

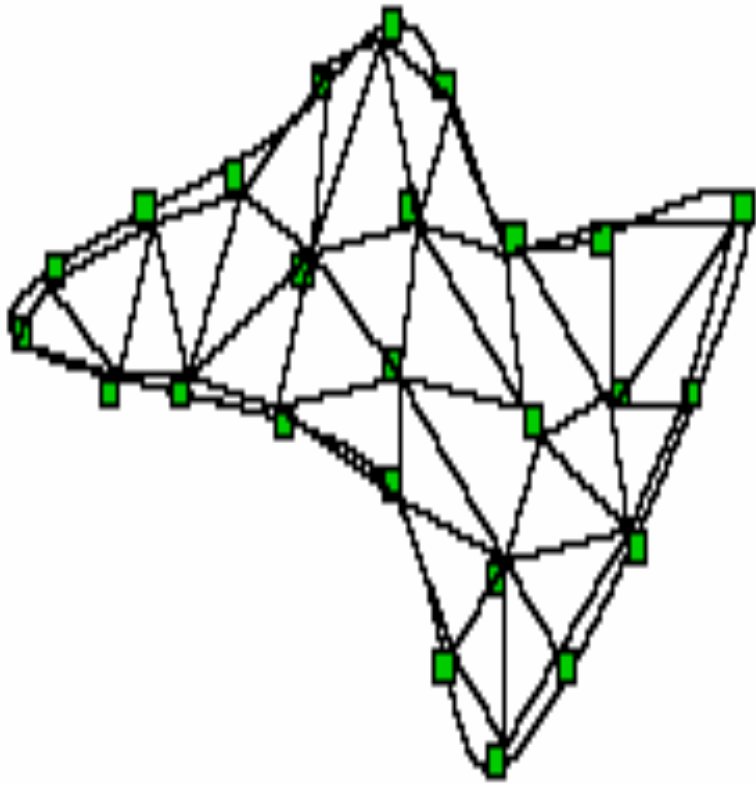
สืบค้นประวัติของชิ้นงานที่เสียหาย

- สำหรับประวัติของชิ้นงานที่เสียหายจะรวมถึงประวัติการผลิตและการออกแบบชิ้นงานด้วย
- ในขั้นตอนนี้จะรวมถึงการวิเคราะห์สภาวะการใช้ ซึ่งจะรวมถึง stress อุณหภูมิ บรรยากาศการใช้ งาน
- สำหรับการวิเคราะห์สภาวะการใช้งานนั้นอาจจะใช้การวัดค่าจากสภาวะการใช้งานจริงจนถึงการสร้างแบบจำลองด้วย Finite Element Method

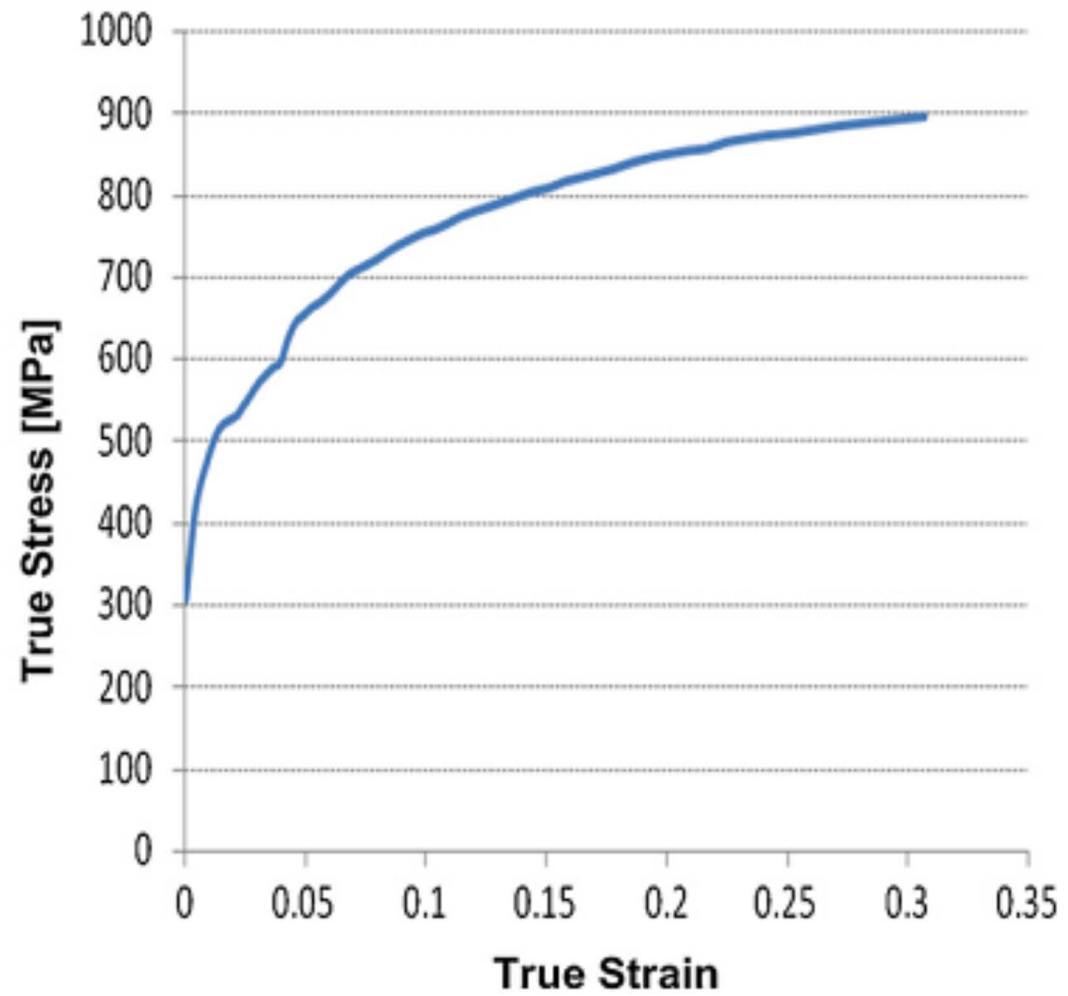
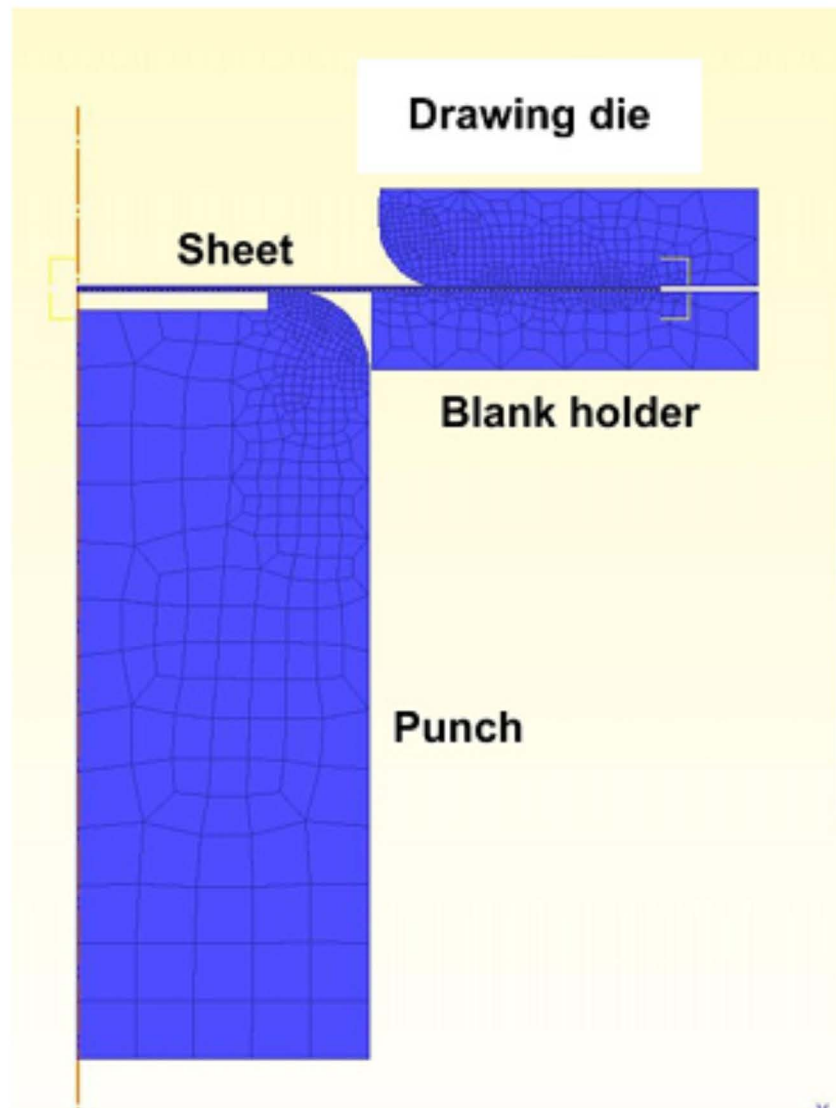
คำถามที่ต้องถาม

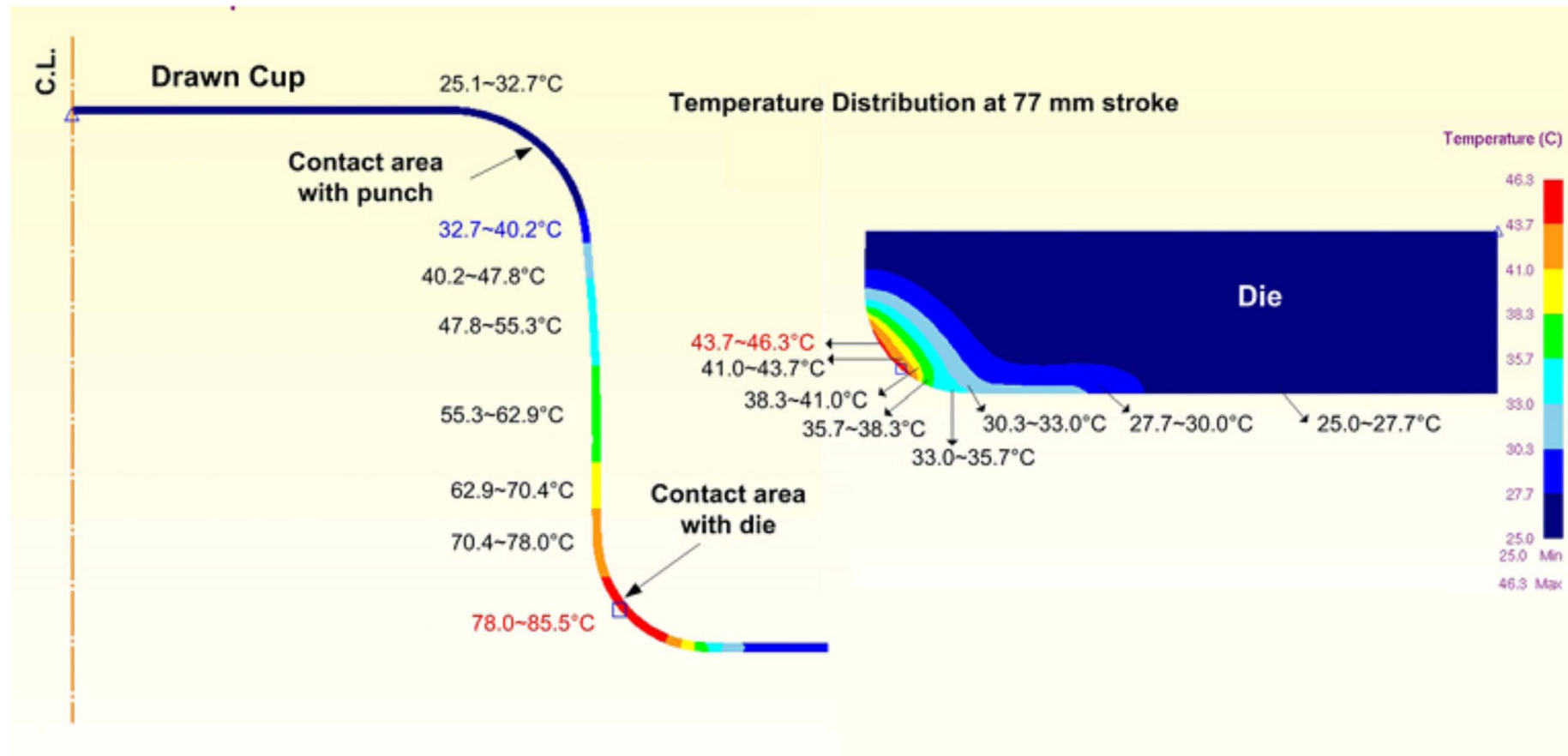
- วัสดุเป็นชิ้นส่วนอะไร
- ชิ้นส่วนที่เสียหายผลิตมาอย่างไร และมีการปรับปรุงสมบัติหลังการผลิตหรือไม่
- ชิ้นส่วนที่เสียหายทำงานเป็นปกติหรือไม่
- ชิ้นส่วนที่เสียหายมีอายุมากกว่าที่คาดไว้หรือไม่
- ชิ้นส่วนที่เสียหายมีการประกอบอย่างถูกต้องหรือไม่

การประยุกต์ใช้ FEM ในการหาค่า stress



- Finite element method เป็นวิธีการทางคณิตศาสตร์ วิธีการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้งานในการหาค่า stress อย่างกว้างขวาง
- วิธีการนี้สามารถใช้ช่วยในการตรวจสอบค่า stress ที่ได้จากการออกแบบด้วย และใช้ในการหาค่า thermal stress และ residual stress ได้ด้วย





Group	Identifying symbol
Water-hardening tool steels	W
Shock-resisting tool steels	S
Oil-hardening cold-work tool steels	O
Air-hardening, medium-alloy cold-work tool steels	A
High-carbon, high-chromium cold-work tool steels	D
Mold steels	P
Hot-work tool steels, chromium, tungsten, and molybdenum	H
Tungsten high-speed tool steels	T
Molybdenum high-speed tool steels	M

Table	AISI	C	Mn	Si	W	Cr	V	Mo
510		.95	0.30	0.30		4.0		
511		.95	0.30	0.30		4.0	0.50	0.50
512		.60	0.30	0.30		4.0	0.75	0.50
513	S7	.50	0.70	0.30		3.25		1.40
514		.50	0.30	0.90		3.25	0.25	1.40

Type	AISI	C	Mn	Si	Cr	Ni	V	Mo	W
520	H-11	0.35	0.30	1.00	5.00		0.40	1.50	
521	H-13	0.35	0.30	1.00	5.00		1.00	1.50	
522	H-12	0.35	0.30	1.00	5.00		0.40	1.50	1.50
523		0.40	0.60	1.00	3.50		1.00	1.00	1.25
524	H-10	0.40	0.55	1.00	3.25		0.40	2.50	
525		0.35	0.30	1.00	5.00			2.00	

Type	AISI	C	Mn	Si	Cr	V	W	Mo	Co
530	H14	0.40	0.30	1.00	5.00	0.25	5.00	0.25	0.50
531	H19	0.40	0.30	0.30	4.25	2.00	4.25	0.40	4.25
532		0.45	0.75	1.00	5.00	0.50	3.75	1.00	0.50
533		0.35	0.60	1.50	7.25		7.25		
534		0.45	0.60	1.50	7.25		7.25		
535	H16	0.55	0.60	0.90	7.00		7.00		
536	H23	0.30	0.30	0.50	12.00	1.00	12.00		

Type	AISI	C	Mn	Si	Cr	Ni	V	Co	W	Mo
540	H21	0.35	0.30	0.30	3.50		0.50		9.00	
541	H20	0.35	0.30	0.30	2.00		0.50		9.00	
542		0.30	0.30	0.30	2.75	1.75	0.30		10.00	0.25
543	H22	0.35	0.30	0.30	2.00		0.40		11.00	
544		0.30	0.30	0.30	2.50		0.40	3.60	12.00	
545	H25	0.25	0.30	0.30	4.00		1.00		15.00	
546		0.40	0.30	0.30	3.50		0.40		14.00	
547	H24	0.45	0.30	0.30	3.00		0.50		15.00	
548		0.35	0.30	0.30	4.00	2.50			14.00	2.00
549	H26	0.50	0.30	0.30	4.00		1.00		18.00	

Type	AISI	C	Mn	Si	Cr	Ni	V	W	Mo	Co
550	H15	0.35	0.30	0.40	3.75		0.75	1.00	6.00	
551	H15	0.40	0.30	0.50	5.00		0.75	1.00	5.00	
552	H43	0.55	0.30	0.30	4.00		2.00		8.00	
553	H42	0.65	0.30	0.30	4.00		2.00	6.40	5.00	
554	H41	0.65	0.30	0.30	4.00		1.00	1.50	8.00	
555		0.30	0.50	0.30		3.00			3.00	
556		0.10	0.30	0.30	3.50		0.50	4.00	5.00	25.00

Air-hardening, medium-alloy, cold-work steels

A2	T30102	0.95-1.05	1.00 max	0.50 max	4.75-5.50	0.30 max	0.90-1.40	...	0.15-0.50	...
A3	T30103	1.20-1.30	0.40- 0.60	0.50 max	4.75-5.50	0.30 max	0.90-1.40	...	0.80-1.40	...
A4	T30104	0.95-1.05	1.80- 2.20	0.50 max	0.90-2.20	0.30 max	0.90-1.40	...	...	...
A6	T30106	0.65-0.75	1.80- 2.50	0.50 max	0.90-1.20	0.30 max	0.90-1.40	...	...	...
A7	T30107	2.00-2.85	0.80 max	0.50 max	5.00-5.75	0.30 max	0.90-1.40	0.50-1.50	3.90-5.15	...
A8	T30108	0.50-0.60	0.50 max	0.75- 1.10	4.75-5.50	0.30 max	1.15-1.65	1.00-1.50	...	...
A9	T30109	0.45-0.55	0.50 max	0.95- 1.15	4.75-5.50	1.25- 1.75	1.30-1.80	...	0.80-1.40	...
A10	T30110	1.25-1.50 ^(c)	1.60- 2.10	1.00- 1.50	...	1.55- 2.05	1.25-1.75	...	...	...

High-carbon, high-chromium, cold-work steels										
D2	T30402	1.40-1.60	0.60 max	0.60 max	11.00- 13.00	0.30 max	0.70-1.20	...	1.10 max	...
D3	T30403	2.00-2.35	0.60 max	0.60 max	11.00- 13.50	0.30 max	...	1.00 max	1.00 max	...
D4	T30404	2.05-2.40	0.60 max	0.60 max	11.00- 13.00	0.30 max	0.70-1.20	...	1.00 max	...
D5	T30405	1.40-1.60	0.60 max	0.60 max	11.00- 13.00	0.30 max	0.70-1.20	...	1.00 max	2.50-3.50
D7	T30407	2.15-2.50	0.60 max	0.60 max	11.50- 13.50	0.30 max	0.70-1.20	...	3.80-4.40	...

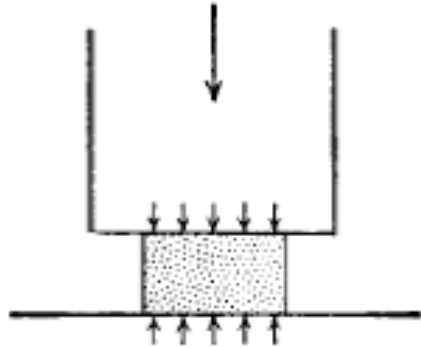
Oil-hardening cold-work steels										
O1	T31501	0.85-1.00	1.00-1.40	0.50 max	0.40-0.60	0.30 max	...	0.40-0.60	0.30 max	...
O2	T31502	0.85-0.95	1.40-1.80	0.50 max	0.50 max	0.30 max	0.30 max	...	0.30 max	...
O6	T31506	1.25-1.55 ^(a)	0.30-1.10	0.55-1.50	0.30 max	0.30 max	0.20-0.30	...	...	...
O7	T31507	1.10-1.30	1.00 max	0.60 max	0.35-0.85	0.30 max	0.30 max	1.00-2.00	0.40 max	...

United States (AISI)	West Germany (DIN) ^(a)	Japan (JIS) ^(b)	Great Britain (B.S.) ^(c)	France (AFNOR) ^(d)	Sweden (SS) ^(e)
Air-hardening, medium-alloy, cold-work steels (ASTM A 681)					
A2	1.2363	G4404 SKD12	4659 BA2	A35-590 2231 Z100CDV5	2260
A3	...	...	...	...	...
A4	...	...	...	...	...
A5	...	...	...	...	...
A6	...	...	4659 BA6	...	...
A7	...	...	...	...	...
A8	1.2606	G4404 SKD62	...	3432 Z38CDWV5	...
A9	...	...	...	...	...
A10	...	...	...	...	...

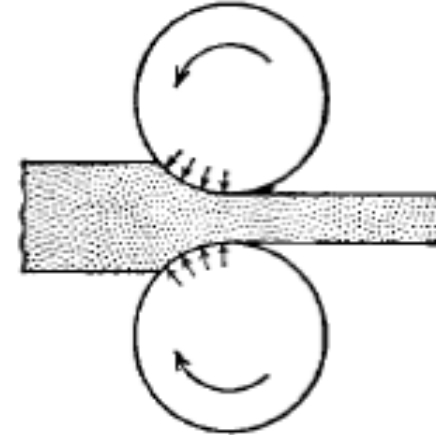
United States (AISI)	West Germany (DIN) ^(a)	Japan (JIS) ^(b)	Great Britain (B.S.) ^(c)	France (AFNOR) ^(d)	Sweden (SS) ^(e)
High-carbon, high-chromium, cold-work steels (ASTM A 681)					
D2	1.2201, 1.2379, 1.2601	G4404 SKD11	4659 (USA D2) 4659 BD2 4659 BD2A	A35-590 2235 Z160CDV12	2310
D3	1.2080, 1.2436, 1.2884	G4404 SKD1 G4404 SKD2	4659 BD3	A35-590 2233 Z200C12	...
D4	1.2436, 1.2884	G4404 SKD2	4659 (USA D4)	A35-590 2234 Z200CD12	2312
D5	1.2880	...	...	A35-590 2236 Z160CKDV 12.03	...
D7	1.2378	...	...	2237 Z230CVA 12.04	...

United States (AISI)	West Germany (DIN) ^(a)	Japan (JIS) ^(b)	Great Britain (B.S.) ^(c)	France (AFNOR) ^(d)	Sweden (SS) ^(e)
Oil-hardening cold-work steels (ASTM A 681)					
O1	1.2510	G4404 SKS21 G4404 SKS3 G4404 SKS93 G4404 SKS94 G4404 SKS95	4659 BO1	A35-590 2212 90 MWCV5	2140
O2	1.2842	...	4659 (USA O2) 4659 BO2	A35-590 2211 90MV8	...
O6	1.2206	...	...	A35-590 2132 130C3	...
O7	1.2414, 1.2419, 1.2442, 1.2516, 1.2519	G4404 SKS2	...	A35-590 2141 105WC13	...

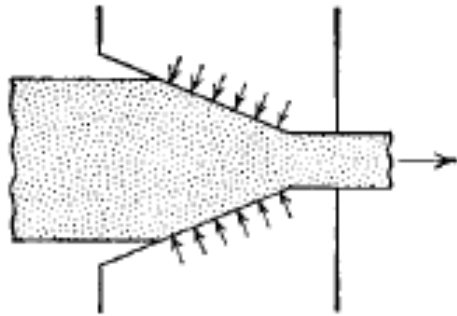
Metalworking Process



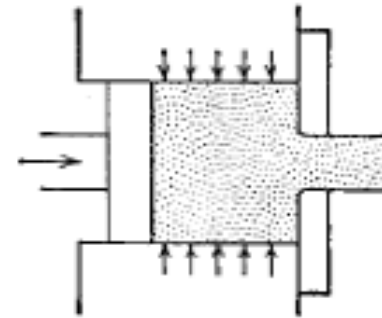
Forging



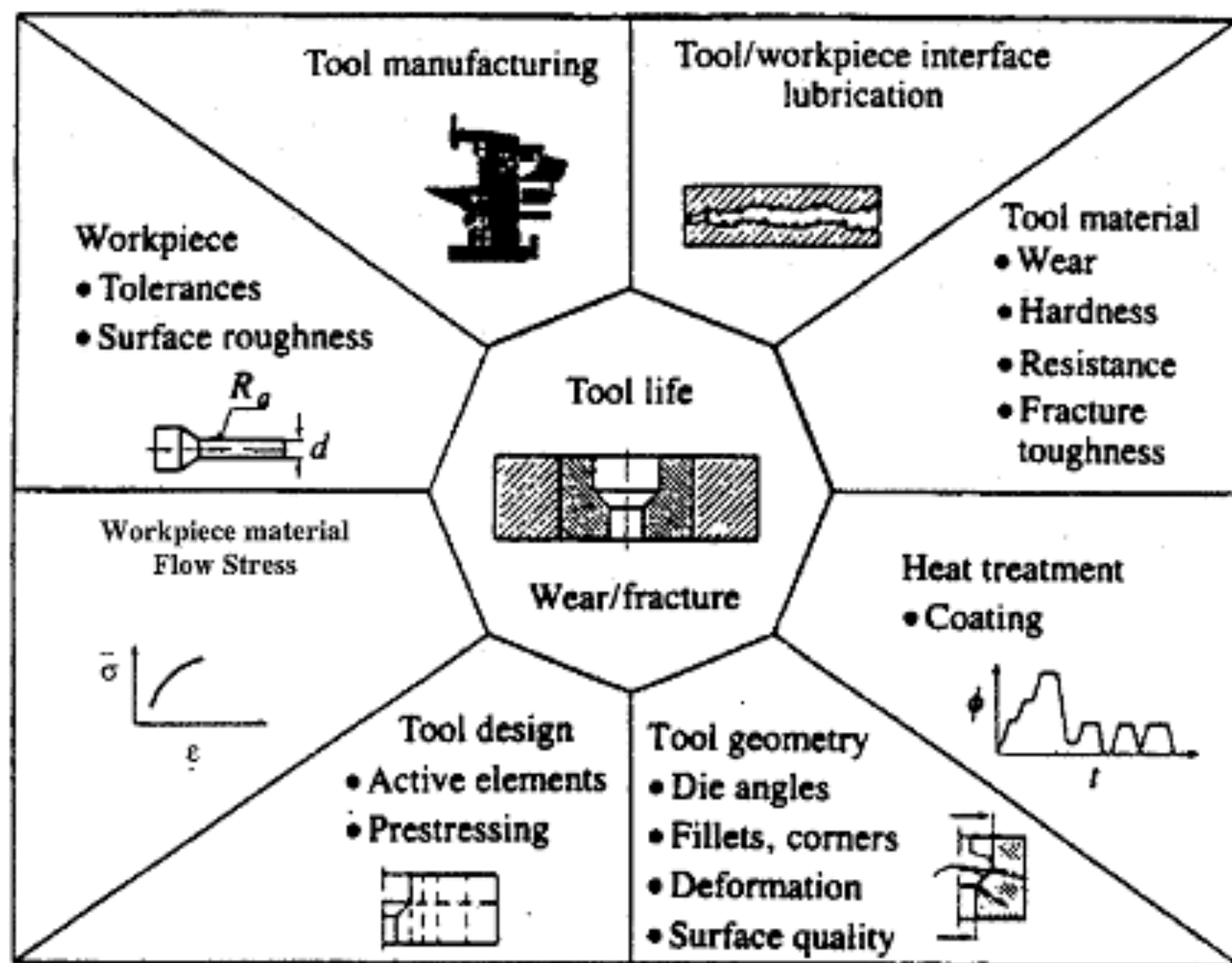
Rolling

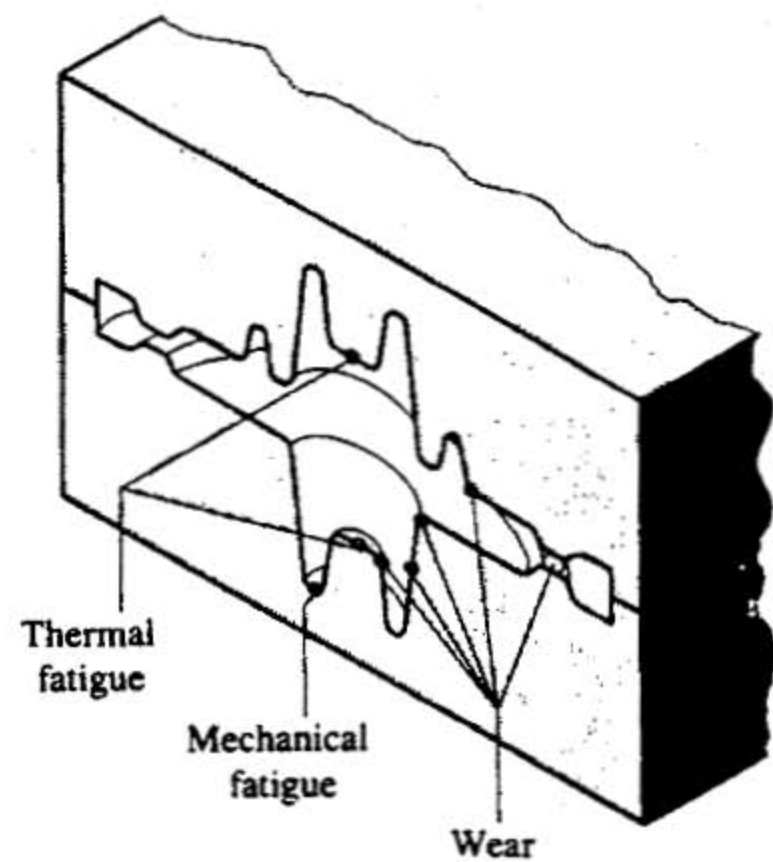
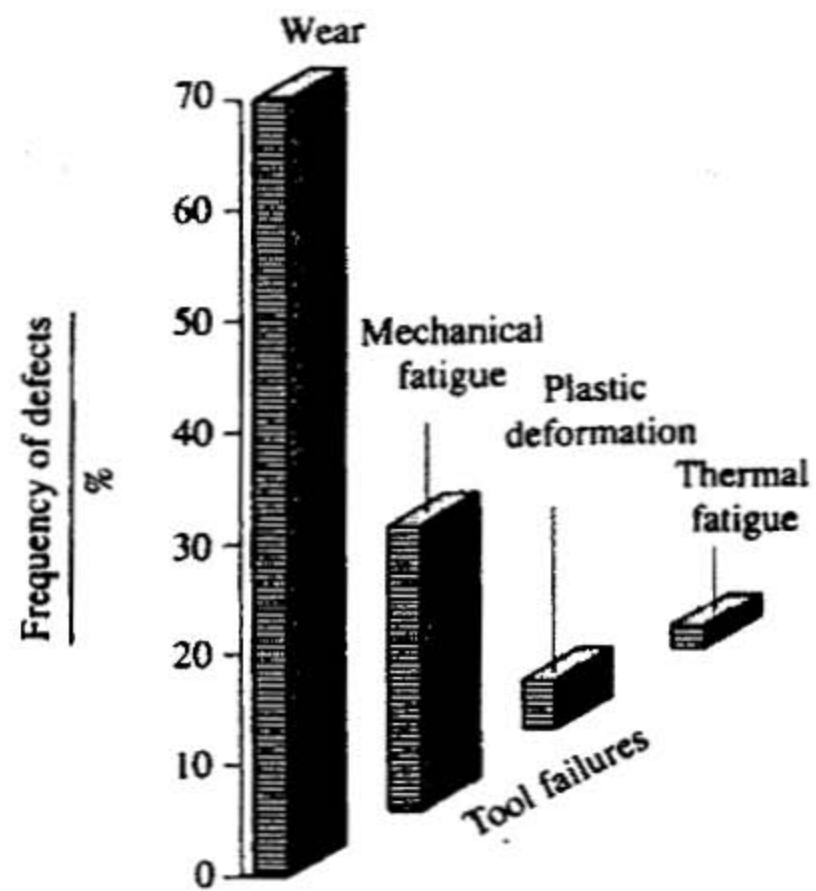


Wire drawing



Extrusion







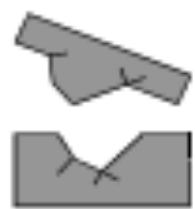
Wear



Plastic deformation



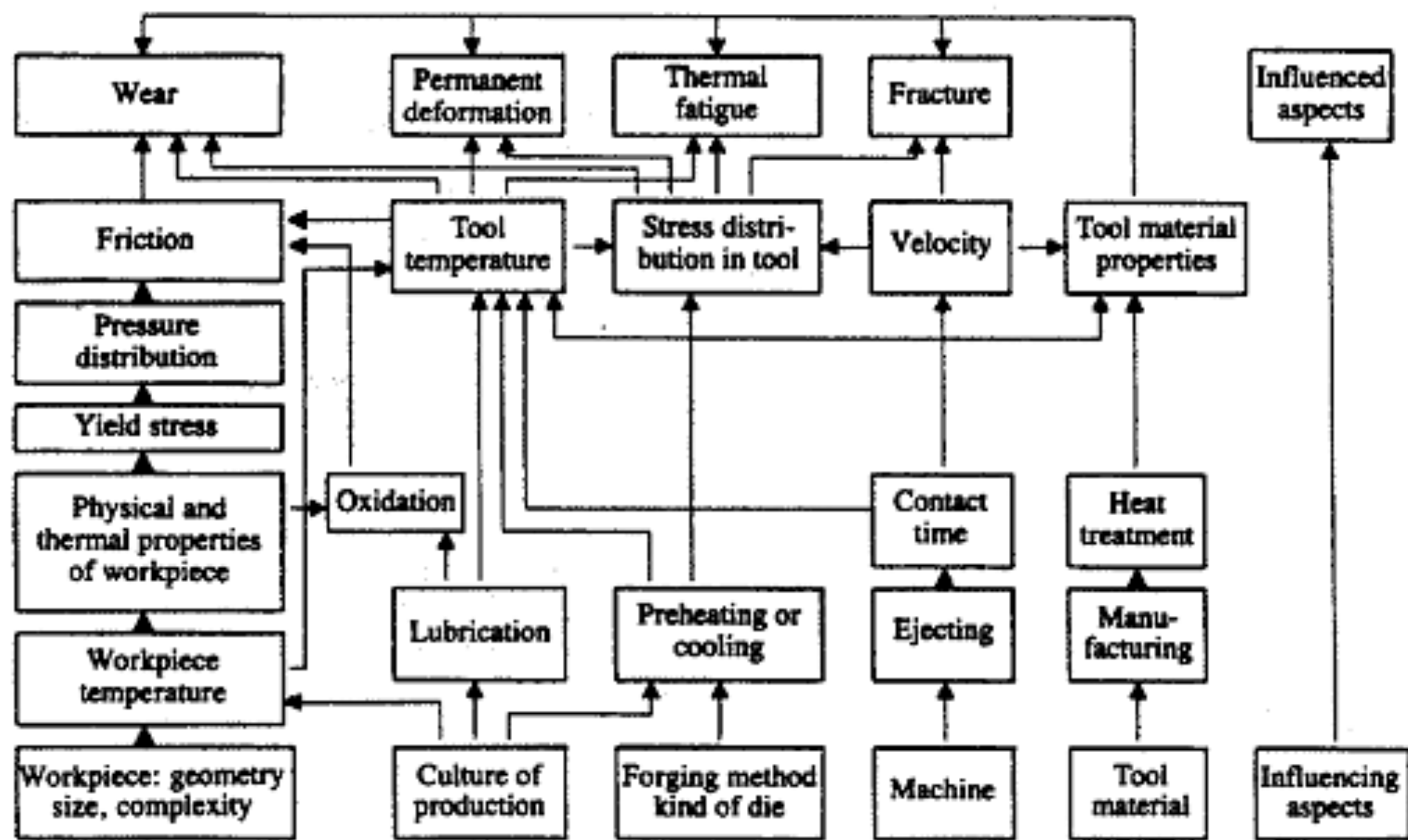
Chipping



Cracking



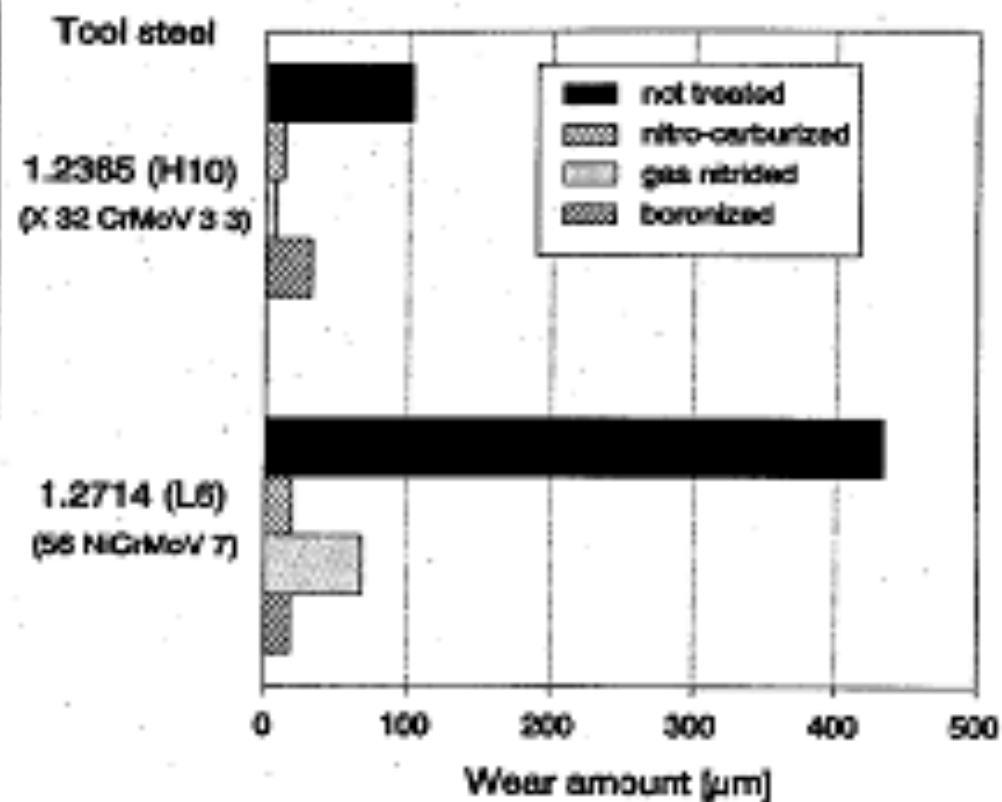
Galling

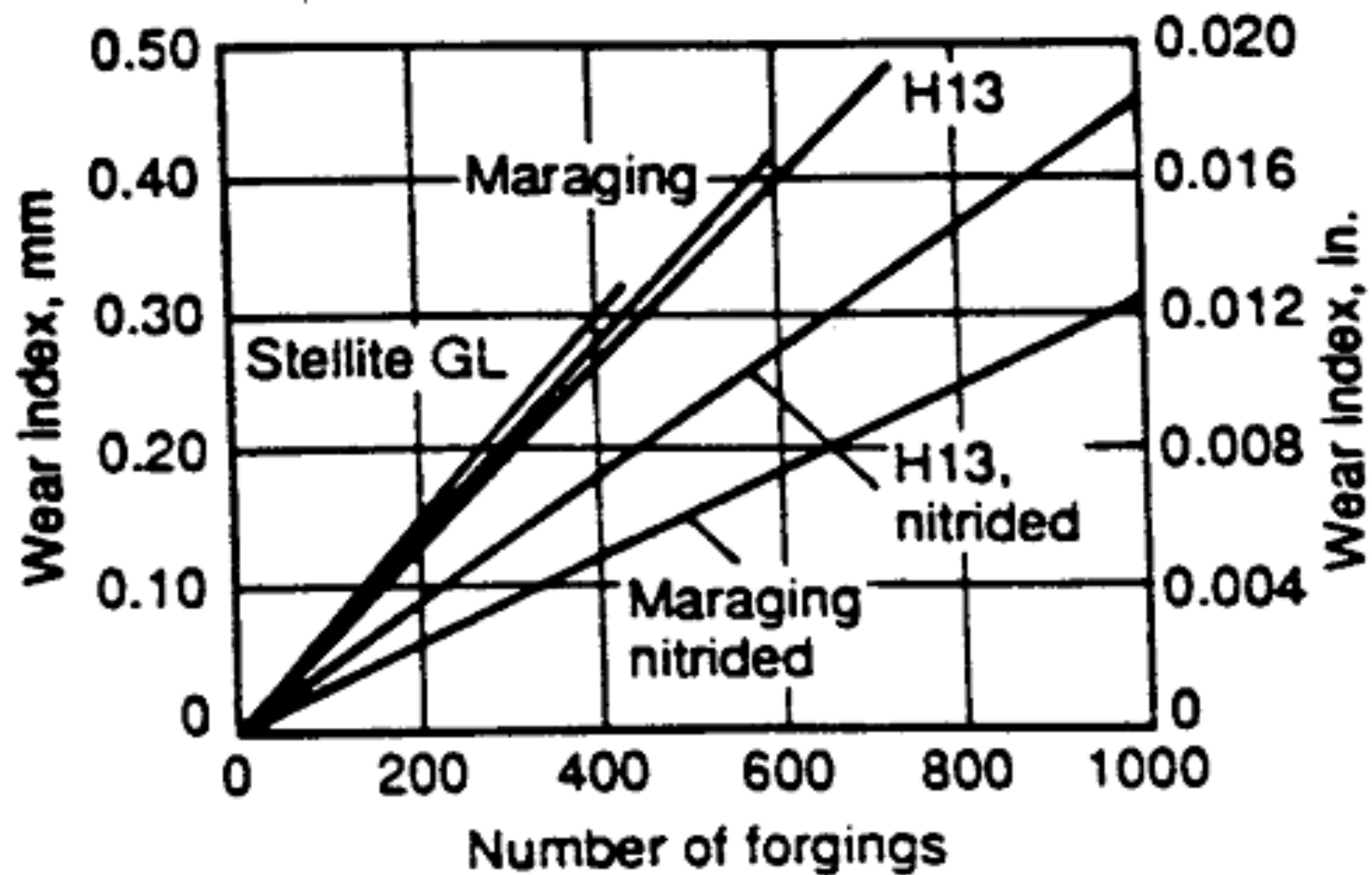


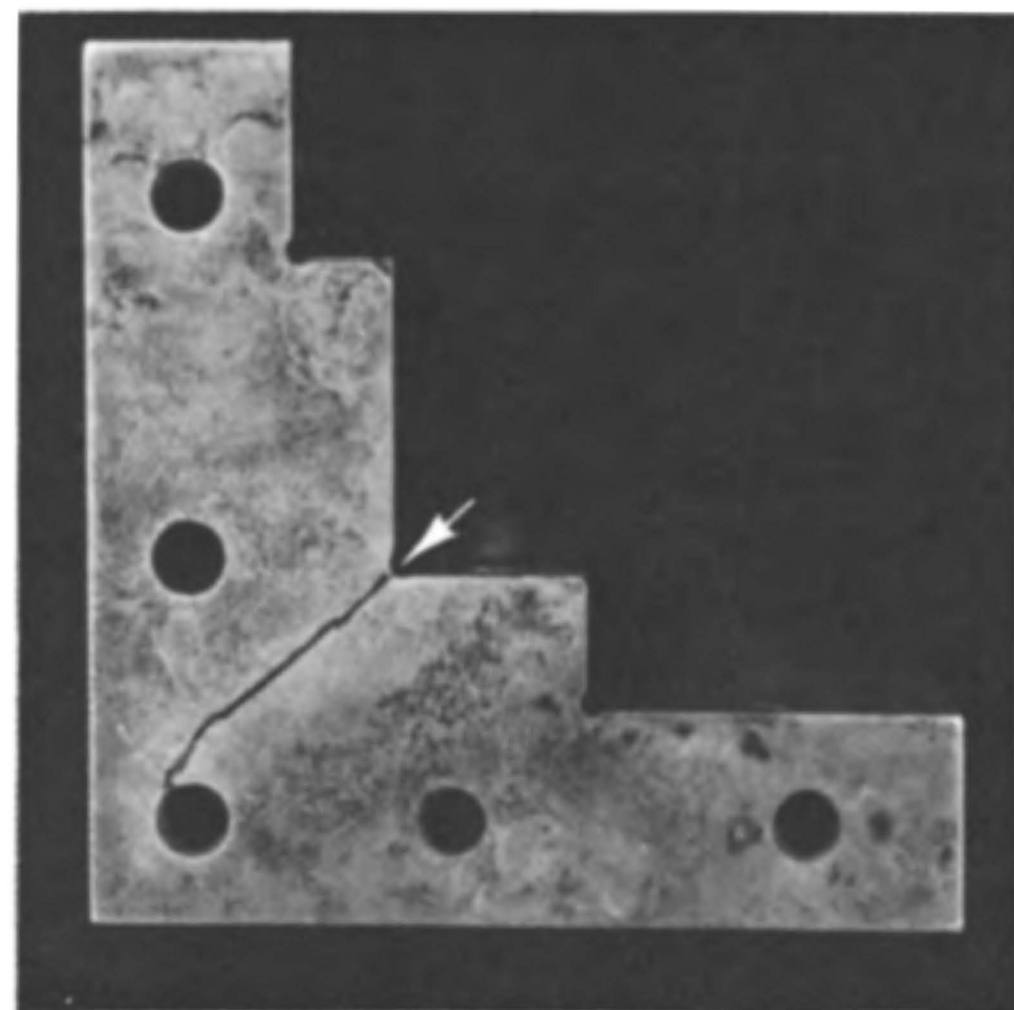
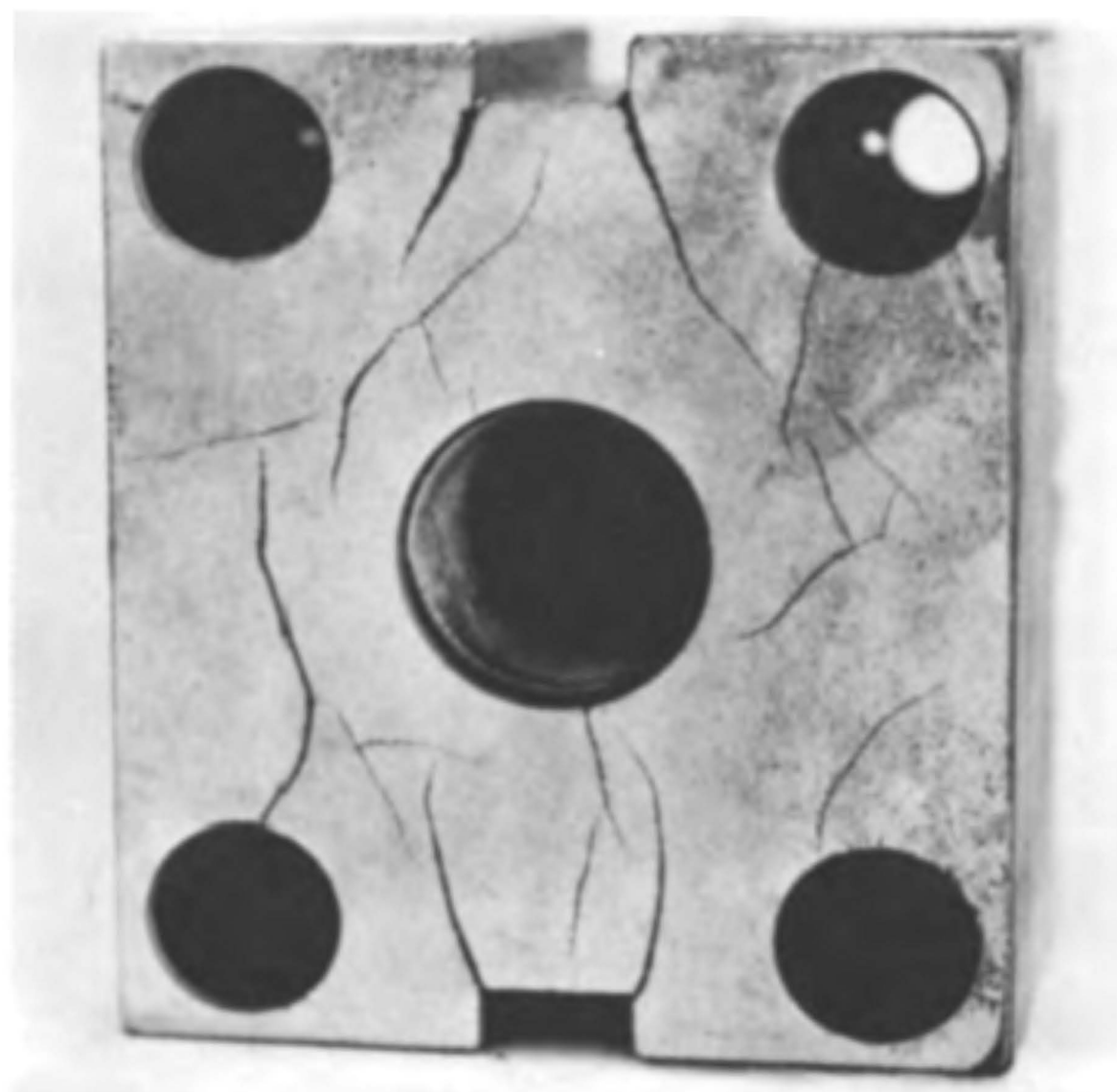
Hot forging upsetting tests

Comparison of surface treatment

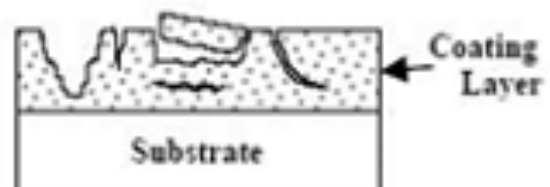
lubricated tools



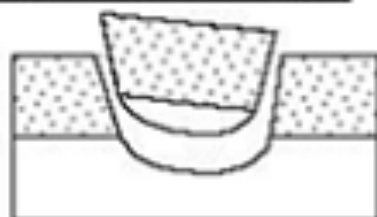




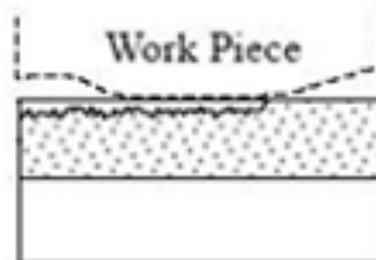
Coating internal fracture



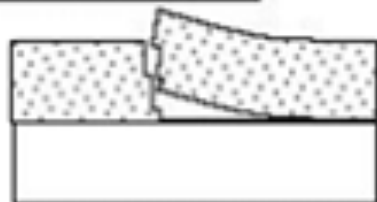
Substrate fracture



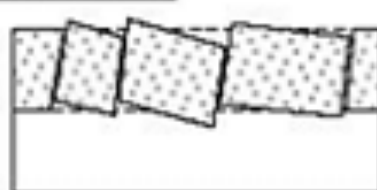
Wear (adhesive or abrasive)



Delamination



Intrusion



[Courtesy of Katagiri et al. 2007]