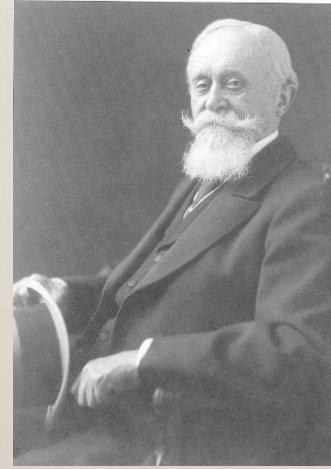


Speciální nástrojové materiály

dodávané společností
Bohdan Bolzano s.r.o.

ve výhradním zastoupení
ROBERT ZAPP WERKSTOFFTECHNIK GmbH



Kladno, Květen 2013

- 1. Předmět semináře**
- 2. Nástrojové oceli a jejich parametry**
- 3. Proč prášková metalurgie, výrobní proces**
- 4. Nástrojové oceli ASP a CPM**
- 5. Předpoklady pro úspěšné uplatnění ocelí ASP a CPM**
- 6. Nástrojové oceli US-2000 a VC-800, LC 200N**
- 7. Vytvrditelné nástrojové oceli VACO 180 a CSM 21**
- 8. Aplikace našich ocelí při zpracování plastů**
- 9. Nástrojové nebo konstrukční oceli?**
- 10. Volba polotovarů**

1.

Předmět semináře

Speciální nástrojové oceli:

a) vyráběné metodou práškové metalurgie

kalitelné

ASP[®] Výrobce ERASTEEL – Francie, Švédsko

CPM[®] Výrobce CRUCIBLE – USA

b) vyráběné konvenčně, dle zvláštních TDP ROBERT ZAPP

kalitelné

US 2000

VC 800

c) vyráběné konvenčně, dle zvláštních TDP ROBERT ZAPP

vytvrditelné

VACO 180

VACUMAR

Distribuční řetězec

1. Výrobci:

ERASTEEL – Francie, Švédsko

ASP[®]

CRUCIBLE – USA

CPM[®]

Ostatní

US 2000, VC 800, VACO 180

2. Smluvní partner – značkový distributor a skladové servisní centrum pro Evropu:

ROBERT ZAPP WERKSTOFFTECHNIK GmbH 

3. Smluvní zástupce pro ČR, SR, a Rumunsko:

Bohdan Bolzano s.r.o.



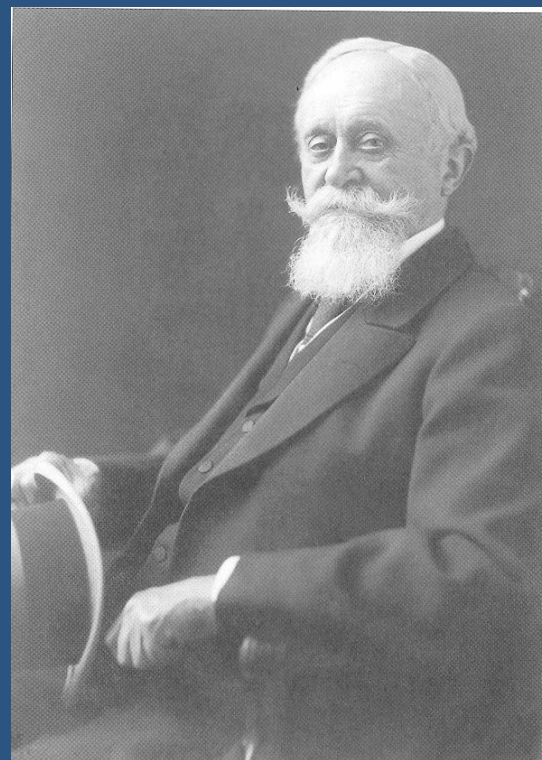
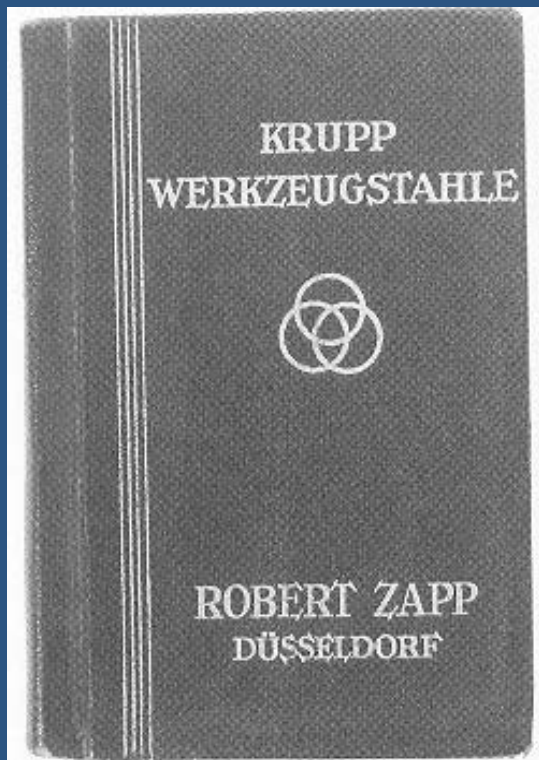
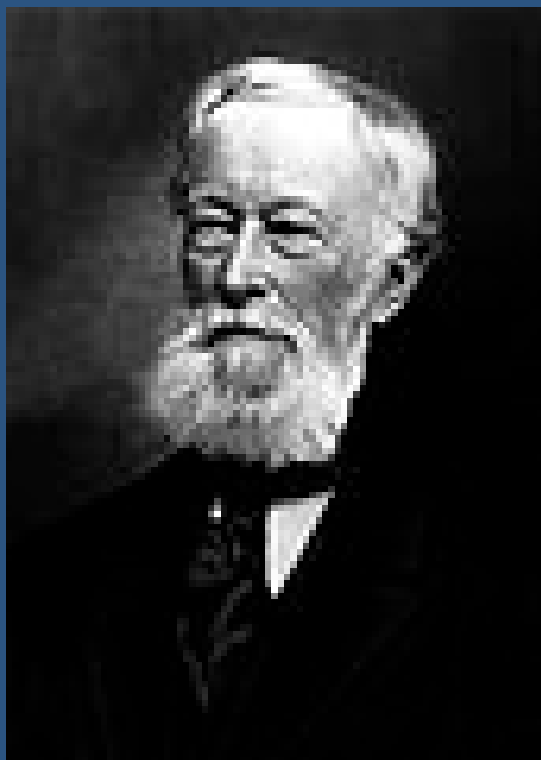
4. Zákazníci



ROBERT ZAPP WERKSTOFFTECHNIK GMBH

Obchodní firma s tradicí v distribuci jakostních nástrojových ocelí.

V roce 1887 získává Robert Zapp výhradní zastoupení pro prodej Kruppových nástrojových ocelí v celém tehdejší Německu a postupem času i v dalších zemích.



ZAPP



ROBERT ZAPP
WERKSTOFFTECHNIK GMBH



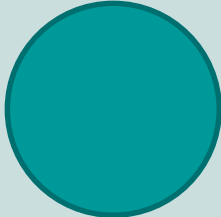

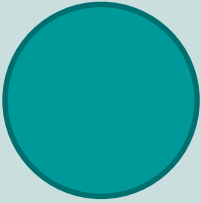
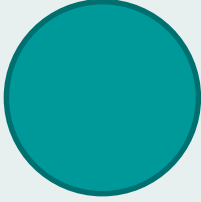


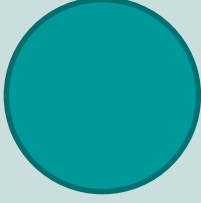
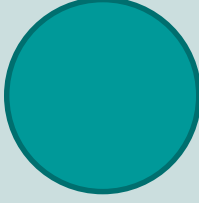
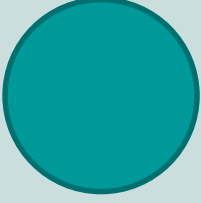

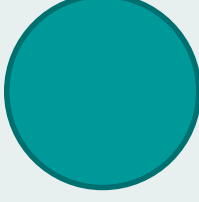
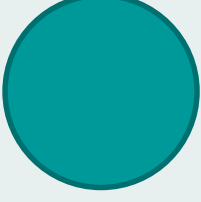
2.

Nástrojové oceli a jejich parametry

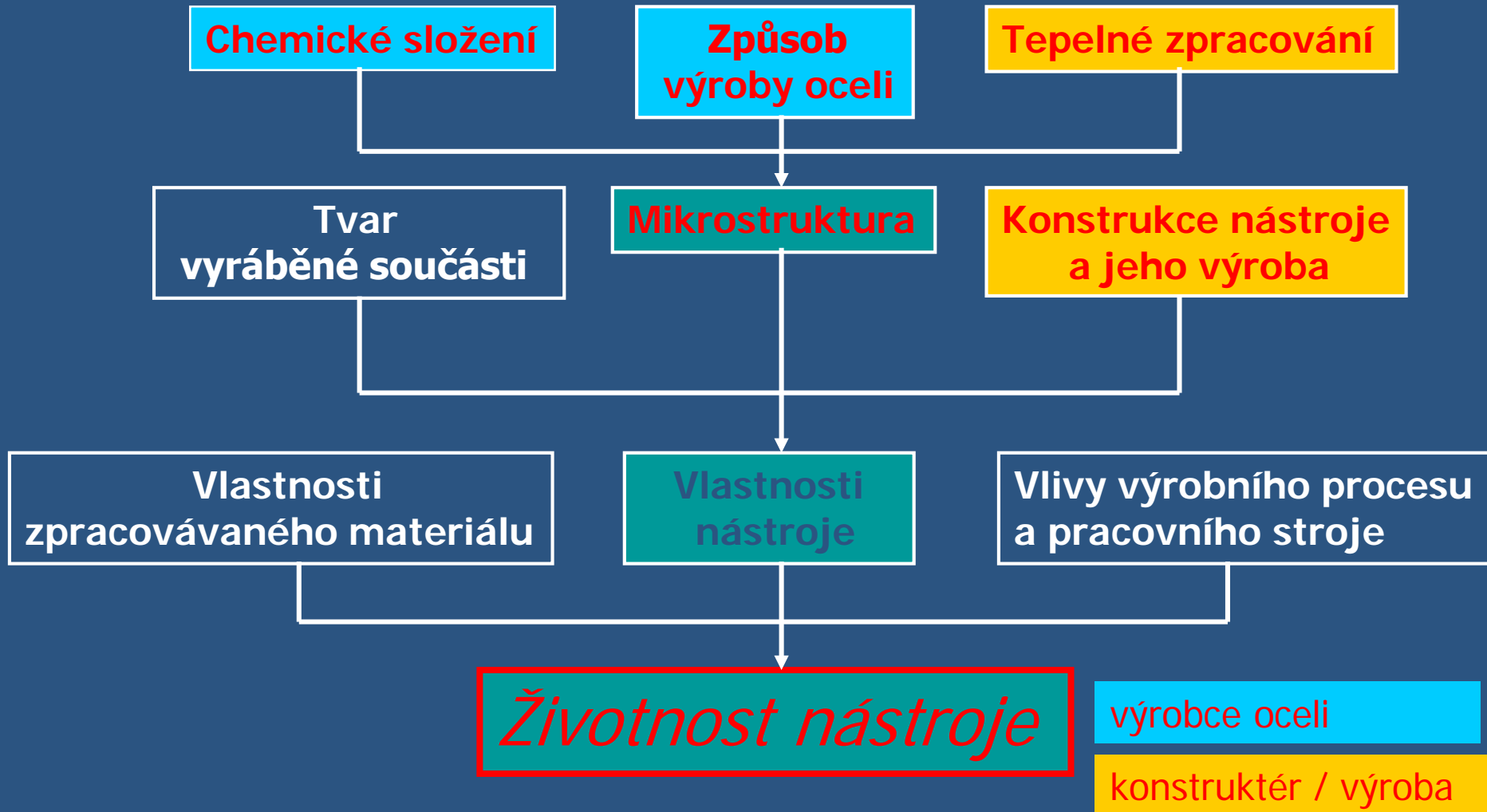
Rozdělení nástrojových ocelí

- **Dle DIN 17 350 resp. EN ISO 4957:**
 - pro práci za studena (do $\sim 240^{\circ}\text{C}$) uhlíkové / slitinové
 - pro práci za tepla (nad $\sim 240^{\circ}\text{C}$)
 - rychlořezné
 - pro zvláštní použití
- **Dle způsobu výroby:**
 - konvenčně vyráběné (včetně přetavovaných)
 - vyráběné metodou práškové metalurgie

Rozdělení nástrojových ocelí

	Konvenční	Konvenční přetavované	Prášková metalurgie
Pro práci za studena			
Pro práci za tepla			
Rychlořezné			
Pro zvláštní použití			

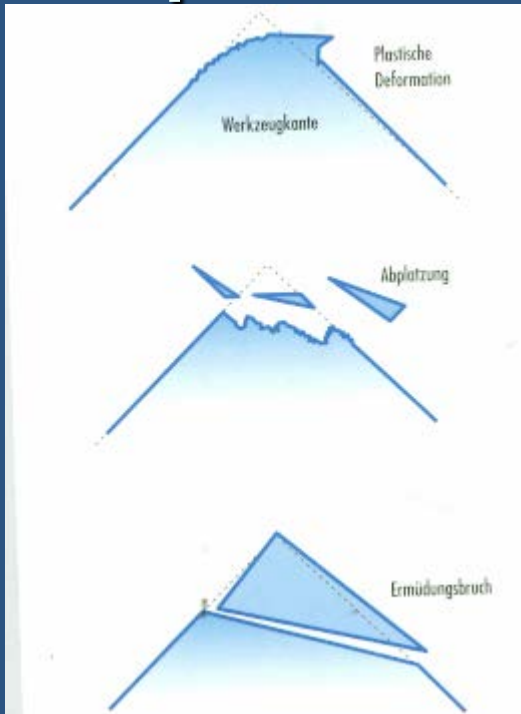
Parametry určující životnost nástroje



Vlastnosti nástrojových ocelí důležité z hlediska konstrukce nástrojů

- Mechanické vlastnosti
(v tahu, tlaku a ohybu)
- Houževnatost
- Únavová pevnost
- Otěruvzdornost
- Mechanické vlastnosti za zvýšených teplot
(odolnost proti popuštění)
- Korozivzdornost

Opotřebení a destrukce nástrojů



Plastická deformace

Adhezní otěr

Lomy, výlomy
(křehké, únavové)

Abrazivní otěr

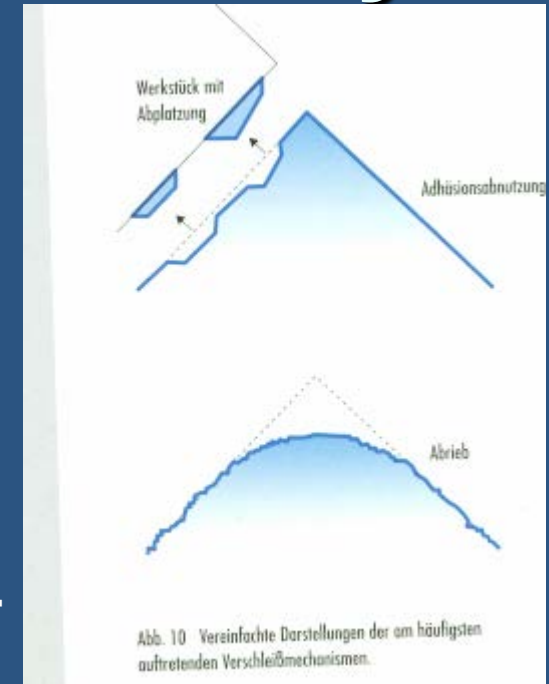


Abb. 10 Vereinfachte Darstellungen der am häufigsten auftretenden Verschleißmechanismen.

Plastická deformace **mechanické vlastnosti (za zvýšených teplot)**

Adhezní otěr **(vznik bodových mikrosvarů)**

vysoká pevnost a tvrdost, povlakování

Abrazivní otěr **chemické složení – obsah, velikost a rozmístění**

tvrdých karbidů V, Cr, W, Mo

Lomy **mechanické vlastnosti**

Minimalizovat opotřebení nástrojů
a riziko jejich destrukce znamená

Volit

optimální kombinaci

vlastností nástrojového materiálu

Houževnatost

Zkouška ohybem

Pevnost
(v tlaku)

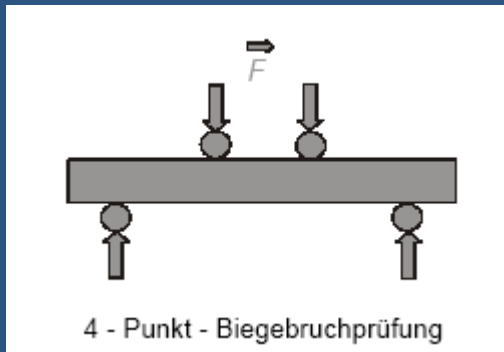
Otěruvzdornost



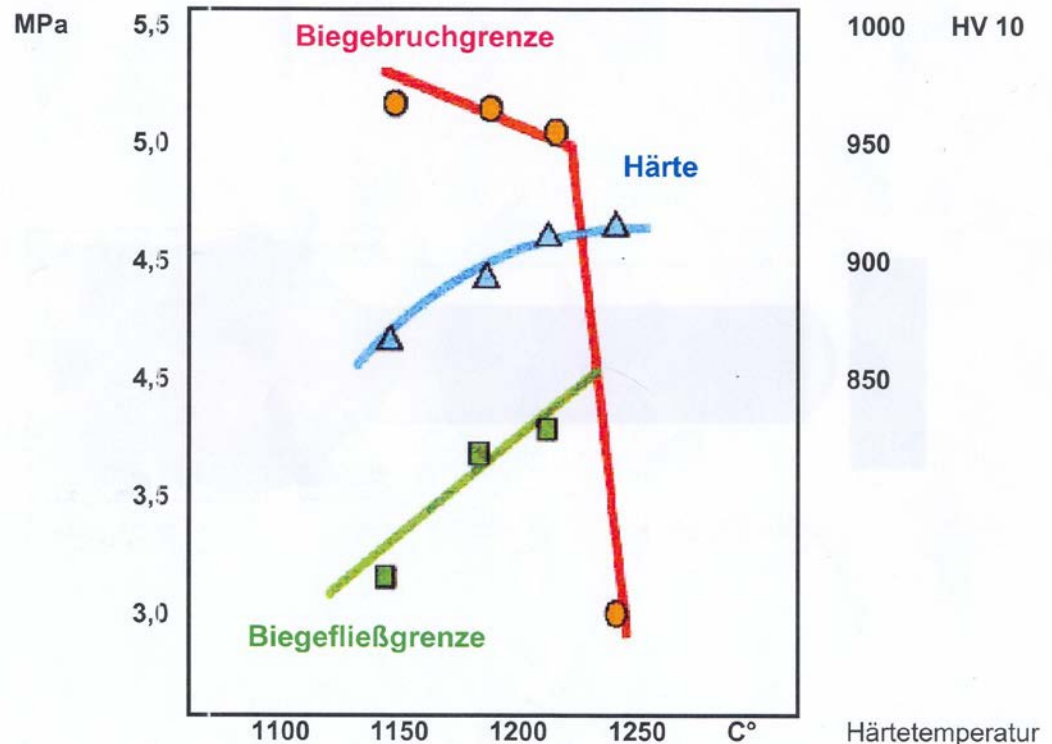
Čtyřbodová zkouška ohybem

Pevnost v ohybu a tvrdost po popuštění
v závislosti na kalicí teplotě. PM – ocel CPM REX M4

Uspořádání zkoušky



Biegefestigkeit und Härte nach dem Anlassen, CPM Rex M4



Houževnatost

```
graph TD; A[Houževnatost] --> B[Otěruvzdornost]; B --> C[Tvrdost HRC]; C --> A;
```

Pevnost
(v tlaku)

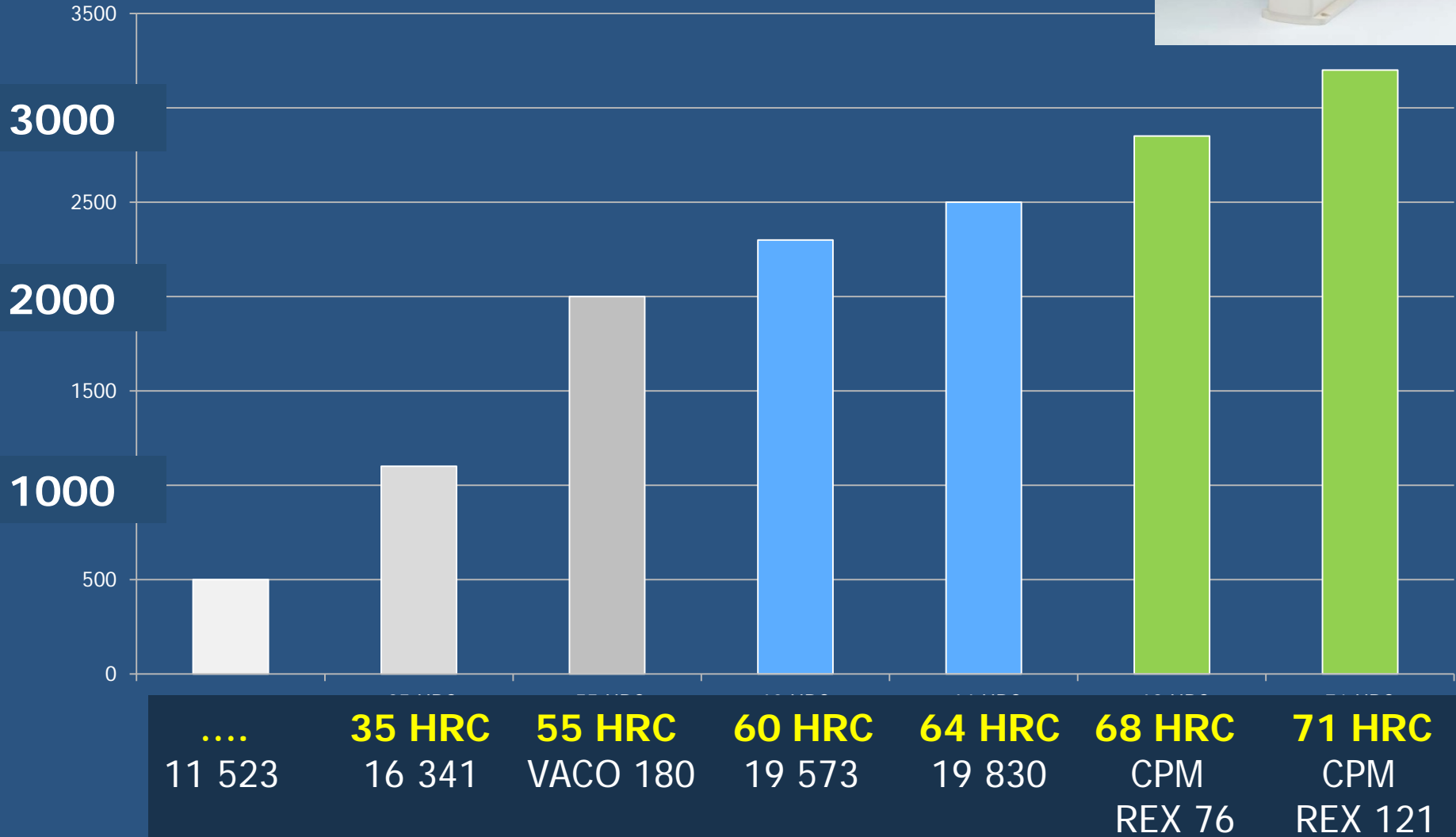
Tvrdost HRC

Otěruvzdornost

Zkouška tvrdosti HRC



Pevnost v tahu (MPa)

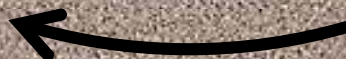


Houževnatost

Pevnost
(v tlaku)

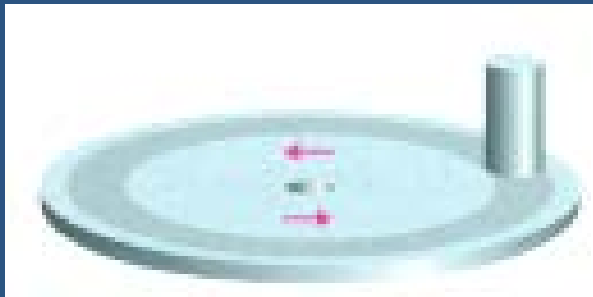
Otěruvzdornost

Pin – on – Disc



Zkouška otěruvzdornosti

Metoda Pin-on-Disk: abraze mezi rotujícím kotoučem a palcem



**Relativní srovnání pro
vybrané oceli ASP** →

otěruvzdornost



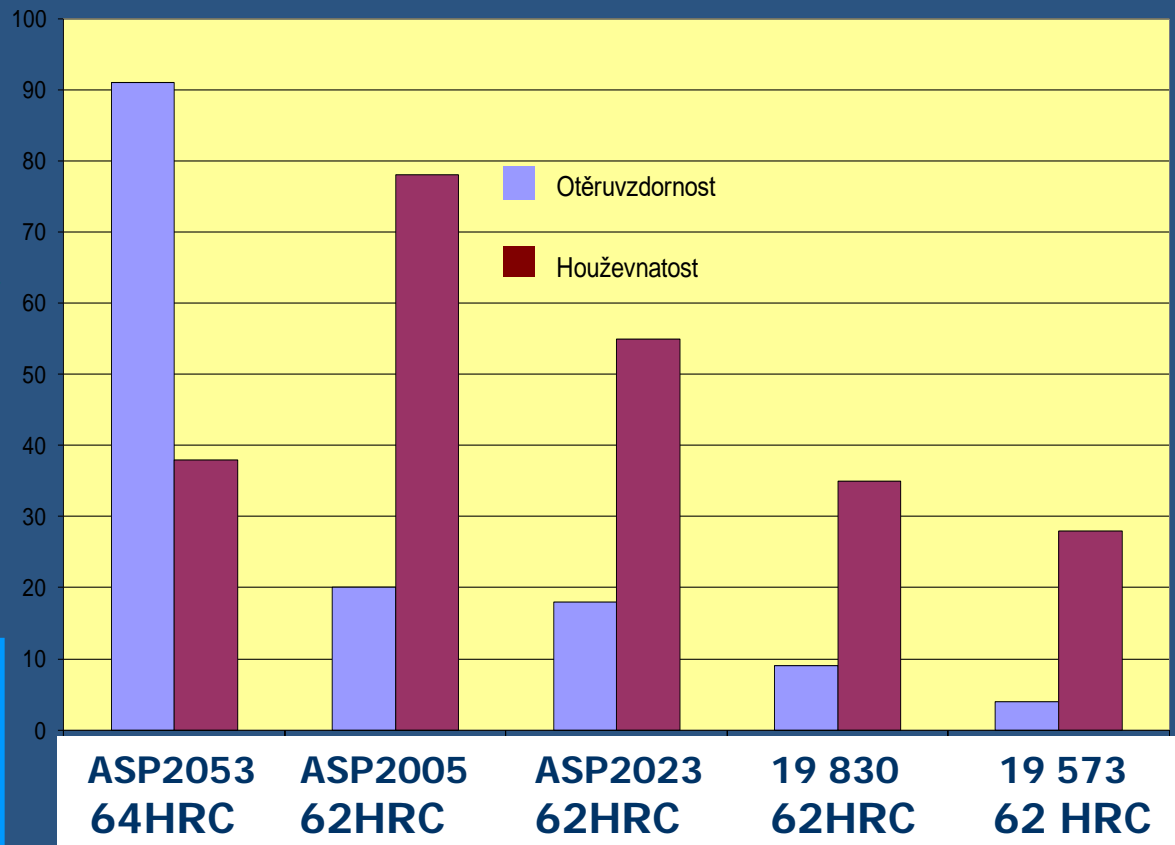
houževnatost



**Při tvrdosti
62 (64) HRC**

Měřitko otěruvzdornosti:

Hmotnostní úbytek materiálu vzorku.



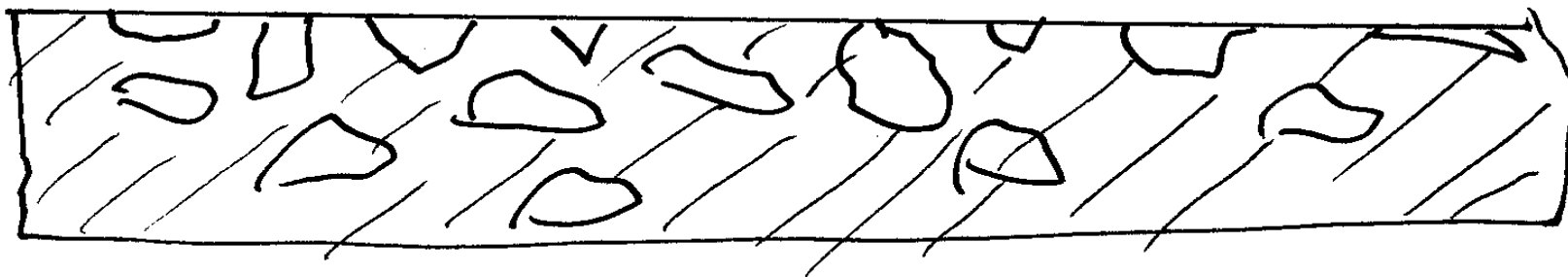
Abrazivní otěr

Ocel je kompozitní materiál - karbidy v (martenzitické) matici

vydrolování



seřezávání



3.

**Proč prášková metalurgie,
výrobní proces**

Proč prášková metalurgie?

Při vývoji nástrojových ocelí byla v popředí především snaha o zvýšení odolnosti proti otěru.

Houževnatost

650	2767	58		
670	X45NiCrMo4	260		
50/56	MHM			
AISI 6F3				
C	Cr	Mn	Ni	S
0.40	1.20	0.20	3.80	0.030
0.50	1.30	0.58	4.30	0.030

650	2550	60		
900	80WCrV8	225		
55/58	NNH			
≈ AISI 61				
C	Cr	Si	W	S
0.65	0.90	0.70	1.70	0.030
0.85	1.20	1.00	2.20	0.030

660	2101	61		
860	628MnCr4	225		
57/59	MHM			
C	Cr	Mn	Si	S
0.58	0.48	0.90	0.90	0.030
0.80	0.76	1.20	1.20	0.030

600	2746	56		
910	45NiCrMoV16-6	295		
50/54	NNH			
C	Cr	Mo	Ni	V
0.41	1.40	0.73	3.30	0.45
0.49	1.60	0.85	4.20	0.55

680	2249	58		
890	458CrV6	220		
53/57	NNH			
C	Cr	Si	V	S
0.40	1.30	1.30	0.07	0.035
0.50	1.60	1.60	0.12	0.035

680	2243	62		
890	618CrV5	220		
56/61	NNH			
C	Cr	Si	V	S
0.37	1.30	0.70	0.07	0.035
0.55	1.30	1.00	0.12	0.035

680	2510	64		
820	100MnCrW4	230		
56/62	MNH			
AISI O1				
C	Cr	Mn	W	S
0.80	0.50	1.00	0.50	0.035
1.05	0.70	1.20	0.70	0.035

650	2743	61		
870	60NiCrMoV12-4	235		
54/59	MHM			
C	Cr	Mo	V	Ni
0.25	1.00	0.30	0.07	3.70
0.60	1.30	0.40	0.12	3.00

650	2360	61		
1070	X48CrMoV8-1-1	240		
56/59	MHM			
C	Cr	Mo	V	S
0.45	7.30	1.30	1.30	0.035
0.50	7.80	1.50	1.50	0.035

650	2067	64		
860	102Cr6	225		
57/61	MNM			
C	Cr	Mn	Si	S
0.95	1.35	0.25	0.15	0.030
1.10	1.65	0.45	0.35	0.030

650	Thyrodur	64		
1080	2990	250		
58/62	X100CrMoV8-1-1	HFM		
C	Si	Cr	Mo	V
0.65	0.65	7.40	1.00	1.50
1.10	1.05	8.30	1.25	1.70

600	2357	56		
970	50CrMoV13-14	248		
50/57	MHM			
AISI 87				
C	Cr	Mo	V	S
0.45	3.00	1.50	0.15	0.020
0.55	3.50	1.70	0.25	0.020

680	2516	66		
820	100WV4	230		
58/62	MHM			
C	Cr	W	V	S
1.15	0.15	0.90	0.07	0.030
1.25	0.25	1.10	0.15	0.035

650	2363	63		
970	X100CrMoV5	231		
58/63	MHM			
AISI A2				
C	Cr	Mo	Si	S
0.95	4.80	0.90	0.15	0.030
1.25	5.60	1.20	0.35	0.030

700	2379	63		
1050	X153CrMoV12	250		
58/62	HFN			
AISI D2				
C	Cr	Mo	V	S
1.45	11.0	0.70	0.70	0.030
1.50	13.0	1.00	1.00	0.030

650	2842	64		
820	90MnCrV8	220		
57/62	MNH			
AISI O2				
C	Cr	Mn	W	S
0.38	0.20	1.20	0.05	0.030
0.45	0.50	2.20	0.20	0.030

650	2080	64		
880	X210Cr12	250		
58/62	HFN			
AISI D3				
C	Cr	Mn	Si	S
1.90	11.0	0.20	0.10	0.030
2.10	13.0	0.50	0.20	0.030

680	2436	250		
58/63	X210CrW12	HMN		
AISI D6				
C	Si	Cr	W	S
2.00	0.40	11.00	0.50	0.030
2.30	0.40	13.00	0.80	0.030

- a. max. Entspannungstemperatur (°C) im Anlieferungszustand
- b. max. Härtetemperatur (°C)
- c. empfohlene Arbeitshärte min/max (HRC)
- D. Werkstoffnummer
- e. Materialkürzelname

a	1.DDDD	f	g	
b		h		
c	-----			
AISI Bezeichnung		XXX		
C	Si	Mo	V	S
min.				
max.				

- f. max. Härte, gehärtet (HRC)
- g. max. Härte, gegläht (HB)
- h. Eigenschaften →
 - 1- Festigkeit
 - 2- Durchhärtbarkeit
 - 3- Zerspanbarkeit
- XXX = Ab Lager lieferbar
- H: hoch/gut
- M: mäßig
- N: niedrig

Proč prášková metalurgie?

Vrchol snah o zvýšení odolnosti proti otěru:

Ledeburitické nástrojové oceli

Doporučená literatura:

** Nástrojové oceli POLDI a jejich použití
Kolektiv, Poldi SONP Kladno 1986*

** Nástrojové oceli ledeburitického typu
Jurčí, ČVUT Praha 2009*

Ledeburitické Cr oceli, vyráběné konvenční metalurgií:

Nejvýkonnější oceli pro práci za studena

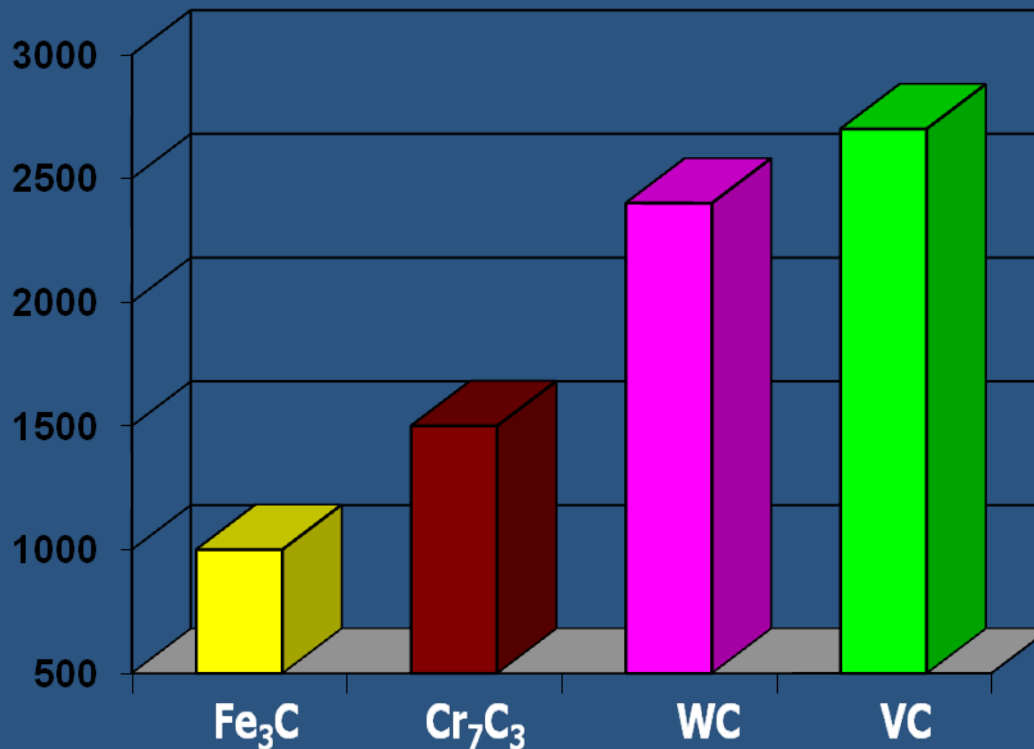
Mají ve struktuře speciální ledeburitické karbidy chromu, popř. i vanadu

*Nevýhodou
je uspořádání karbidů do typických řádků*

Ledeburitické Cr oceli, vyráběné konvenční metalurgií:

Mají ve struktuře speciální ledeburitické karbidy chromu, popř. i vanadu

Tvrlosti karbidů vybraných legujících prvků (HV)



Ledeburitické Cr oceli, vyráběné konvenční metalurgií:

Nejvýkonnější oceli pro práci za studena

Mají ve struktuře speciální ledeburitické karbidy chromu, popř. i vanadu

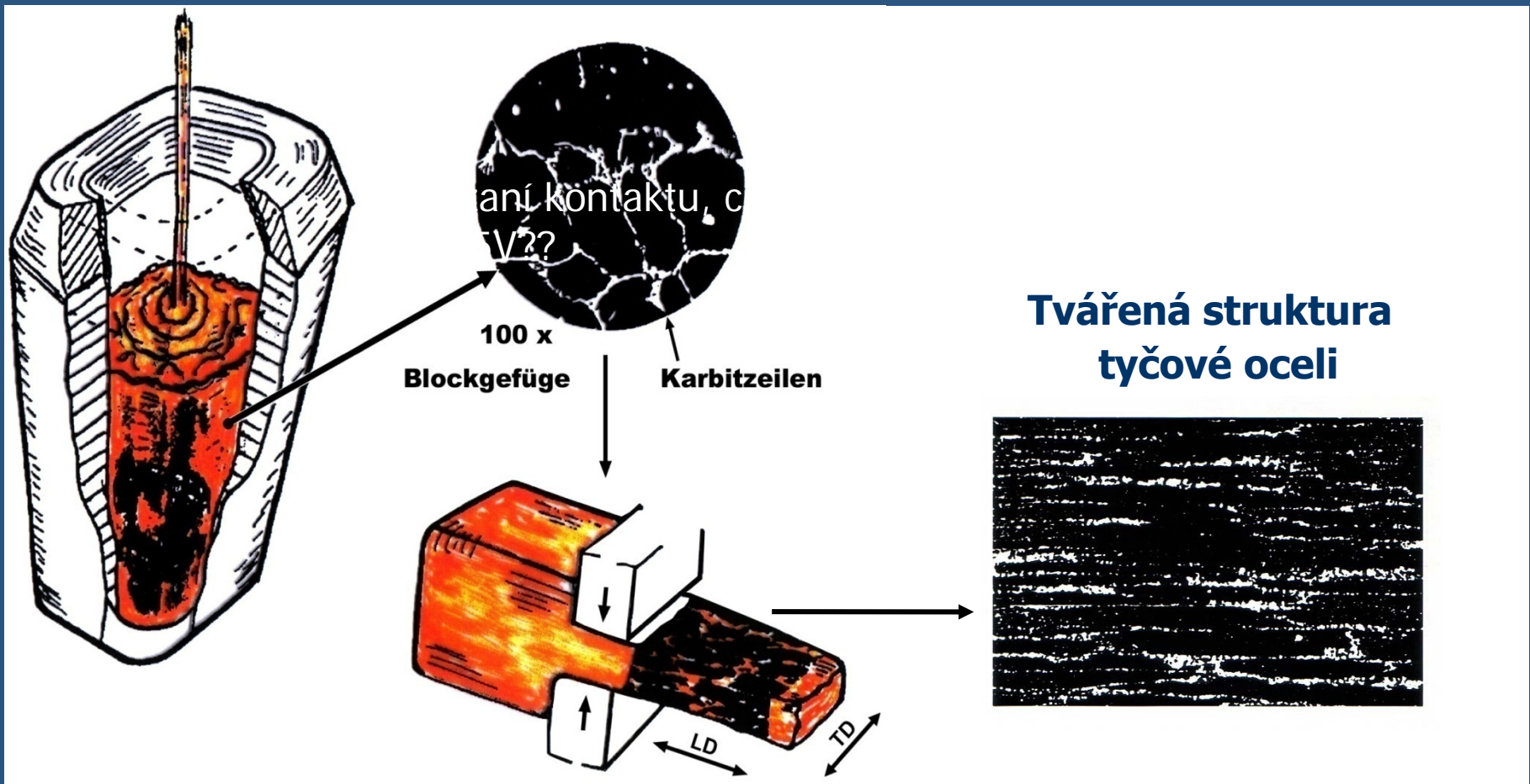
*Nevýhodou
je uspořádání karbidů do typických řádků,
což způsobuje:*

*--- anizotropii mechanických vlastností,
jakož i deformací po tepelném zpracování*

--- nižší houževnatost, zejména v příčném směru

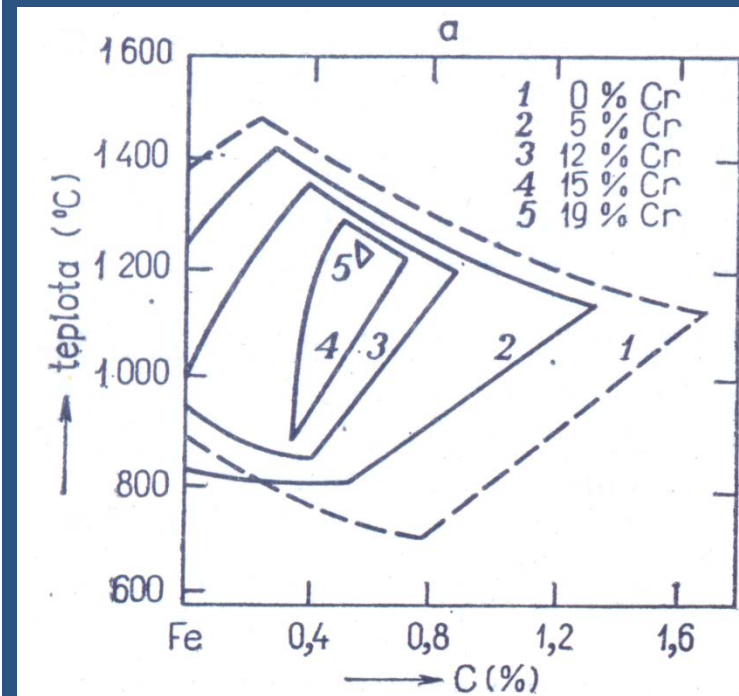
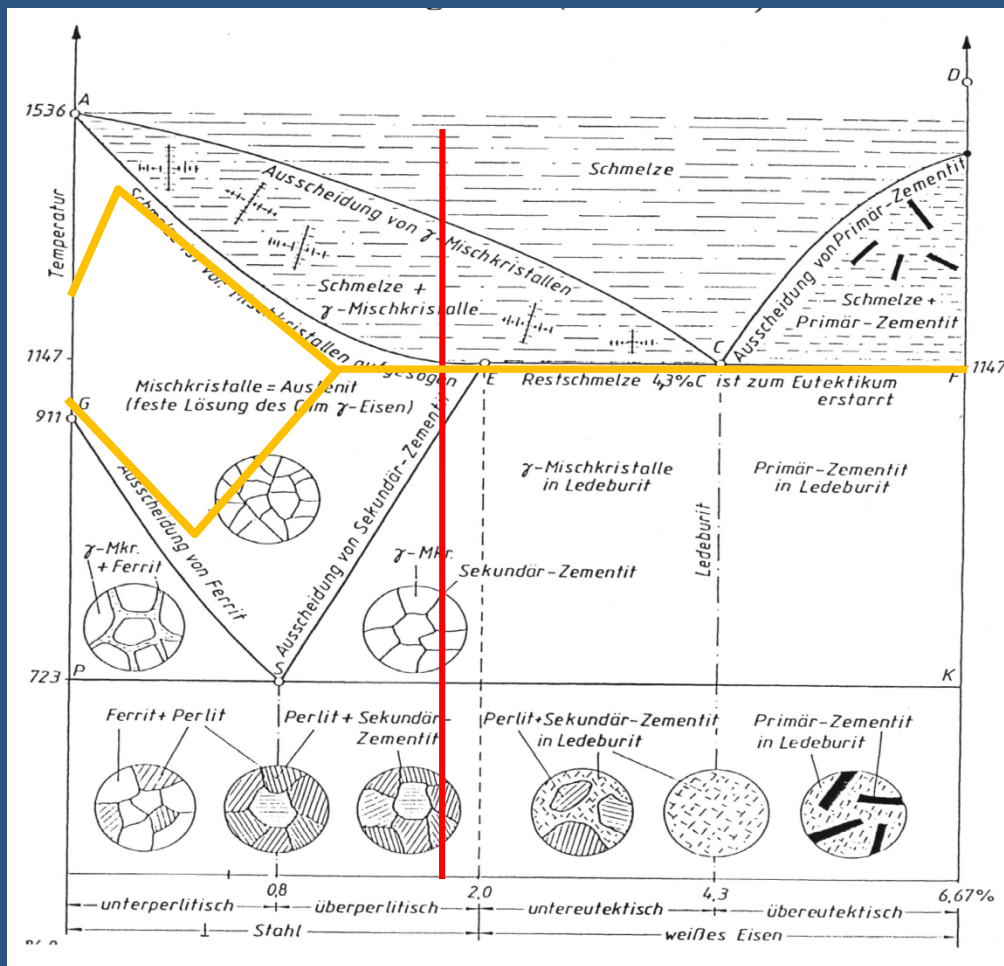
Ledeburitické Cr oceli, vyráběné konvenční metalurgií:

Nevýhodou je uspořádání karbidů do typických řádků



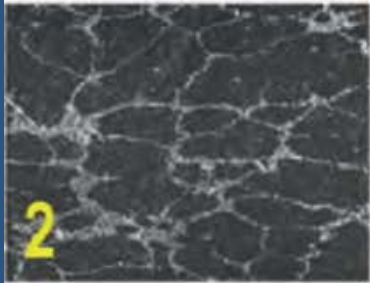
Ledeburitické Cr oceli, vyráběné konvenční metalurgií:

Chrom deformuje rovnovážný diagram Fe – Fe₃C tak, že ve struktuře se objevuje eutektikum – Ledeburit.



Rozdělení eutektických karbidů v odlitém ocelovém bloku

Verteilung der eutektischen Karbide
im konventionellen Gussblock



Rand



1/2 Radius



Zentrum



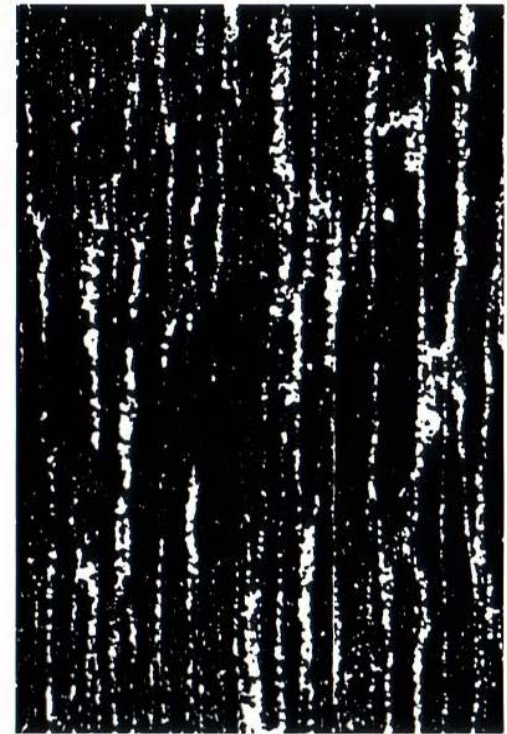
Karbidické síťoví, řádkovitost



Licí struktura
okraj bloku



Licí struktura
střed bloku



Tvářená struktura
tyčové oceli

Hodnocení karbidických struktur nástrojových ocelí

Příklady hodnotících předpisů – etalonů:

SEP 1520 Mikroskopische Prüfung der Karbidausbildung in Stählen

SEP 1614 Mikroskopische Prüfung von Warmarbeitsstählen

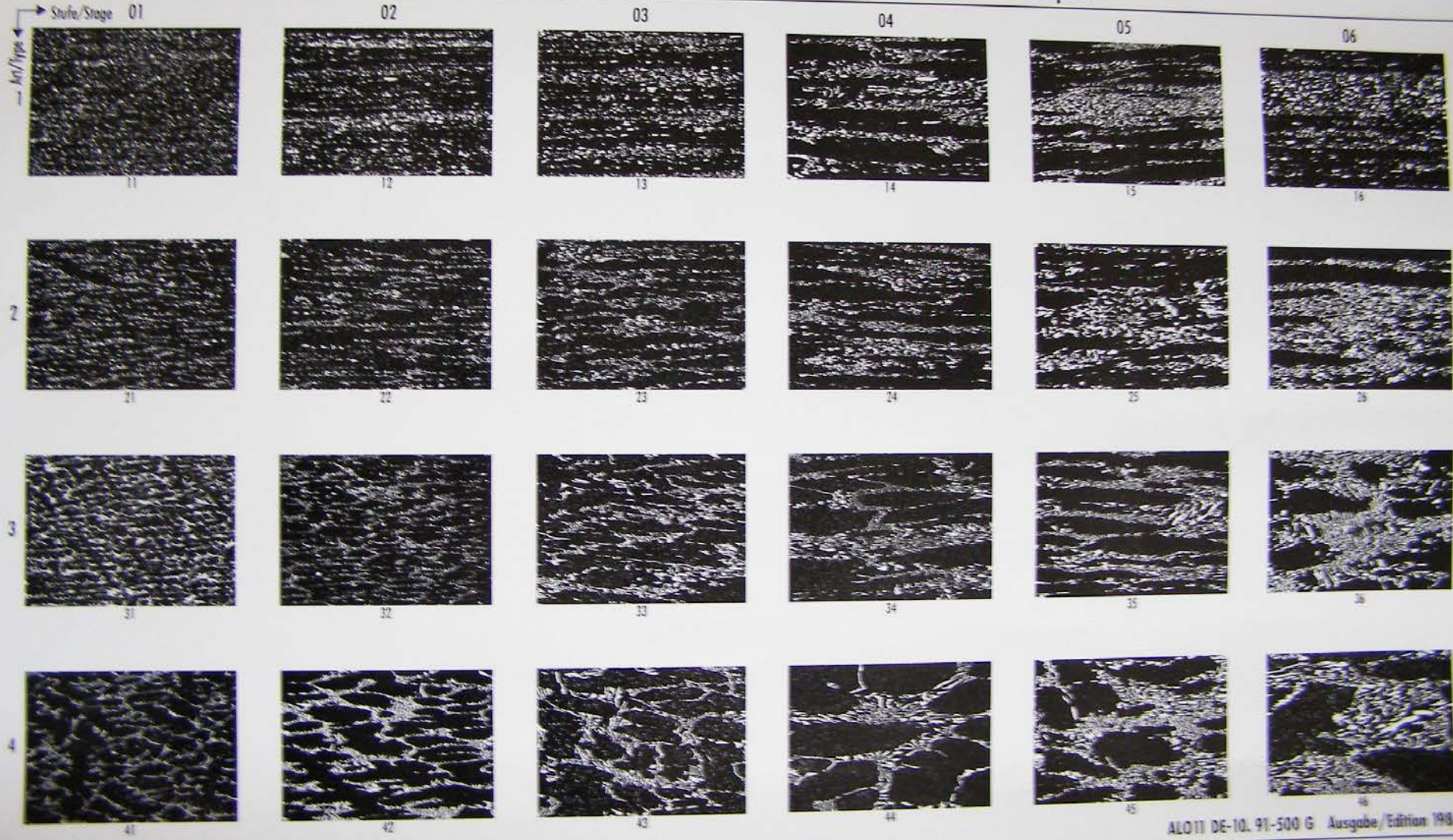
SEP 1615 Mikroskopische und makroskopische Prüfung von Schnellarbeitsstählen auf ihre Karbidverteilung

DGM Technische Lieferrichtlinien (Dezember 2005):
Warmarbeitsstähle zum Bau von Strangpresswerkzeugen

Etalon Böhler pro 12% ledeburitické Cr oceli

Druck 1991
Printed in 1991

Bildreihe zur Beurteilung der Karbidverteilung bei 12 %igen ledeburitischen Cr - Stählen
Reference charts for evaluating the carbide distribution in high carbon, 12 % chromium steels
Vergrößerung / Magnification scale $\xrightarrow{\quad}$ 250 μm



S jakou strukturou vyrábí špičkový výrobce?



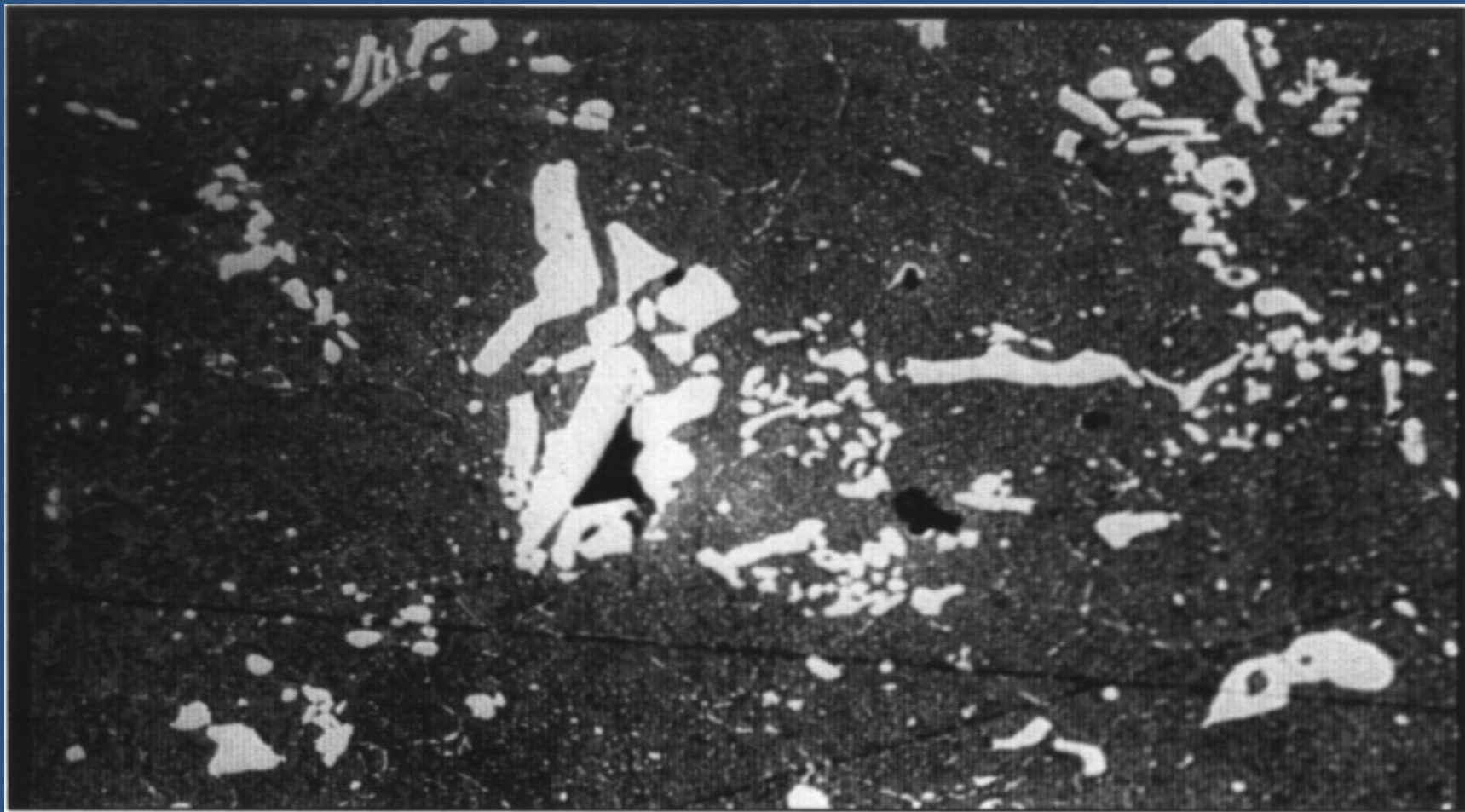
Jakost W. Nr. 1.2379 / POLDI 2002 K /, výsledky hodnocení roky 2006 -2008 .

	1	2	3	4	5	6
10	0% 11			5% 14	1% 15	0% 16
20	1% 21	7% 22			2% 25	
30	0% 31	1% 32	10% 33	10% 34	6% 35	
40	0% 41	1% 42	1% 43			

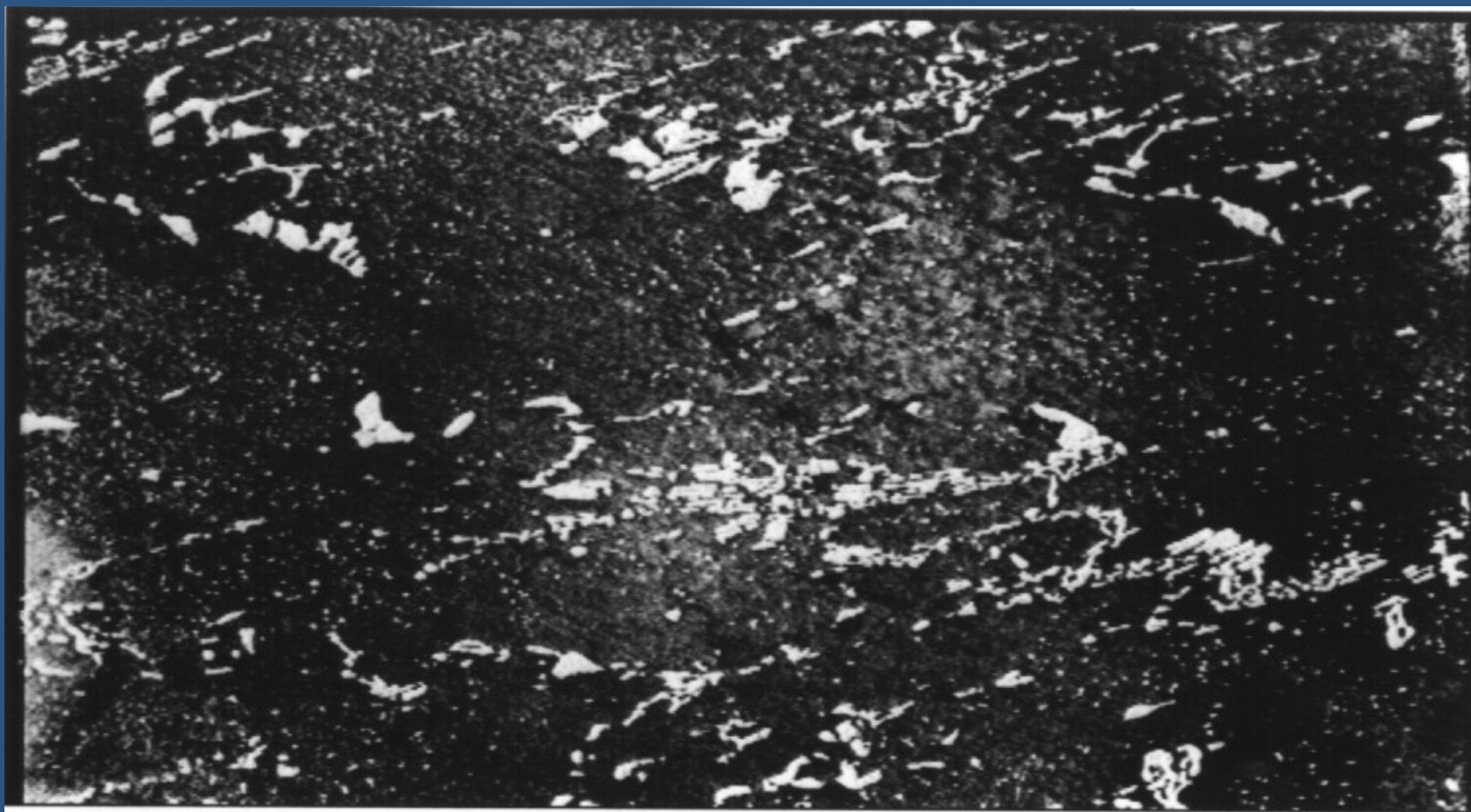
Ing. Jiří Hodan
POLDI HÜTTE, Kladno

	POVOLENÉ STUPNĚ ŘÁDKOVITOSTI, ZÁRUKA DLE POŽADAVKŮ ZÁKAZNÍKA
	POVOLENÉ STUPNĚ ŘÁDKOVITOSTI
	ZAKÁZANÉ STUPNĚ ŘÁDKOVITOSTI

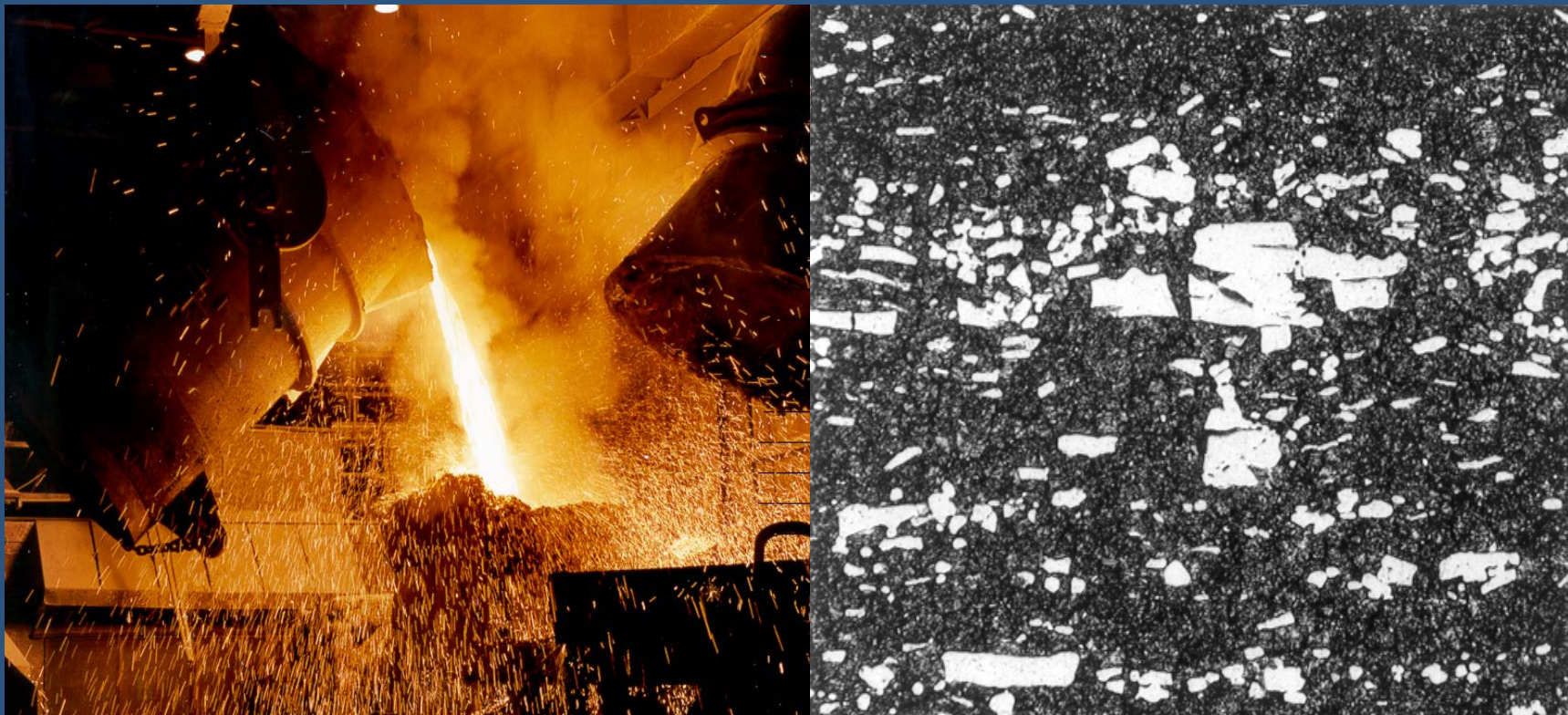
S jakou strukturou je možno se také setkat ...



S jakou strukturou je možno se také setkat ...



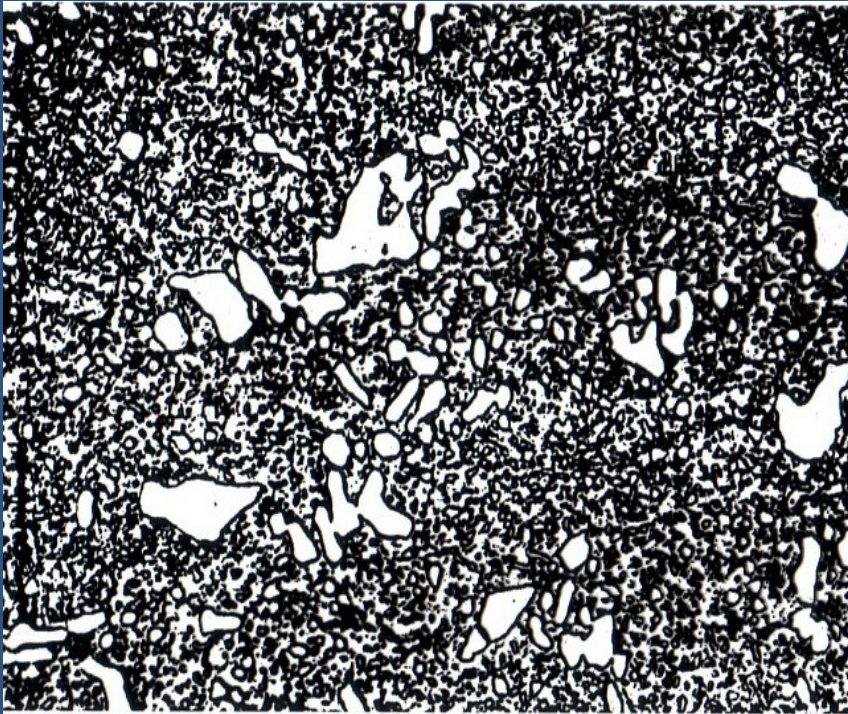
Konvenční výroba oceli



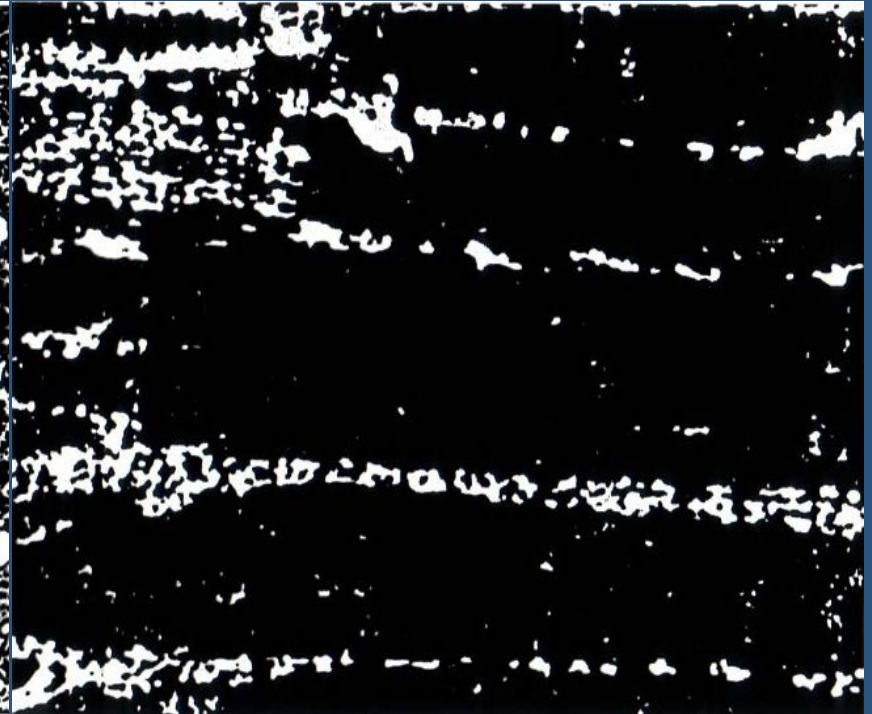
Struktura konvenčně vyráběných nástrojových ocelí

1.2436 (19 437)

1.3343 (19 830)

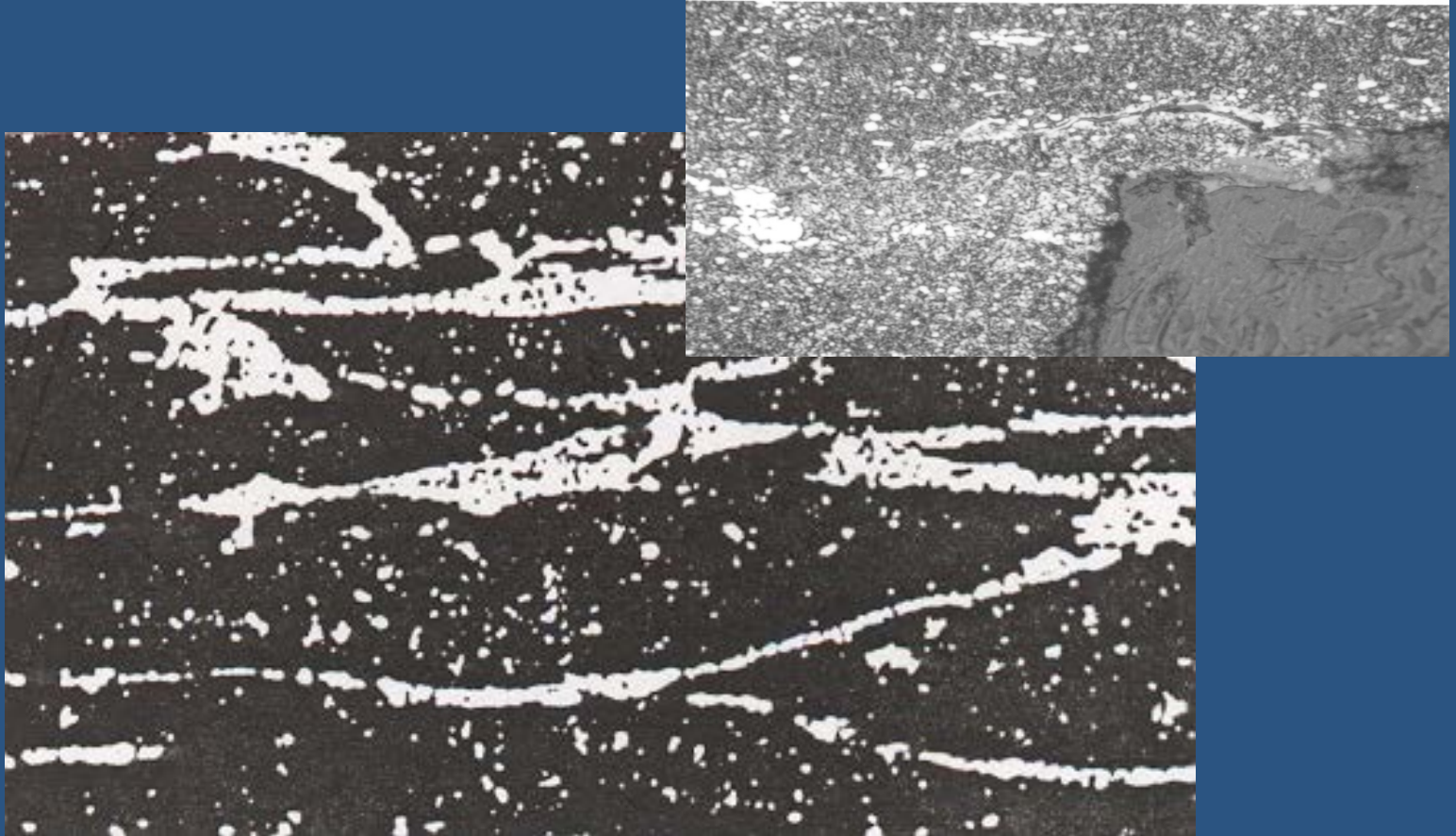


X 1000



X 1000

Konvenční ocel

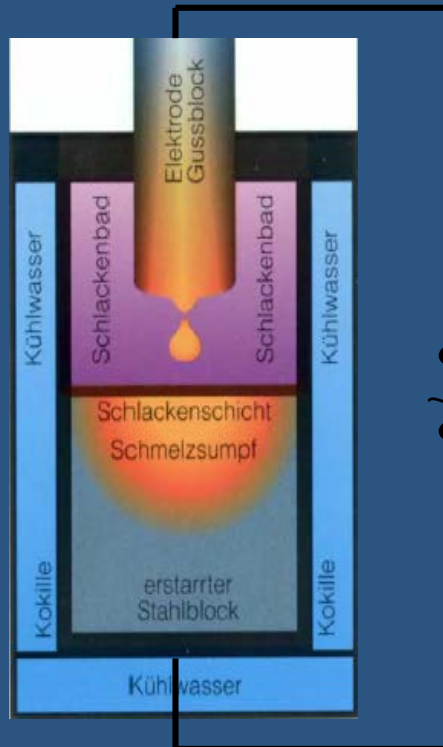


Konvenční nástrojová ocel s hrubými karbidy a výraznou řádkovitostí:

Struktura materiálu omezuje jeho mechanické vlastnosti.

Krokem ke zlepšení struktury a čistoty ocelí bylo zavedení procesů **Elektrostruskové a vakuové přetavování**

Elektrostruskové přetavování je metalurgický proces (ElektroSchlacke-Umschmelzung - ESU)



Jeho podstatou je tavení odtavné elektrody, odlité v ocelárně (Elektrode Gußblock), která je ponořena ve struskové lázni (Schlackenbad). Průchodem elektrického proudu elektrodou, struskou i tvořícím se ingotem (erstarrter Stahlblock) se struska a elektroda zahřívají a tím dojde k odkapávání kovu z čela elektrody. Kapky kovu se průchodem struskou rafinují čímž dochází k odsíření a dezoxidaci, jakož i ke snížení obsahu nekovových vměstků. Kapky pak padají do krystalizátoru (Kokille) chlazeného vodou (Kühlwasser). Při elektrostruskovém přetavování postupně tuhnou malé objemy taveniny a proto se takto získané ingoty vyznačují hutnou, stejnoměrnou strukturou bez pórovitostí a vycezenin. Tyto parametry ovlivňují pozitivně mechanické vlastnosti přetavené oceli. Další výhody: Výtečná leštitelnost, výrazně snížená směrová anizotropie mechanických vlastností, lepší obrobiteľnosť a plastické vlastnosti.

1.2343

1.2344

1.2083

1.3202

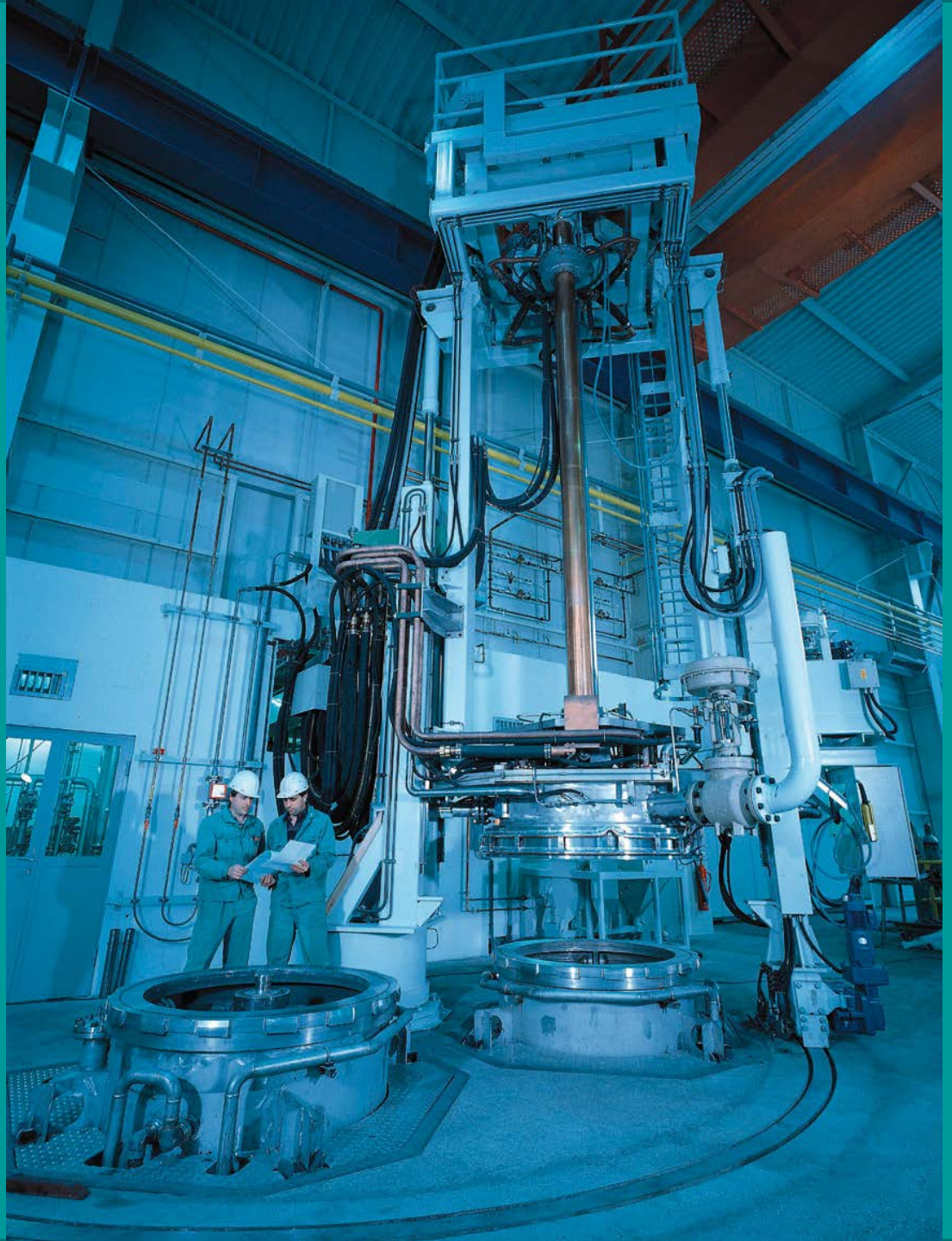
1.3207

1.3243

1.3343

Elektrostruskové přetavování (ESU).

Vyobrazené zařízení navíc umožňuje Elektrostruskové přetavování pod tlakem (DESU), tedy legování materiálu v průběhu procesu některými prvky (například N).

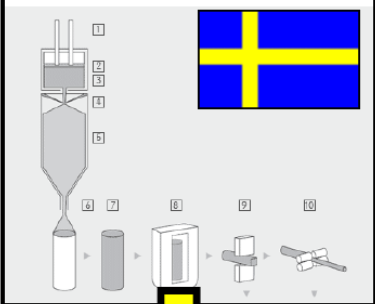


Dalším krokem ke zlepšení struktury a čistoty ocelí je
Výroba metodou práškové metalurgie

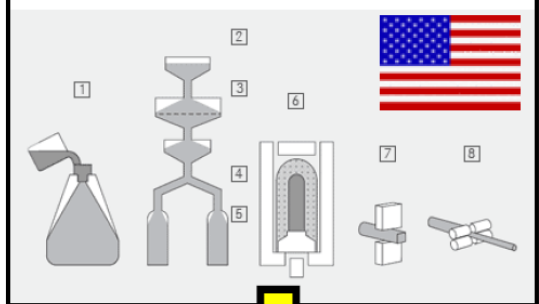
Významnou složkou nabídky nástrojových ocelí společnosti Bohdan Bolzano s.r.o. jsou nástrojové oceli vyráběné metodou práškové metalurgie:

- **oceli řady ASP[®]2000**
Výrobce Erasteel (Švédsko, Francie)
- **Oceli řady CPM[®]**
Výrobce Crucible Speciality Metals (USA)

Výrobní závod **ERASTEEL**



Výrobní závod **CRUCIBLE**



ZAPP ROBERT ZAPP WERKSTOFFTECHNIK GMBH 




Sklad a servisní centrum Unna

Mezinárodní
**Master
 Distributor**
 pro
**ASP®
 CPM®**



Prodejní centrála Ratingen



 **Bolzano**
ocel v pohybu...

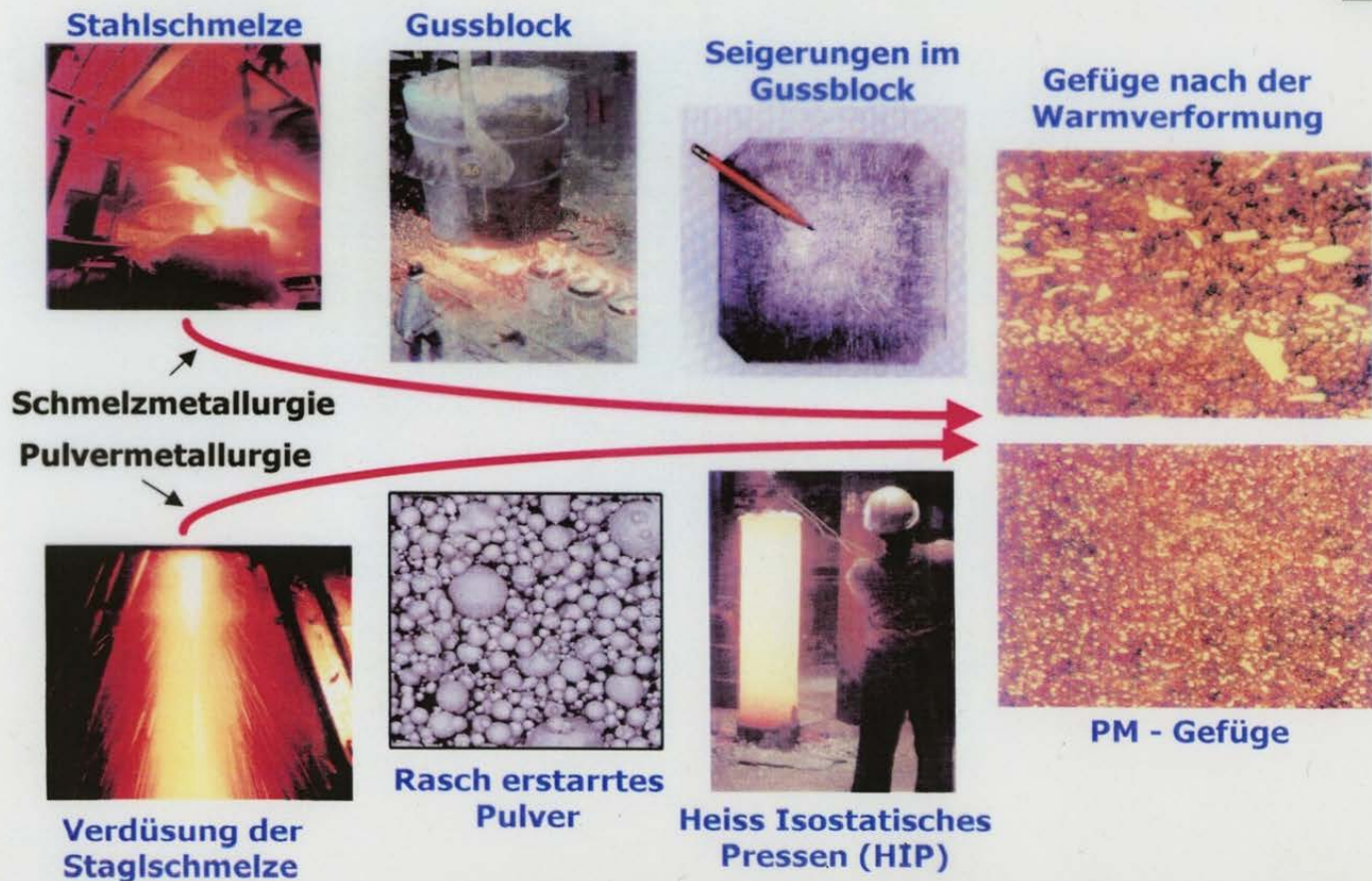
je výhradním zástupcem
 ROBERT ZAPP WERKSTOFFTECHNIK
 pro prodej nástrojových ocelí **ASP®** a **CPM®**
 v České a ve Slovenské Republice.



Zákazníci



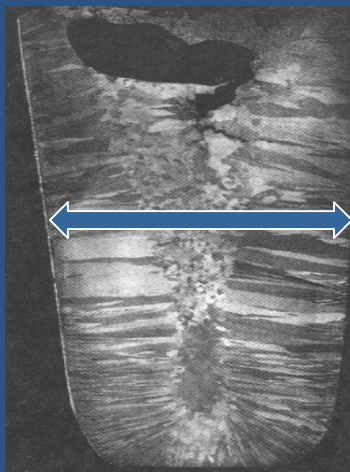
Srovnání výrobních procesů konvenčních (Schmelzmetallurgie) a práškovou metalurgií (Pulvermetallurgie) vyráběných ocelí



Filozofie práškové metalurgie:

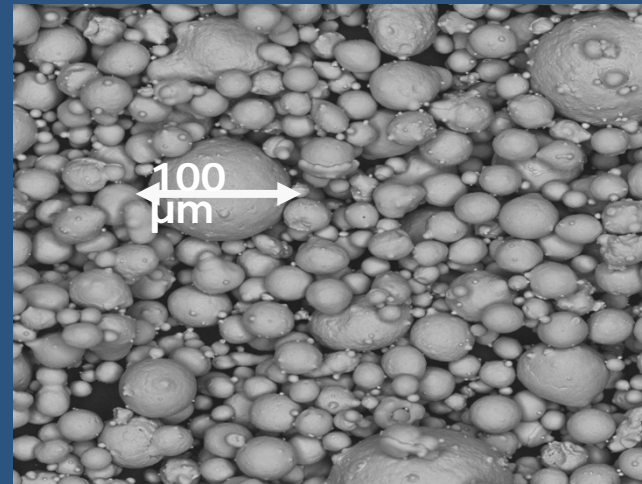
Proces tuhnutí tekuté oceli

neprobíhá v masivních blocích v rozměrech řádu 10^2 mm
ale
v mikroskopických částech o velikosti v řádu 10^{-1} mm



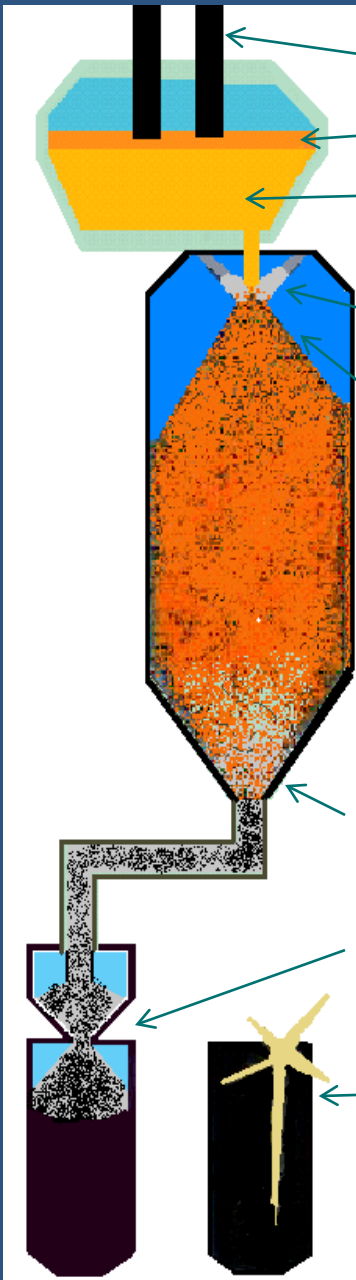
650 mm

odlitý ocelový blok



ocelový prášek

ESH – Proces



grafitové elektrody

struska

tekutá ocel

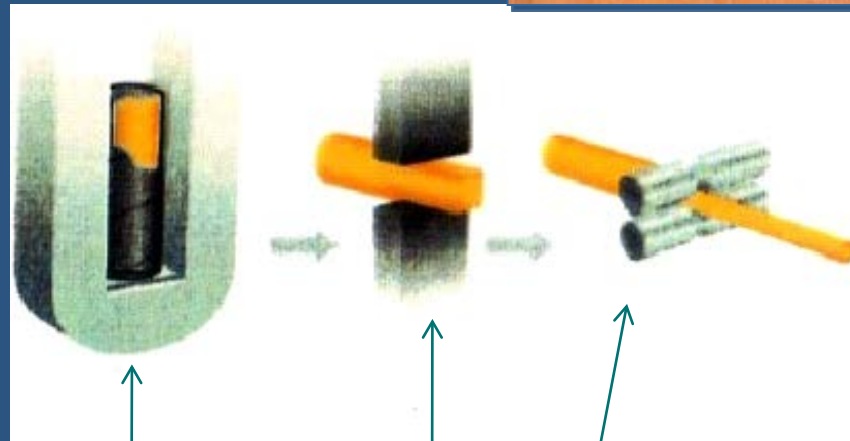
plynný N₂

rozprášení tekuté oceli

ocelový
prášek

plnění
do kapslí

kapsle



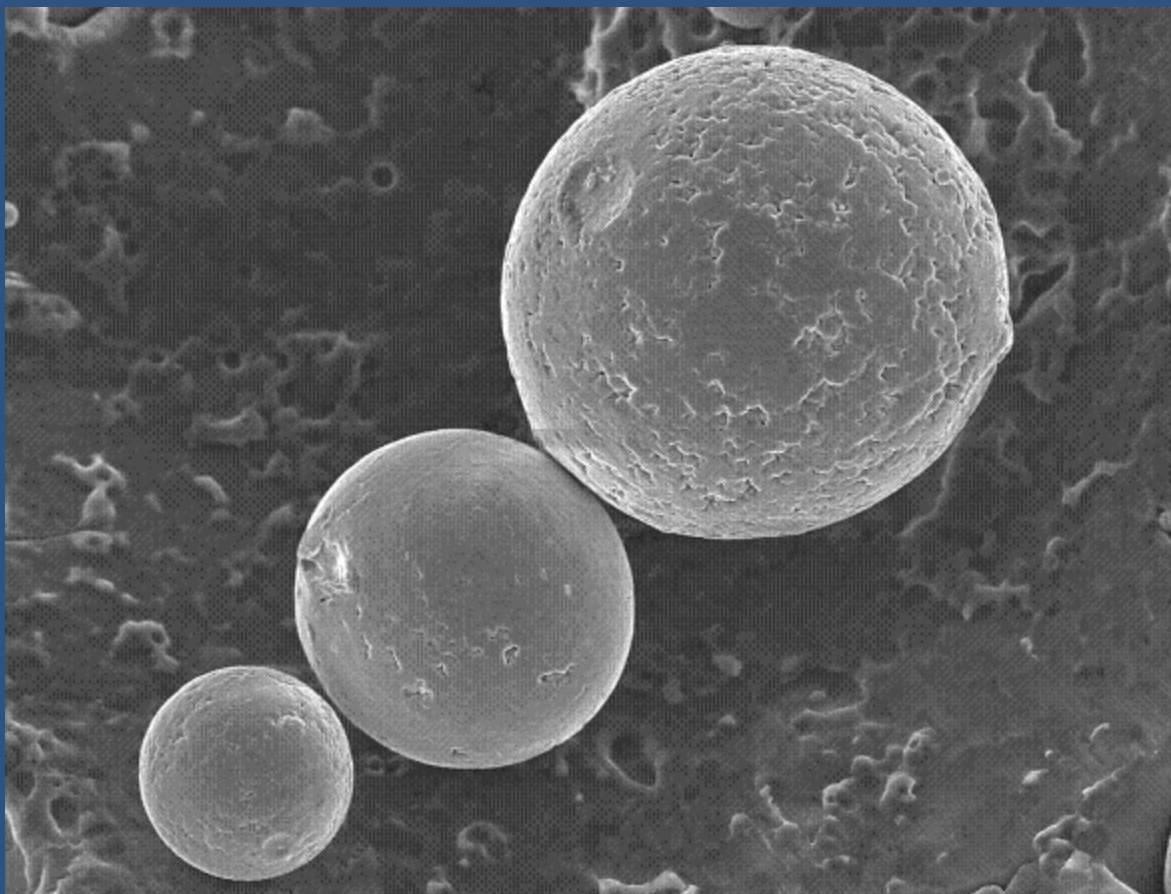
Izostatické lisování
při teplotě ~ 1180° C
a tlaku ~ 1000 bar

kování

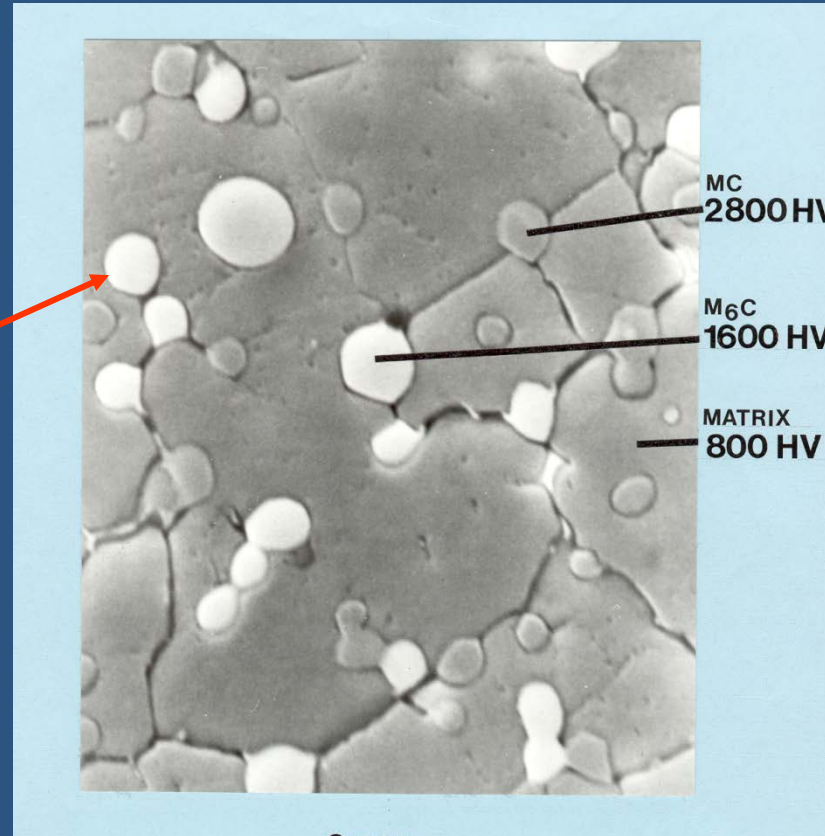
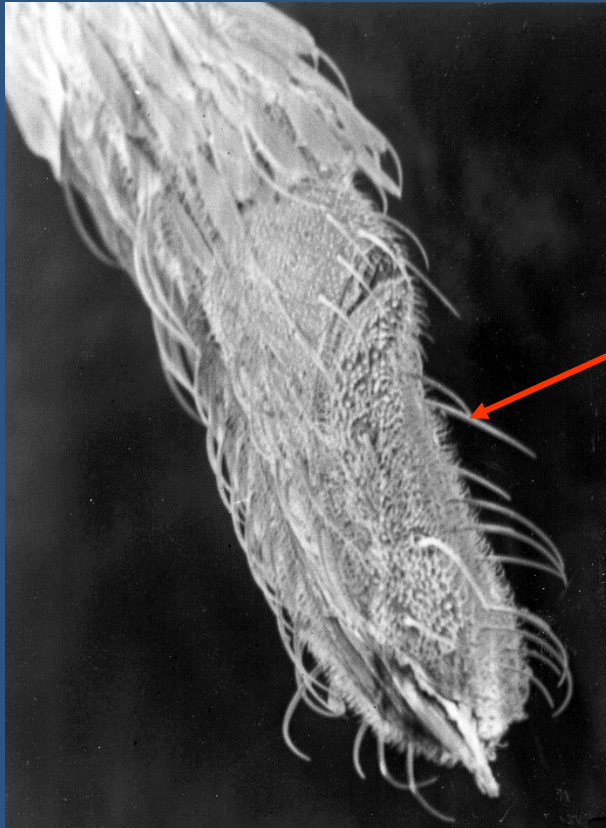
válcování

.....žihání na měkko
(loupání)

Kovový prášek



1500 x zvětšeno



Velikost karbidů odpovídá chloupku na komářím sosáku.

Legující prvky jsou důležité jak vlivem na matrici, tak i pro vznik karbidů.

Powder Production plant



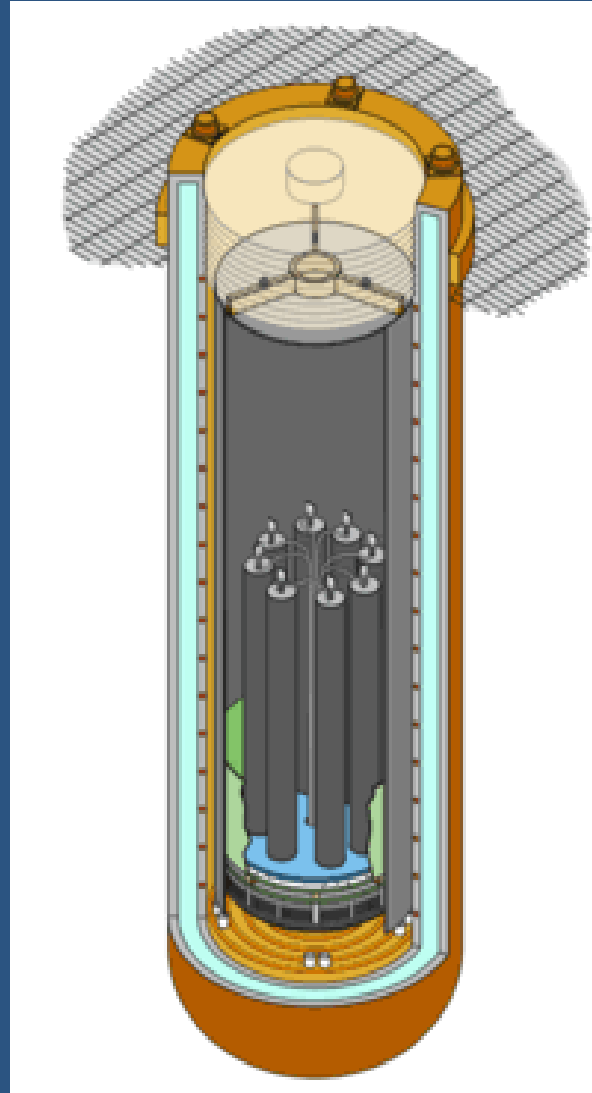
ERASTEEL



Výrobní zařízení firmy ERASTEEL

Izostatické lisování

Uspořádání výrobního zařízení



Izostatické lisování

Připravené kapsle naplněné ocelovým práškem a výsledný produkt





ERASTEEL

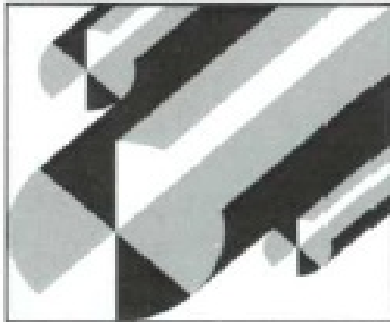




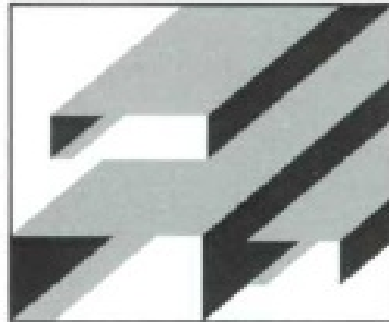
Rychlokovací stroj

PM – oceli dodáváme v následujících formách:

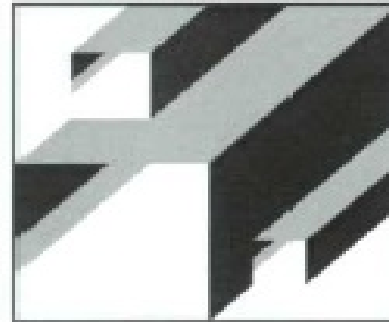
Stabstahl rund
1,8-420 mm



Stabstahl flach
12,7-320 mm



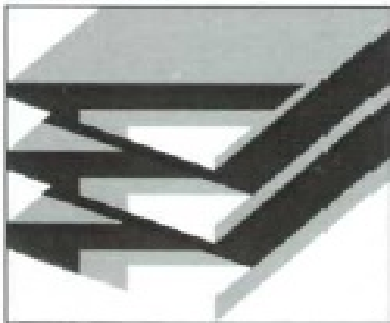
Stabstahl
4-kant



Hohlstahl



Bleche



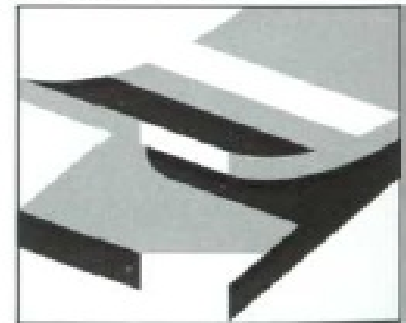
Ronden



Bänder



Verbundmaterial



Dodávané polotovary z PM-nástrojových ocelí

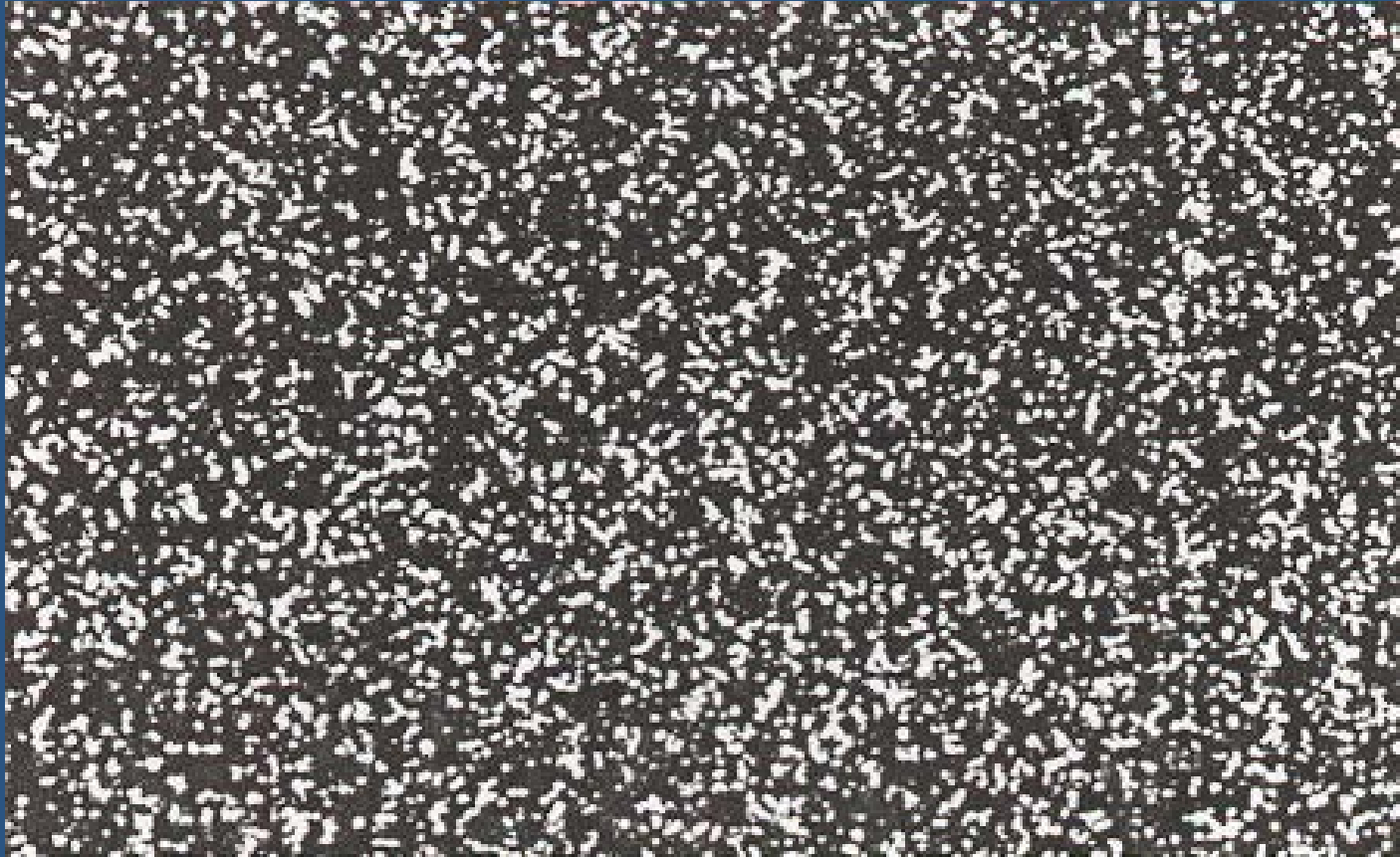
- *Ze skladové zásoby Robert ZAPP WERKSTOFFTECHNIK v Unna (SRN) dodáváme*

tyče kruhové, ploché a čtvercové, v některých jakostech také plechy. Tyče jsou zpravidla mechanicky opracované, stav je vždy žíháno na měkko. Z těchto polotovarů jsou možné dodávky přířezů – tyčí ve fixních délkách, řezaných bločků.

- *Z novovyroby je možné nabídnout*

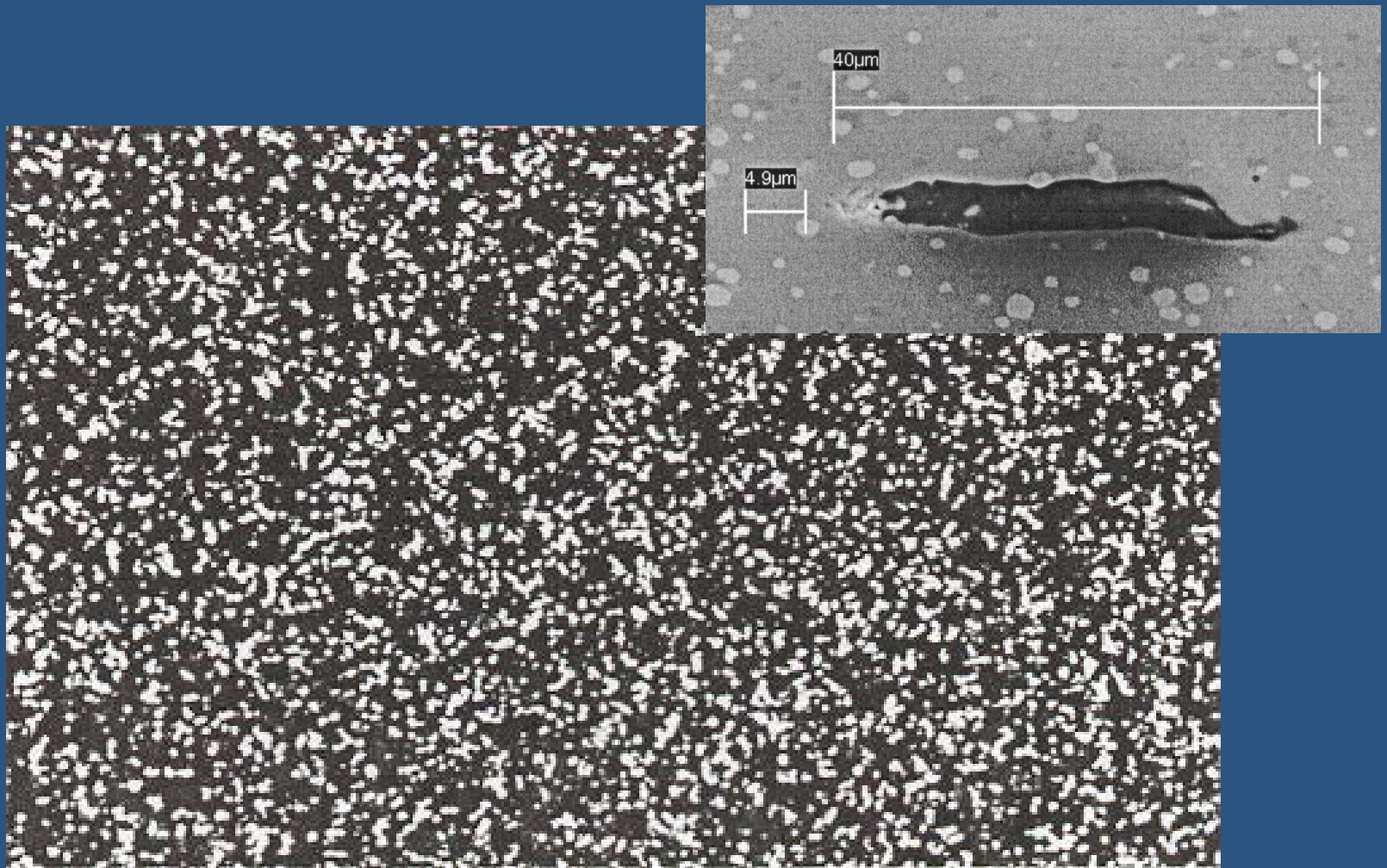
tyče a bloky v rozměrech a provedení dle požadavku zákazníka – je však nutno zohlednit požadavek výrobce na určité minimální množství a dodací termín koresponduje s okolností že se jedná o novou výrobu. Vyvrcholením těchto možností jsou tvarové polotovary, spékané po podoby výkresových dílců, s minimálními přídávky na obrábění (NearNetShape).

PM - Struktura



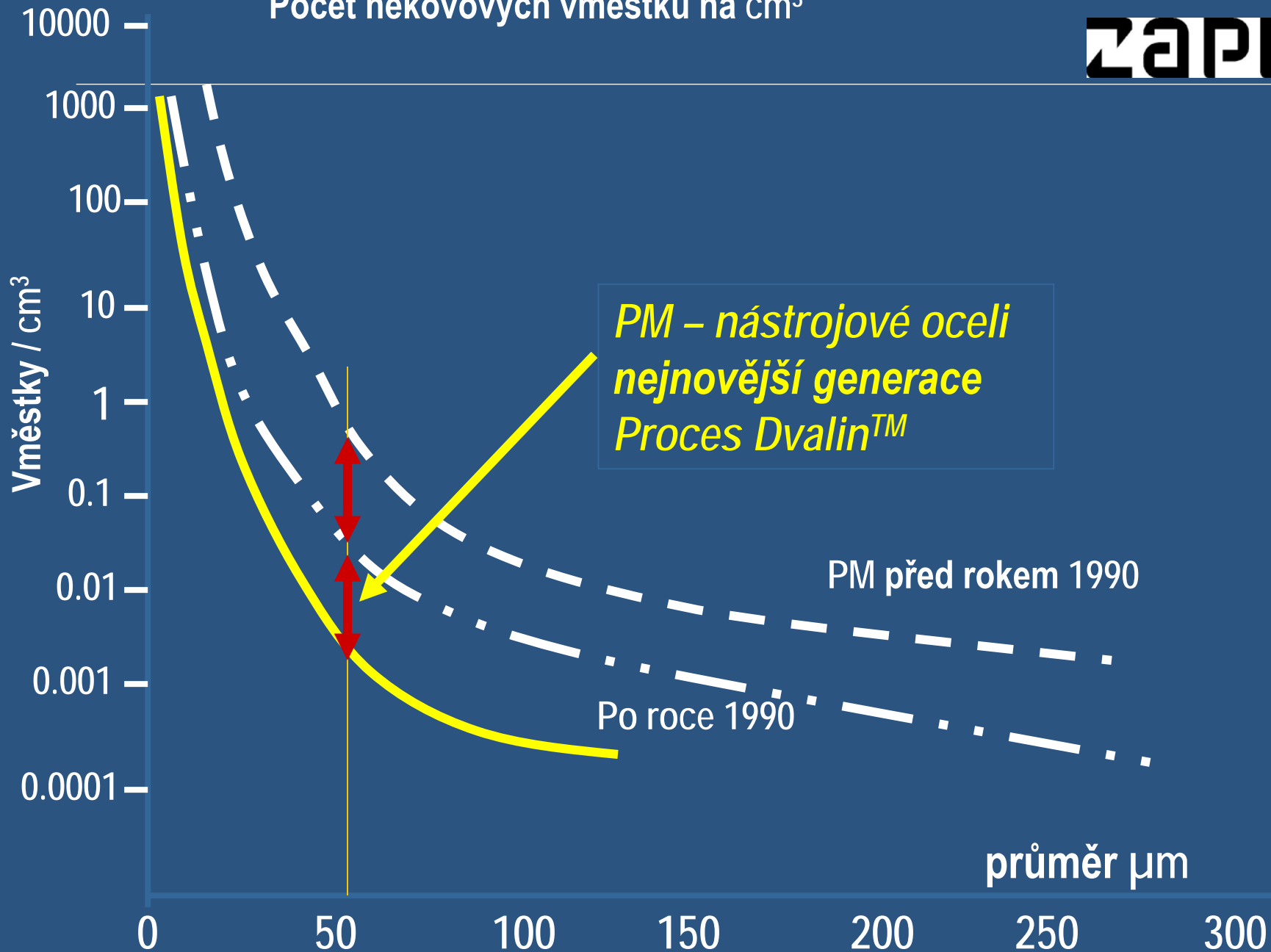
PM - ocel s jemnými karbidy a homogenní strukturou

ale ani PM materiál by neměl obsahovat vměstky.....



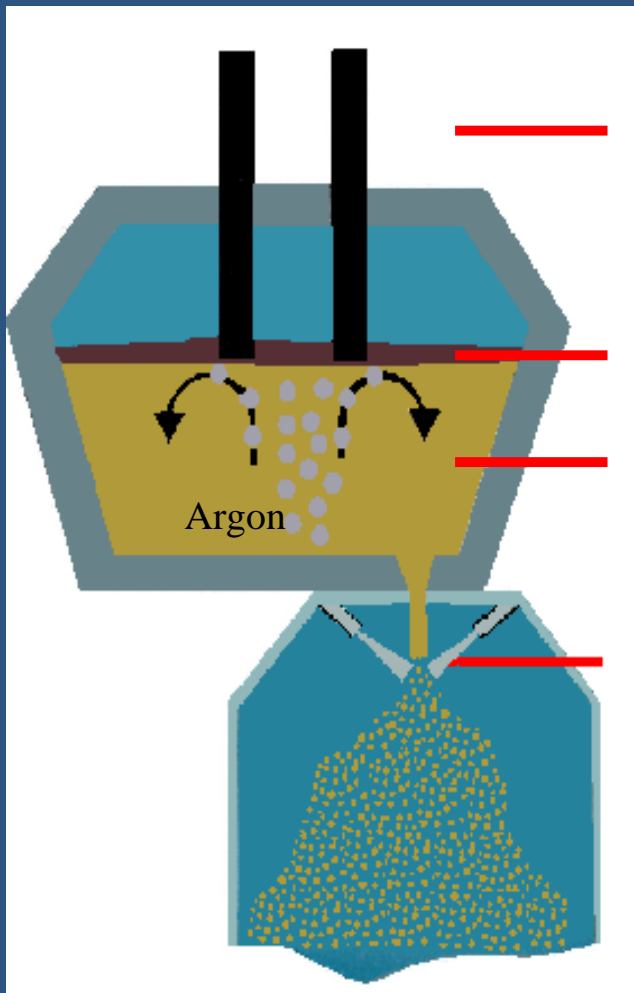
Nástrojová ocel s jemnými karbidy a homogenní strukturou:
Nekovové vměstky omezují jeho mechanické vlastnosti.

Počet nekovových vměstků na cm³



Pro snížení obsahu nekovových vměstků vyvinula společnost Erasteel proces Dvalin™

Základem tohoto procesu je výrazně zdokonalená argonizace tekuté oceli v pánvi, ještě před jejím rozprašováním.



grafitové elektrody

tekutá struska

tekutá ocel

rozprašování plynným N₂

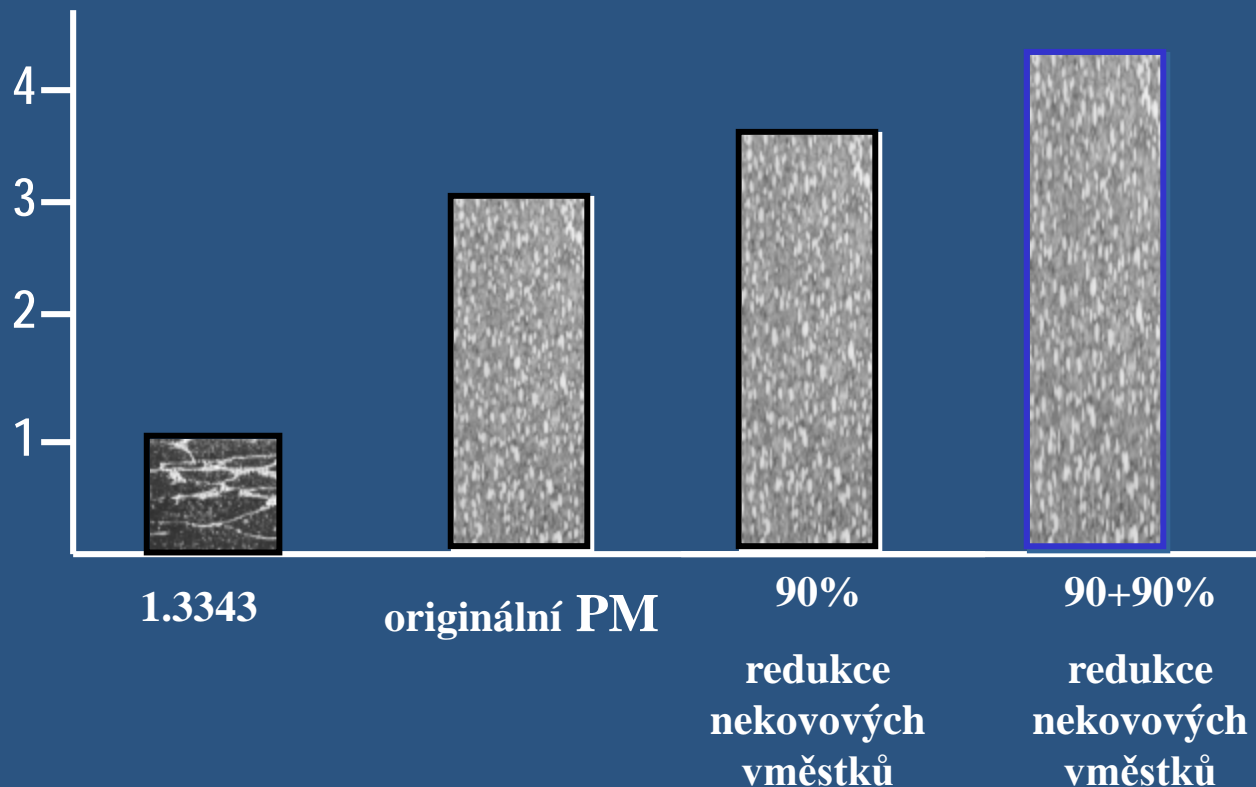
Zvýšení pevnosti v ohybu

redukcí nekovových vměstků

90% a (90% + 90%)

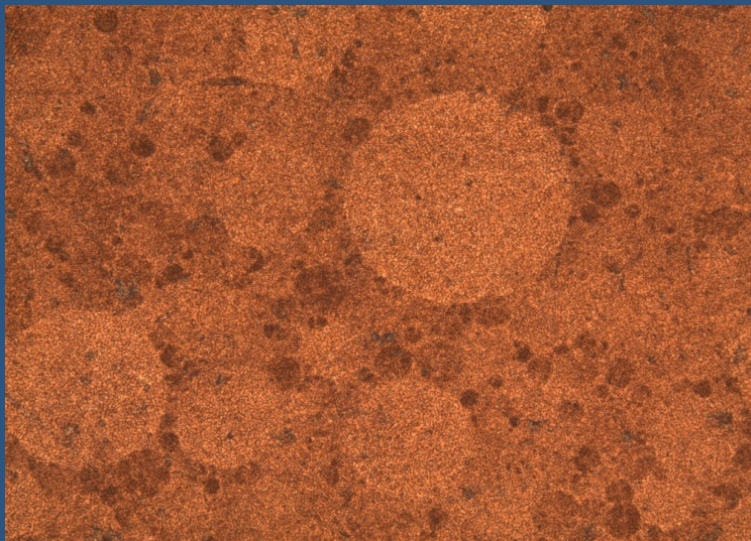
Pevnost v ohybu
kN / mm²

+ 20 % více než původní ESH - Technologie
+ 40 % než standardní PM – oceli
+ 220% než konvenční rychlořezné oceli



Nástrojové oceli **ASP[®]2000** a **CPM[®]**
jsou po spékání vždy tvářeny za tepla
kováním, resp. válcováním

PM 23 po spékání, zvětšení 50x

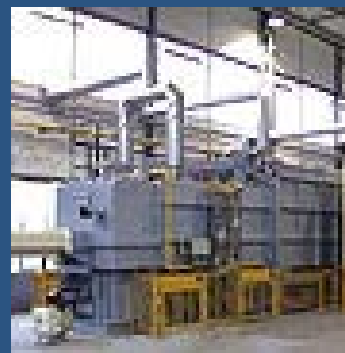
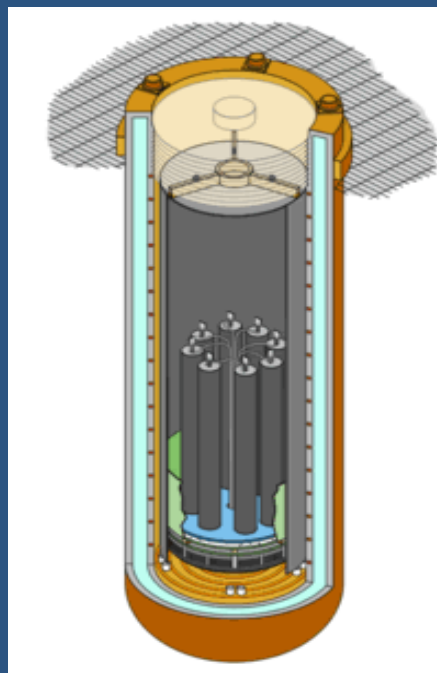


ASP[®]2023 po kování, zvětšení 500x



**Tvářením za tepla dochází ke zvýšení
houževnatosti spékaného polotovaru.**

Výrobní proces ASP a CPM - shrnutí



4.

Nástrojové oceli ASP[®] a CPM[®]

Vlastnosti, aplikace, reference,
srovnání s konvenčními nástrojovkami.

Proč prášková metalurgie?

Při vývoji nástrojových ocelí byla v popředí především snaha o zvýšení odolnosti proti otěru.

Houževnatost

650	2767	56		
870		260		
50/56	X45NiCrMo4 AISI 6F3	MHM		
C	Cr	Mn	Ni	S
0.40	1.20	0.20	3.80	
0.50	1.50	0.58	4.30	0.030

650	2550	60	
900		225	
55/58	60WCrV6 ≈ AISI S1	XXX	
C	Cr	W	S
0.65	0.80	0.70	1.70
0.85	0.95	1.00	2.20

600	2746	56		
910		285		
50/54	45NiCrMoV16-6	NH-M		
C	Cr	Mo	Ni	V
0.41	1.40	0.70	3.20	
0.49	1.80	0.85	4.20	0.50

690	2249	56		
890		220		
53/57	45SiCrV6	NNH		
C	Cr	Si	V	S
0.40	1.30	1.90	0.07	
0.50	1.50	1.60	0.12	0.035

680	2243	62		
890		220		
56/61	61SiCrV5	NNH		
C	Cr	Si	V	S
0.35	1.30	1.10	0.07	
0.25	1.20	1.00	0.12	0.035

660	2101	61		
860		225		
57/59	62SiMnCr	MHM		
C	Cr	Mn	Si	S
0.58	0.40	0.90	0.90	
0.68	0.70	1.20	1.20	0.030

650	2743	61		
870		235		
54/59	60NiCrMoV12-4	MHM		
C	Cr	Mo	V	Ni
0.55	1.00	0.30	0.27	2.70
0.60	1.30	0.40	0.12	3.00

650	2360	56		
1070		240		
56/59	X48CrMoV8-1-1	MHM		
C	Cr	Mo	V	S
0.48	7.30	1.30	1.30	
0.53	7.80	1.50	1.50	0.035

680	2510	64		
820		230		
56/62	90MnCrW4 AISI O1	XXX		
C	Cr	Mn	W	S
0.90	0.50	1.60	0.50	
1.05	0.70	1.20	0.70	0.035

650	2067	64		
860		225		
57/61	102Cr6	MNM		
C	Cr	Mn	Si	S
0.25	1.35	0.25	0.15	
1.10	1.85	0.45	0.35	0.030

600	2357	66		
970		248		
50/57	50CrMoV13-14	MHM		
C	Cr	Mo	V	S
0.45	3.00	1.30	0.15	
0.55	3.50	1.70	0.25	0.020

680	2516	66		
820		230		
58/62	100WV4	MHM		
C	Cr	W	V	S
1.15	0.25	0.90	0.07	
1.25	0.25	1.10	0.12	0.035

650	Thyrodur	64		
1080	2990	250		
58/62	X100CrMoV8-1	XXX		
C	Si	Cr	Mo	V
0.45	0.65	7.40	0.20	1.50
1.10	1.05	8.30	1.25	1.70

650	2842	64		
820		220		
57/62	90MnCrV6 AISI O2	XXX		
C	Cr	Mn	V	S
0.95	0.25	1.20	0.05	
0.95	0.50	2.20	0.20	0.030

650	2363	63		
970		231		
58/63	X100CrMoV5 AISI A2	XXX		
C	Cr	Mo	Si	S
0.95	4.80	0.90	0.20	
1.05	5.50	0.95	0.35	0.030

700	2379	63		
1050		250		
58/62	X153CrMoV12 AISI D2	XXX		
C	Cr	Mo	V	S
1.45	11.0	0.70	0.70	
1.60	13.0	1.00	1.00	0.030

650	2080	64		
880		250		
58/62	X210Cr12 AISI D3	XXX		
C	Cr	Mn	Si	S
1.90	11.0	0.20	0.10	
2.10	13.0	0.20	0.20	0.030
680	2436	250		
880		250		
58/63	X210CrW12 AISI D6	XXX		
C	Si	Cr	W	S
2.00	0.10	11.00	0.50	
2.30	0.40	13.00	0.80	0.030

- a. max. Entspannungstemperatur (°C) im Anlieferungszustand
- b. max. Härte Temperatur (°C)
- c. empfohlene Arbeitshärte min/max (HRC)
- D. Werkstoffnummer
- e. Materialkürzname

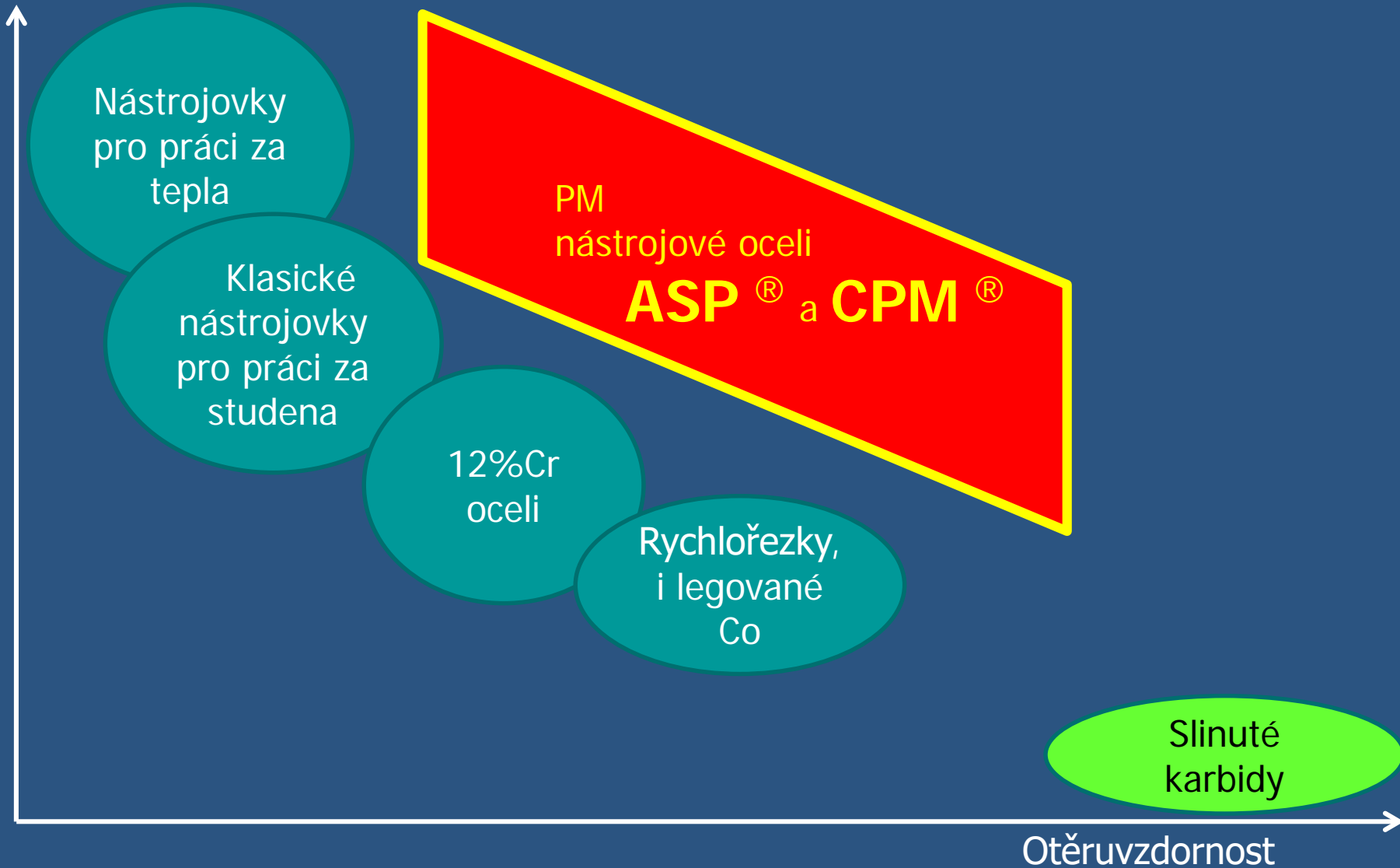
a	1.DDDD	f		
b		g		
c	eeeeeeee	h	123	
AISI Bezeichnung XXX				
C	Si	Mo	V	S
min.				
max.				

- f. max. Härte, gehärtet (HRC)
 - g. max. Härte, gegläht (HB)
 - h. Eigenschaften →
 - 1- Festigkeit
 - 2- Durchhartbarkeit
 - 3- Zerspanbarkeit
- XXX = Ab Lager lieferbar

H: hoch/gut
M: mäßig
N: niedrig

Čeho chceme dosáhnout

Houževnatost



Nástrojovky
pro práci za
tepla

Klasické
nástrojovky
pro práci za
studena

PM
nástrojové oceli
ASP[®] a **CPM[®]**

12%Cr
oceli

Rychlořezky,
i legované
Co

Slinuté
karbidy

Otěruvzdornost

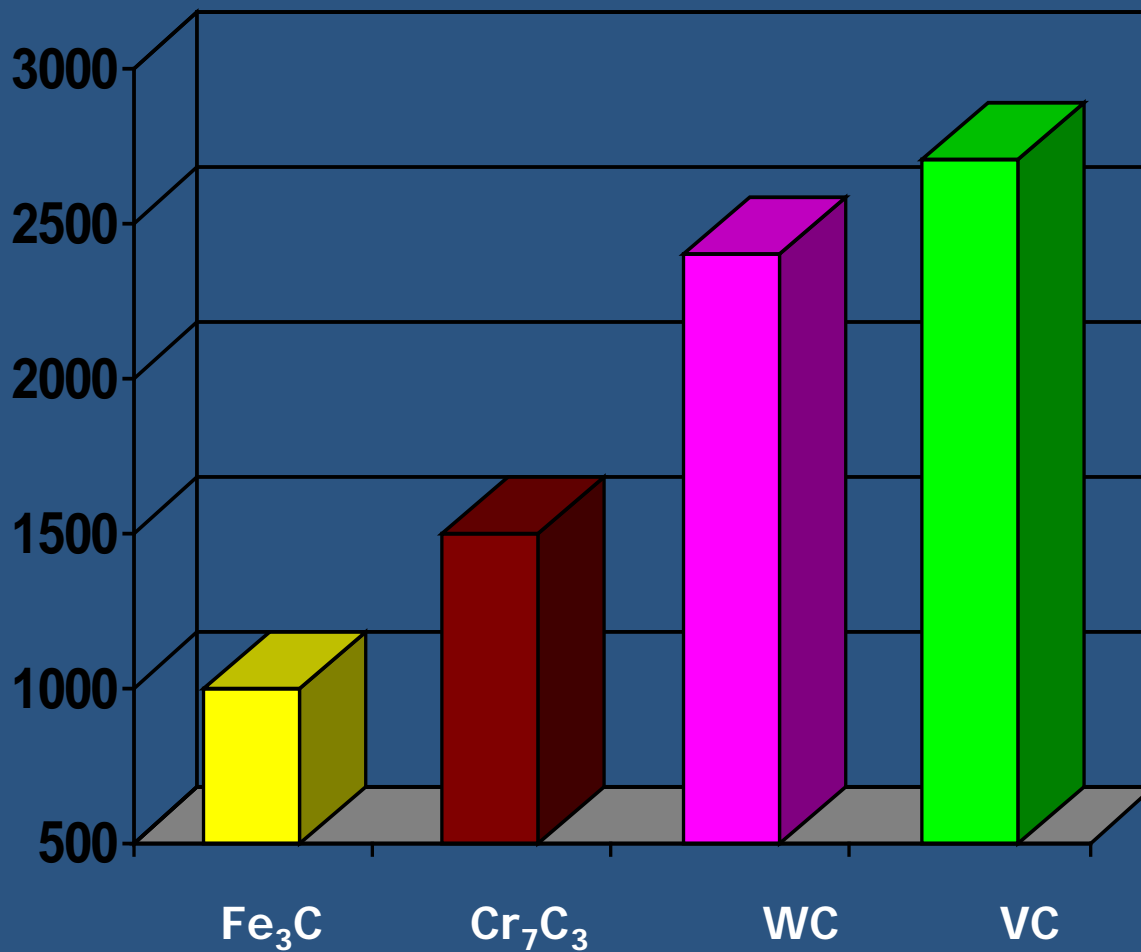
Nástrojové oceli ASP a CPM

z hlediska chemického složení je lze charakterizovat:

- u většiny značek vysoké obsahy uhlíku**
- legování prvky, které vytváří velmi tvrdé karbidy**
- výkonné HSS značky legovány Co**

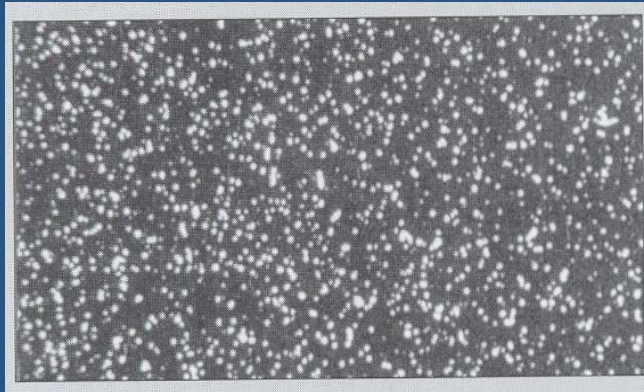
Tvrdosti karbidů vybraných legujících prvků

Tvrdost v HV



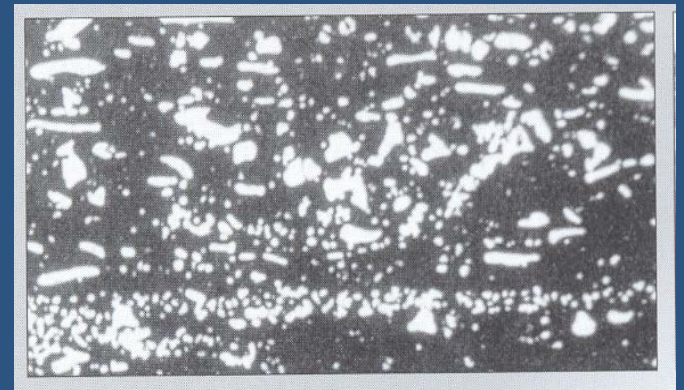
Nástrojové oceli ASP a CPM

karbidické struktury:

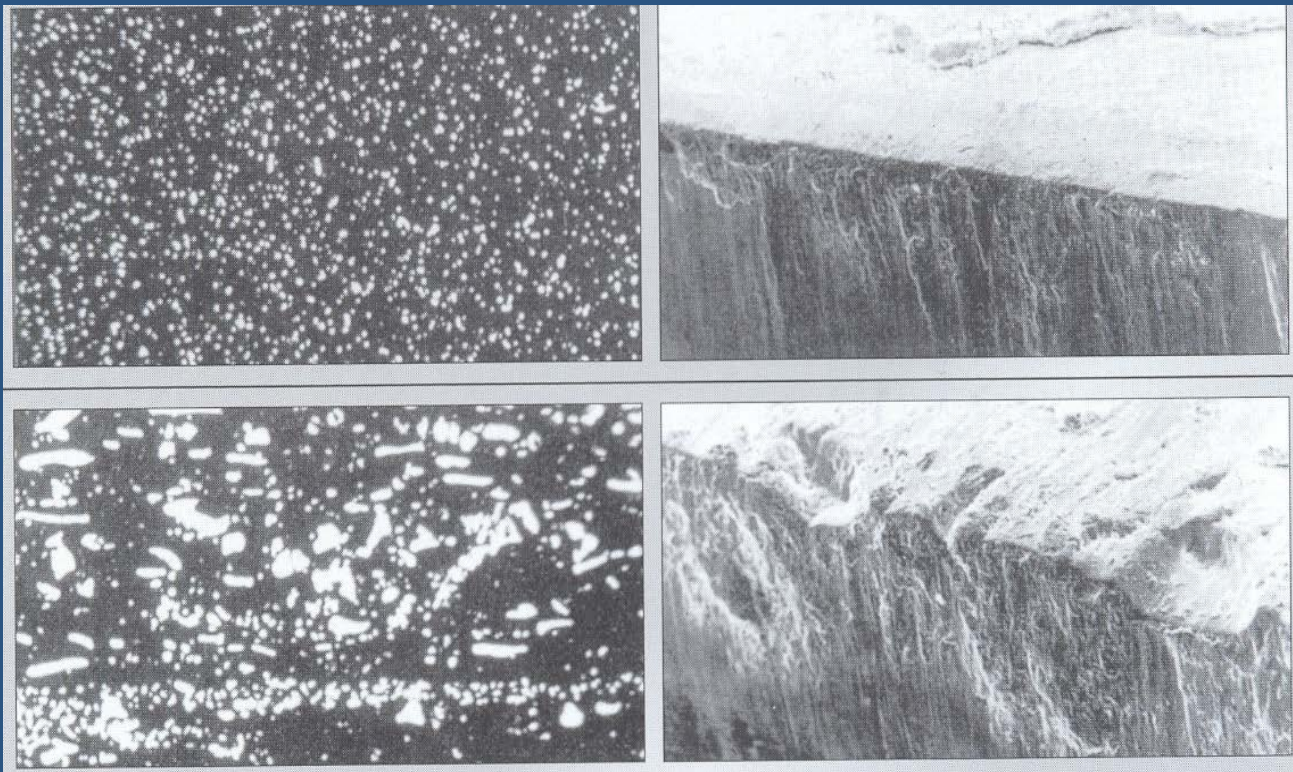


- homogenní v celém průřezu
- bez výrazné řádkovitosti
- malé karbidy

Ve srovnání
s konveční metalurgií vyrobenou ocelí:



Vliv karbidické struktury na životnost ostří



Generační vývoj PM nástrojových ocelí

1. Generace

1975 až 1996

Chemické složení vychází z konvenčních značek



Rok 1995

ASP 23 1.3344 (19 830+V)

ASP 30

ASP 60



Rok 1983

CPM 9V

CPM 10 V

CPM Rex M4

CPM REX T15 1.3202 (19 858)

CPM REX 76

Generační vývoj PM nástrojových ocelí

2. Generace

1996

- Chemickým složením nová filosofie,
..bez omezení klasické metalurgie
- Zdokonalení výrobní technologie



ASP 2005

CPM 3V

ASP 2012 **ultrahouževnatá**

CPM 15 V

ASP 2053

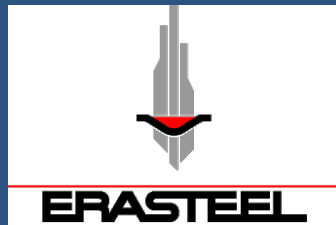
CPM 420V **korozivzdorná**

Generační vývoj PM nástrojových ocelí

3. Generace

2006

Další zdokonalení výrobní technologie



Dvalin™



Advanced Filtering

Nástrojové oceli CPM®



směrné chem. složení v [hm. %]

Značka / Prvek	C	Cr	W	Mo	V	Co
CPM 1 V	0,6	4,5	2,2	2,8	1,0	
CPM 3 V	0,8	7,5	-	1,3	2,8	-
CPM 9 V	1,9	5,2	-	1,3	9,0	-
CPM 10 V	2,4	5,2	-	1,3	9,7	-
CPM 15 V	3,4	5,2	-	1,3	14,0	-
CPM S 30 V	1,5	14,0	-	2,0	4,0	-
CPM 420 V	2,3	14,0	-	1,0	9,0	-
CPM Rex M4	1,4	4,2	5,5	4,5	4,0	-
CPM Rex T 15	1,6	4,0	12,2	-	5,0	5,0
CPM Rex 76	1,5	3,7	10,0	5,2	3,1	9,0
CPM Rex 121	3,4	4,0	10,0	5,0	9,5	9,5

Nástrojové oceli ASP®



směrné chem. složení v [hm. %]

Značka / Prvek	C	Cr	Mo	W	V	Co
ASP 2005	1,5	4,0	2,5	2,5	4,0	-
ASP 2012	0,6	4,0	2,0	2,1	1,5	-
ASP 2023	1,3	4,2	5,0	6,4	3,1	-
ASP 2030	1,3	4,2	5,0	6,4	3,1	8,5
ASP 2052	1,6	4,8	2,0	10,5	5,0	8,0
ASP 2053	2,5	4,2	3,1	4,2	8,0	-
ASP 2060	2,3	4,0	7,0	6,5	6,5	10,5

Vlastnosti vybraných nástrojových ocelí CPM[®] ve srovnání s konvenčními nástrojovými oceli:

M2 1.3343, 19 830

D2 1.2379, 19 573

