

CZ 283 200 B6

283 200

oel. t	ARs	D	Mod	Am	ASD	WSD	am	as	Δ	AS
	%		MPa	MPa	%	MPa				MPa
1.1	7	0,8	188	113	38	58	0,21	1,57	8	8
2.1	9	0,8	211	334	37	55	0,28	1,86	-0,08	9
3.1	8	0,8	182	309	50	66	0,21	1,40	0,09	8
4.1	8	0,8	242	351	36	82	0,28	1,48	0,67	8-9
5.1	7	0,8	221	345	26	66	0,18	0,92	-0,08	8
6.2	9	0,9	225	241	38	-	0,22	1,05	0,08	9
7.1	10	1,1	286	393	33	48	0,18	0,83	-0,07	10-11
7.2	9	1,0	248	358	36	-	0,21	0,89	-0,03	10
7.2.1	10	1,1	288	362	35	-	0,20	0,88	-0,43	10-11
8.2	11	1,1	283	378	34	-	0,28	1,12	-0,08	10-11
9.1	10	1,2	334	436	32	43	0,18	0,88	-0,02	10

Způsob výroby pásové oceli válcované zastudena, se zvýšenou pevností a dobrou tváritelností při izotropních vlastnostech

Oblast techniky

5 Vynález se týká způsobu výroby pásové oceli válcované zastudena, se zvýšenou pevností a dobrou tváritelností při izotropních vlastnostech, z oceli následujícího složení v hmotnostních procentech:

	max. : 0,08 % C	0,010 až 0,10 % P
	max. : 1,0 % Si	max. : 0,02 % S
10	max. : 1,8 % Mn	max. : 0,08 % Al
		max. : 0,008 % N

15 a jednoho nebo několika z prvků titanu, vanadu, niobu, zirkonu nebo zbytkového železa, válcováním zatepla, válcováním zastudena, rekrystalizačním žháním a následujícím hladicím válcováním, přičemž oceli tohoto druhu a jejich složení patří ke známému stavu techniky.

Dosavadní stav techniky

Pásová ocel, válcovaná zastudena, se často používá k výrobě výrobků tvářených zastudena. Podle druhu tvářecího procesu se u ní vyžadují různé vlastnosti (charakteristické hodnoty).

20 Vyrůstající požadavky na vlastnosti výrobků při jejich používání a upotřebení stále častěji vyžadují ještě lepší mechanické, zejména tvářecí vlastnosti. Dobrá tváritelnost se vyznačuje pokud možno vysokými hodnotami r , označujícími hlubokotažnost, vysokými hodnotami n , označujícími průtažnost a vysokými hodnotami roztlačnosti, které vyznačují schopnost rovinné deformace.

25 Ukázalo se, že je výhodné, jsou-li přetvářecí vlastnosti v různých směrech, zejména ve směru podélném, příčném a diagonálním, pokud možno stejné, to znamená velmi izotropní. Pokud se tato podmínka týká hodnoty r , znamená to kromě toho, že tak zvaná hodnota Δr je velmi malá a při lisování rotačně symetrických dílů se volně tvoří cípy. Výhody izotropních vlastností se
30 v podstatě projevují ve stejnoměrnosti tečení materiálu a ve snížení prořezu plechu.

Také zvyšující se snahy vyrábět lehké konstrukce se sníženou hmotností, vyžadují používání tenčích plechů. Pro vyrovnání ztráty pevnosti v důsledku snížení tloušťky plechu, musí být jeho pevnost zvýšena.

35 Vzhledem k přirozenému odpadu při tváření v důsledku zvýšení pevnosti, je prvořadým cílem vývoje materiálu zajistit, aby se při dosažení zvýšené pevnosti udržely ztráty při tváření na pokud možno nízké úrovni.

40 Ze stavu vývoje jsou známy četné oceli s vyšší pevností, vhodné pro tváření zastudena. Dosažený stav je v podstatě popsán v materiálových listech pro ocel a železo 093 a 094 pro mikrolegované a P-legované materiály, se zpevněním nebo bez zpevnění vypalováním (bake-hardening BH). Vlastností BH lze zvláště dobře dosáhnout jedním z nových procesů kontinuálního žhání, zčásti kombinovaného se zušlechťováním ponorem do roztaveného kovu. Čistota pásu, jakož
45 i stejnoměrnost jeho vlastností, jsou u těchto kontinuálních postupů snadno nastavitelné.

Úspěšné jsou již delší dobu snahy o dosažení izotropních vlastností. Při lisování rotačně symetrických dílů z izotropního materiálu nedochází k tvoření cípů. Jako příklad lze uvést inzerát "B-faktor" firmy Brockhaus v časopise "Der Spiegel", číslo 19/1966, strana 125. Tento příklad však výslovně neuvádí výrobu ocelí s vyšší pevností a materiál vyžaduje buď velmi vysoké stupně válcování zastudena, nebo dokonce normalizační žíhání pro zastavení tvorby cípů.

V poslední době je z patentového spisu DE 38 03 064 známá ocel na tenké plechy, legovaná Ti pro odstranění tvorby cípů. Tento vývoj je však omezen na žíhání v poklopové peci, takže u něj nelze využít výhod, které skýtá kontinuální žíhání nebo zušlechťování povrchu ponorem do roztaveného kovu. Navíc, je zde možnost zvyšování pevnostních vlastností, například meze průtažnosti, omezena asi na 220 až 280 N/mm². Další nevýhodou jsou výlučně nízké hodnoty r - okolo 1,0, což ovlivňuje výrobu výrobků hlubokým tažením. Kromě toho se u této koncepce dosahuje zvýšení pevnosti v podstatě zpevňovacím mechanismem zjemnění zrnitosti. Jemné zrn srovnatelně předpokládá vysoké nároky na hladicí válcování. Při pouze normálním hladicím válcování je nebezpečí vzniku deformačních čar, které jsou závadou u výrobků s hladkým vnějším povrchem. Vysoké stupně hladicího válcování, nutné v tomto případě, však oproti normálnímu hladicímu válcování, zmenšují přetvárné vlastnosti materiálu.

Kromě toho, omezení na téměř výlučné působení titanu na zjemnění zrna, vyžaduje přesné sladění podmínek válcování zatepla, válcování zastudena a podmínek žíhání a jejich přizpůsobování příslušnému chemickému složení materiálu, což klade vysoké nároky na jistotu dosažení zmíněných výrobních podmínek. Další nevýhodou je omezení konečné válcovací teploty na hodnoty nad A_{r3} , což ztěžuje především válcování pásů s malou konečnou tloušťkou, vzhledem k větší ztrátě teploty, spojené s tímto postupem.

25 Podstata vynálezu

Na uvedený stav techniky navazuje předložený vynález, jehož podstatou je způsob výroby pásové oceli válcované za studena, se zvýšenou pevností a dobrou tvářitelností při izotropních vlastnostech, z oceli následujícího složení v procentech hmotnostních:

30	max. : 0,08 % C	0,010 až 0,10 % P
	max. : 1,0 % Si	max. : 0,02 % S
	max. : 1,8 % Mn	max. : 0,08 % Al
		max. : 0,008 % N

35 a jednoho nebo několika z prvků titanu, vanadu, niobu, zirkonu nebo zbytkového železa, válcováním zatepla, válcováním zastudena, rekrystalizačním žíháním a následujícím hladicím válcováním, přičemž buď obsah Ti, nebo V odpovídá nejméně trojnásobku obsahu N nebo obsah Nb nebo Zr odpovídá nejméně šestinásobku obsahu N spočívá v tom, že se ocel, odlitá do tvaru Bram, před válcováním zatepla ohřeje na teplotu nejméně 1000 °C, vyválcuje se do tvaru teplého pásu, přičemž je konečná válcovací teplota nižší než A_{r3} a teplota navijáku je vyšší než 650 °C, načež se ocel po válcování zatepla válcuje zastudena stupněm rozválcování v rozmezí od 55 do 40 85 %, nato se rekrystalizačně žihá a nakonec se podrobí hladicímu válcování, přičemž mez průtažnosti oceli po přídavném simulovaném vypalování laku činí nejméně 200 N/mm², a toto zpracování se provádí po dobu nejméně 20 minut při nejméně 170 °C.

45 Způsob podle vynálezu je vhodný pro nastavování meze průtažnosti v rozmezí 200 a 420 N/mm². Přitom jsou mechanické vlastnosti izotropní. Navíc připouští tento postup ve svých jednotlivých variantách nastavování i vyšších hodnot r a umožňuje vypalování (bake-hardening). Dále umožňuje využití výhod kontinuálního žíhání nebo zušlechťování ponorem do roztaveného kovu. 50 Výhod podle vynálezu lze dosáhnout s Ti, Nb, V nebo Zr.

Podle stavu znalostí, uvedených v patentovém spisu DE 38 03 064, je výroba prováděna za podmínky dodržování konečné válcovací teploty nad A_{r3} . Z toho je zřejmé, že dosud nebylo známo, za jakých podmínek lze využít výhod snížené konečné válcovací teploty.

- 5 Podle vynálezu se nízká konečná válcovací teplota kombinuje s vysokou teplotou navijáku. Jako překvapující se tak projevíly vlastnosti a znaky, jaké byly až dosud neznámé u oceli s izotropním chováním:

- snížený vznik okují při válcování zatepla

10

- snížené náklady na hladicí válcování tenkého plechu.

- 15 Způsob podle vynálezu umožňuje výrobu izotropních pásových ocelí nejen poklopovým způsobem, ale také kontinuálním způsobem, čímž umožňuje vypalování (bake-hardening), jakož i zušlechťování ponorem do roztaveného kovu.

Je překvapující, že při vakuové dekarbonizaci v ocelárně a průběžném žhání studeného pásu lze vedle možnosti vypalování (bake-hardening) dosáhnout i vysoké hodnoty r .

- 20 Výsledek postupu podle vynálezu je osvětlen pomocí několika příkladů:

V tabulce 1 je uvedeno chemické složení ocelí. Oceli byly legovány prvky Ti a/nebo Nb nebo V v množství potřebném pro stechiometrické vázání dusíku. Oceli 4 a 9 byly za účelem zvýšení pevnosti legovány fosforem.

25

V tabulce 2 jsou uvedeny výrobní podmínky ocelí. Dokládá vlastnosti, dosažené podle vynálezu kombinací nízké konečné válcovací teploty pod A_{r3} a vysoké teploty navijáku (více než 650 °C).

- 30 V tabulce 3 jsou uvedeny mechanické hodnoty jakosti, stupeň hladicího válcování a velikost zrna ze 70 % pásu válcovaného zastudena. Při výrobě oceli podle vynálezu mohl být stupeň hladicího válcování studených pásů snížen asi o 1/3. Dále, u vakuově dekarbonizovaných ocelí 1 - 4 byly dosaženy vysoké hodnoty r_m (1,4 - 1,65), při nízkých hodnotách Δ_r ($\leq \pm 0,1$).

Přehled obrázků na výkresech

- 35 Na obr. 1 je graficky znázorněna výška cípů nad stupněm válcování zastudena u kontinuálně žháných ocelí a na obr. 2 je znázorněna výška cípů u ocelí žháných v poklopové žhací peci.

Příklady provedení vynálezu

- 40 Z obrázků je zřejmé, že jak u kontinuálně žháných ocelí, tak i u ocelí žháných v poklopové žhací peci, byly při stupních válcování zastudena v rozmezí od 50 do 85 % vyrobeny pásy s malými cípy. Přitom při běžném stupni válcování zastudena nebyla zjištěna žádná cípatost u asi 70 % všech příkladů.

- 45 Kromě toho je z obr. 2 možno seznat, že oproti teplotě navijáku podle vynálezu, způsobuje nízká teplota navijáku (ocel 7.2.1, 600 °C) vysokou tvorbu cípů. Tato okolnost podporuje názor na potřebu kombinace vysoké teploty navijáku při nízké konečné teplotě válcování, jak je navrženo podle tohoto vynálezu.

Tabulka 1

Chemické složení v hmotnostních %

ocel č.	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Al %	N %	Ti %	Nb %	V %
1	0,003	0,01	0,17	0,008	0,005	0,021	0,0029	0,012	0,010	-
2	0,003	0,01	0,19	0,009	0,007	0,030	0,0023	-	0,023	-
3	0,003	0,02	0,18	0,011	0,004	0,031	0,0031	-	-	0,031
4	0,003	0,01	0,17	0,068	0,003	0,033	0,0021	0,012	0,012	-
5	0,037	0,02	0,19	0,008	0,012	0,041	0,0031	0,011	-	-
6	0,047	0,02	0,16	0,011	0,013	0,035	0,0046	0,025	-	-
7	0,052	0,01	0,18	0,014	0,011	0,033	0,0041	0,038	-	-
8	0,054	0,01	0,19	0,009	0,007	0,040	0,0034	-	0,025	-
9	0,062	0,02	0,17	0,073	0,008	0,045	0,0048	0,044	-	-

5

Tabulka 2

WET = konečná teplota válcování

10 HT = teplota navijáku

GT = teplota žhání

žhání - Conti = kontinuální

Haube = žhání v pokloповé žhací peci

15

ocel č.	WET °C	HT °C	žhání	GT °C
1.1	810	730	Conti	800
2.1	815	715	Conti	800
3.1	800	705	Conti	800
4.1	820	725	Conti	800
5.1	800	695	Conti	800
6.2	795	705	Haube	650
7.1	810	730	Conti	800
7.2	"	"	Haube	650
7.2.1	800	600	"	"
8.2	815	735	Haube	650
9.1	825	725	Conti	800

Tabulka 3

Mechanické vlastnosti, stupeň hladicího válcování a velikost zrna u pásu ze 70 % válcovaného
zastudena

ocel č	ARE %	D° %	Rp0,2 MPa	Rm MPa	A80 %	BHO Mpa	nm -	rm -	Δr -	Km ASTM
1.1	7	0,6	189	313	39	58	0,21	1,57	0	8
2.1	9	0,8	211	334	37	55	0,20	1,65	-0,09	9
3.1	6	0,6	182	309	39	65	0,21	1,40	0,09	8
4.1	8	0,8	242	351	36	62	0,20	1,48	0,07	8-9
5.1	7	0,8	231	345	36	56	0,19	0,92	-0,06	9
6.2	9	0,9	225	341	38	-	0,22	1,05	0,08	9
7.1	10	1,1	286	393	33	46	0,18	0,93	-0,07	10-11
7.2	9	1,0	248	369	36	-	0,21	0,99	-0,03	10
7.2.1	10	1,1	260	362	35	-	0,20	0,80	-0,43	10-11
8.2	11	1,1	263	378	34	-	0,20	1,12	-0,09	10-11
9.1	10	1,2	334	436	32	43	0,18	0,90	-0,02	10

ARE = poměrné prodloužení na mezi
průtažnosti

D° = stupeň hladicího válcování

Rp0,2 = 0,2 % meze kluzu

Rm = pevnost v tahu

A80 = poměrné prodloužení při přetržení

BHO = vypalování (bake-hardening)
0 % protažení

nm = exponent zpevnění

rm = svislá anizotropie

Δr = rovinná anizotropie

Km = velikost zrna

PATENTOVÉ NÁROKY

5

1. Způsob výroby pásové oceli válcované zastudena, se zvýšenou pevností a dobrou tváritelností při izotropních vlastnostech, z oceli následujícího složení v hmotnostních procentech:

10	max. : 0,08 % C	0,010 až 0,10 % P
	max. : 1,0 % Si	max. : 0,02 % S
	max. : 1,8 % Mn	max. : 0,08 % Al
		max. : 0,008 % N

15 a jednoho nebo několika z prvků titanu, vanadu, niobu, zirkonu nebo zbytkového železa, válcováním zatepla, válcováním zastudena, rekrytalizačním žíháním a následujícím hladicím válcováním, přičemž buď obsah Ti, nebo V odpovídá nejméně trojnásobku obsahu N nebo obsah Nb nebo Zr odpovídá nejméně šestinásobku obsahu N, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že ocel, odlitá do tvaru bram, se před válcováním zatepla ohřeje na teplotu nejméně 1000 °C, 20 vyválcuje se do tvaru teplého pásu, přičemž je konečná válcovací teplota nižší než A_{r3} a teplota navijáku je vyšší než 650 °C, načež se ocel po válcování zatepla válcuje zastudena stupněm rozválcování v rozmezí od 55 do 85 %, nato se rekrytalizačně žihá a nakonec se podrobí hladicímu válcování, poté se přídatně simulovaně vypaluje, a toto zpracování se provádí po dobu nejméně 20 minut při nejméně 170 °C.

25

2. Způsob podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se ocel po válcování zastudena rekrytalizačně žihá v poklopné žíhací peci.

30

3. Způsob podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se ocel po válcování zastudena rekrytalizačně žihá v průběžné peci.

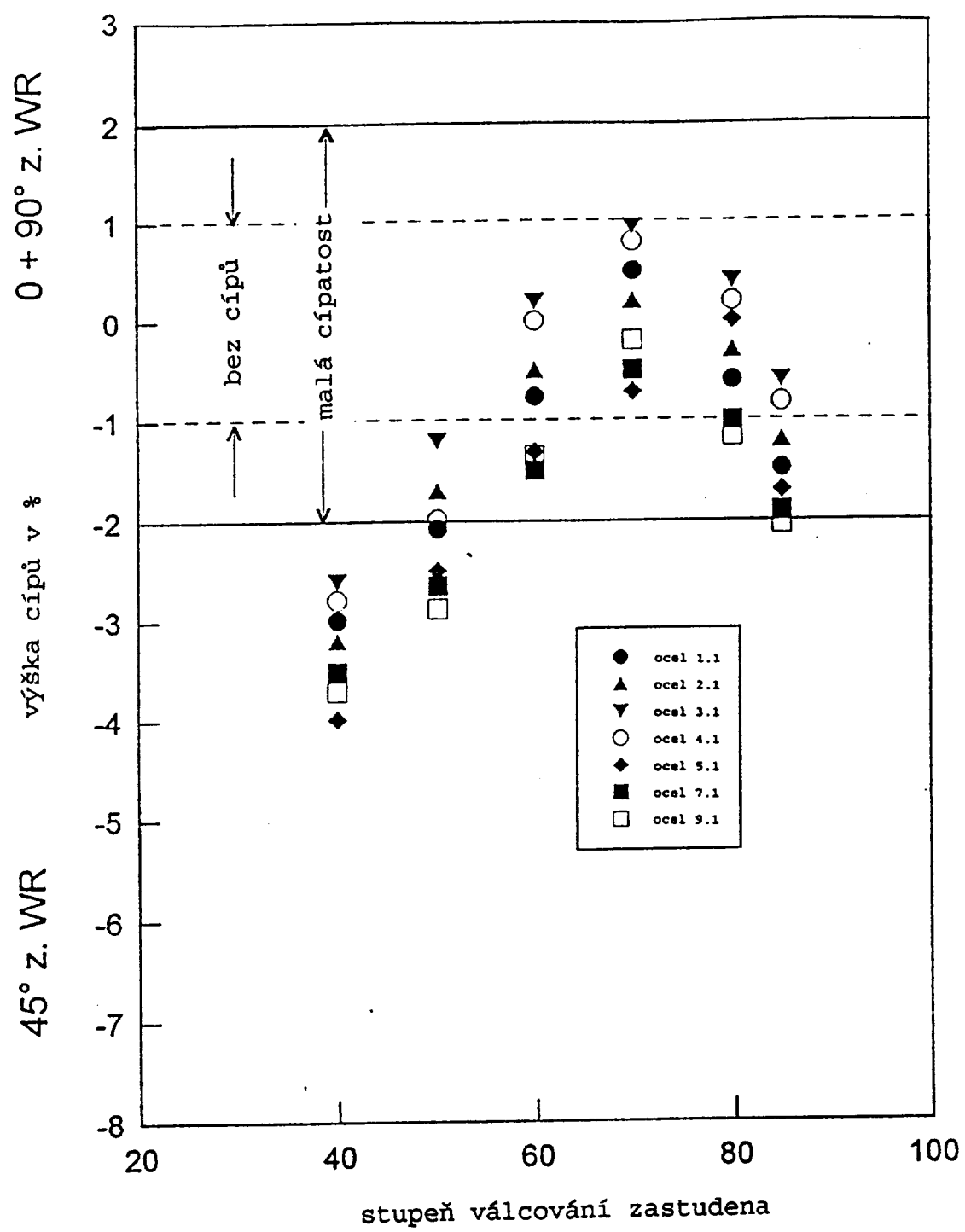
35

4. Způsob podle nároků 1 a 3, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se ocel po válcování zastudena a žíhání zušlechťuje pokovováním ponorem do roztaveného kovu.

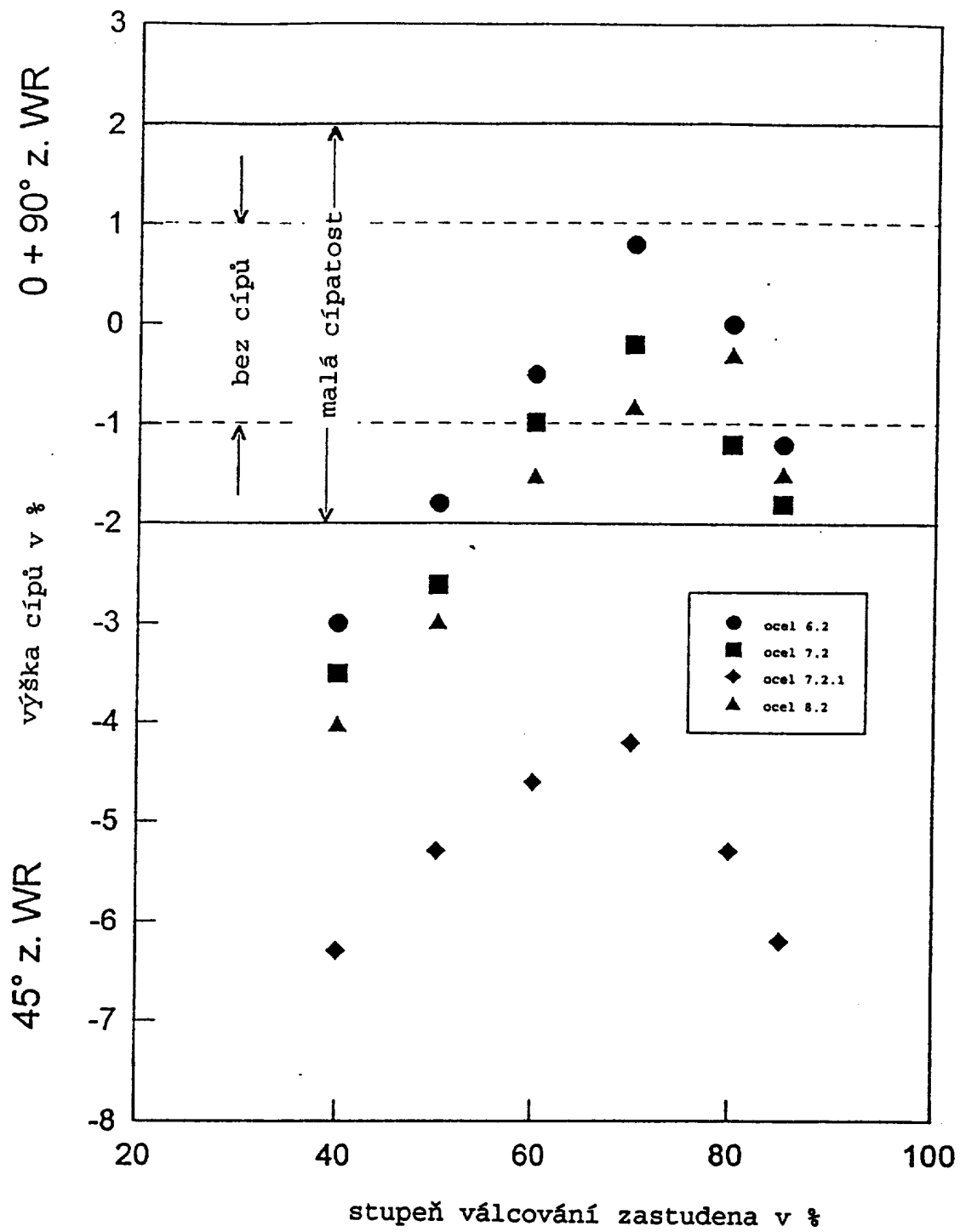
40

5. Způsob podle jednoho nebo několika z nároků 1 až 4, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že konečná válcovací teplota při válcování zatepla je nižší než 850 °C.

2 výkresy



Obr. 1



žihání v pokloповé žíhací peci

Obr. 2

Konec dokumentu