

Vysoká škola: **strojní a textilní**

Katedra: **svařování a metalografie**

Fakulta: **strojní**

Školní rok: **1964 /65**

DIPLOMNÍ ÚKOL

pro **s. Miloslava J I R Á N K A**

obor **strojírenská technologie**

Protože jste splnil požadavky učebního plánu, zadává Vám vedoucí katedry ve smyslu směrnic ministerstva školství a kultury o státních závěrečných zkouškách tento diplomní úkol:

Název tématu: **Návrh technologie a zařízení pro tepelné zpracování vložek
prstů žacího ústrojí pro roční kapacitu 2 000 000 kusů.**

Pokyny pro vypracování:

- 1/ Shrňte poznatky o požadavcích na vložky prstů a o jejich tepelném zpracování.
- 2/ Navrhněte technologii tepelného zpracování vložek a kontrolujte jejich mechanické vlastnosti a strukturu.
- 3/ Navrhněte zařízení na tepelné zpracování vložek včetně dispozice pracoviště při ohřevu svítiplynem nebo elektrickým proudem tak, aby se dalo objednat nebo vyrobit v tuzemsku.
- 4/ Proveďte ekonomické i jakostní vyhodnocení této technologie porovnání se stávající.

Autorské právo se řídí směrnicemi MŠK pro státní závěrečné zkoušky č. j. 31 727/62-III/2 ze dne 13. července 1962 - Věstník MŠK XVIII, sešit 24 ze dne 31. 8. 1962 a 19 autorského zákona č. 115/53 Sb.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC, JAROSLOVA 5

V 21 /65 S

Rozsah grafických laboratorních prací: Fotografie struktur, diagramy, tabulky, výkresy, náčrtky.

Rozsah průvodní zprávy: asi 40 stran textu

Seznam odborné literatury: Jareš : Metalografie ocele, Ocel Normy ,
literatura o tepelném zpracování oceli.

Vedoucí diplomní práce: Doc. Ing. Josef Dítl C.Sc.

Konsultanti: Ing. Tížek , Ing. Frýba Agrostroj Jičín.

Datum zahájení diplomní práce: 22. února 1965

Datum odevzdání diplomní práce: 17. dubna 1965

L. S.

SDZ

Doc. Ing. Josef Dítl C.Sc.

Vedoucí katedry

Doc. Ing. Miroslav Kořínek

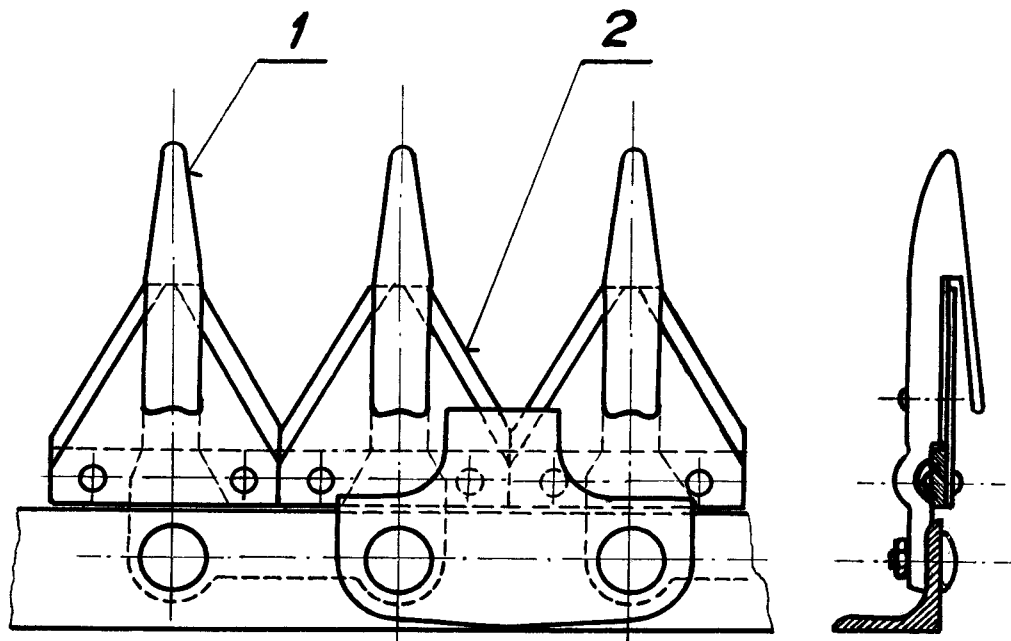
Děkan

VŠST v Liberci	Katedra svařování a metalografie	DP-ST- 334	
		M. Jiráněk	
		Listů: 63	List: 1.
O B S A H ----- Strana			
Úvod		2	
Požadavky na vložky protě a současný stav jejich tepelného zpracování		4	
Návrh technologie tepelného zpra- cování vložek		22	
Návrh zařízení na tepelné zpraco- vání vložek do prstů řacího ústrojí			
Uspořádání pracoviště		44	
Ekonomické a jakostní vyhodnocení navržené technologie tepelného zpracování		54	
Závěr		61	

Ú V O D

V současné době je v našem národním hospodářství kladen velký důraz na zvyšování produktivity práce v zemědělství. Jednou z možností je mechanizace prací. Jde o to vybavit zemědělské závody, kde je neustále nedostatek pracovních sil, kvalitními stroji, které by v těžkých pracovních podmínkách vyhovovaly všem požadavkům zemědělců. Agrostroj Jičín je převážně výrobcem sklizňových strojů, a to sklizňových strojů na okopaniny, obiloviny a pícniny.

Nejdůležitější součástí sklizňových strojů na pícniny a obiloviny je žací ústrojí. Je tvořeno nepohyblivými prsty /1/ a kosou /2/, která koná vratný přímočarý pohyb. Jednotlivé elementy ústrojí pracují při sežení na principu tření.



VŠST v Liberci	Katedra svařování a metalografie	DP-ST- 334	
		M. Jiránek	
		Listů: 63	List: 3.

Kosu tvoří nože trojúhelníkového tvaru, které jsou přinýtovány na vodící lištu. Kmitavý pohyb kose uděluje nejčastěji klikový mechanismus. Vodící lišta je vedena v řadě litinových prstů, které pro dokonalý řez rozdělují masu stébel do úzkých pásů. K prstům jsou nýtem se zapuštěnou hlavou přinýtovány břitové vložky, o které se rozdělená stébla opírají a které zároveň tvoří protiostrí nožům pohybující se koso.

Z dlouhodobých zkoušek vyplynula celá řada různých žacích ústrojí, které se od sebe liší jednak tvarem prstů, jejich hustotou /roztečí/, uspořádáním a pod. Princip práce ústrojí však zůstává zachován. Stejně tak požadavky na vlastnosti jednotlivých dílců jsou stále stejné. Některé vlastnosti vyplývají z funkčních požadavků, jiné z konstrukčního provedení dílců.

Jakost řezu závisí kromě jiných vlivů převážně na kvalitě a trvanlivosti ostří koso a břitových destiček. Nejvíce trpí ostří nožů koso, které se musí v provozu velmi často obnovovat. Naostření koso však není nijak obtížné. Břitové vložky se tak rychle netupí. Životnost ostří je podstatně delší a obnovuje se prakticky jen jednou. Potom se otupená vložka nahradí novou.

VŠST v Láberci	Katedra svařování a metalografie	DP-ST- 334	
		M. Jiránek	
		Listů: 63	List: 4.
1/ <u>Požadavky na vložky prstů</u> <u>a současný stav jejich tepelného zpracování</u>			

VŠST v Liberci	Katedra svařování a metalografie	DP-ST- 334	
		M. Jiránek	
		Listů: 63	List: 5.

S o u č a s n ý s t a v

1/ požadavky konstrukce

a/ Tvrдость okrajového pásma, které tvoří ostří
vložky, dodržet v rozsahu 50 - 60 H_{RC}

b/ Šířka zakaleného ostří se má pohybovat
v rozsahu 4 - 5 mm, aby bylo umožněno ob-
novení ostří. Vložka se v provozu brousí
maximálně jednou a po otupení se nahrazuje
novou.

c/ Střed vložky musí být měkký, protože vložka
se nýtuje na hrubý povrch odlitku. Je - li
prokalena až k otvoru, vložka při montáži
praská.

d/ Na materiál vložky nejsou kladeny žádné
požadavky vyšší pevnosti.

2/ materiál:

a/ Původní materiál

plech	ČSN	jakost
2,00 mm	425301 . 11	11700 . 1

Změnou normy ČSN 41 1700 byl zrušen modus
uhlíku a nahrazen zaručeným maximálním
obsahem C_{max} = 0,65. Proto byl materiál
vložek změněn a dnes se používá jakost
12090 . 21.

VŠST v Liberci	Katedra svařování a metalografie	DP-ST- 334	
		M. Jiránek	
		Listů: 63	List: 6.

b/ Nový materiál:

pruh	ČSN	jakost
2 ± 0.085 . 260	42 5350 . 11	12090 . 21

Jako náhradní materiál se i nadále používá jakosti 11 700, u kterého se v laboratořích zjišťuje obsah uhlíku. Na výrobu vložek se povoluje materiál s obsahem uhlíku od C_{min} 0.45 %

3/ Druhy břitových vložek:

V současné době se vyrábí asi 7 druhů břitových vložek. Liší se od sebe tvarem, tloušťkou materiálu a různými způsoby ohřevu při tepelném zpracování. Některé vložky jsou ohřívány vysokofrekvenčním generátorem GV 21, jiné v plynové peci, poněvadž kapacita indukčního generátoru nestačí pokrýt výrobu všech vložek.

Pro posouzení stávající situace jsem zvolil sledování vložek, které jsou vyráběny v největším množství. Jsou to vložky 4 - 160 - 1742 a 3 - NOR - 003. Technologický postup výroby se liší pouze v tepelném zpracování.

4/ Technologický postup výroby:

Zde uvádím sled operací při výrobě, které jsou společné pro oba druhy vložek, to znamená bez operací tepelného zpracování, které podrobně uvedu v další části diplomové práce.

VŠST v Liberci	Katedra svařování a metalografie	DP-ST- 334	
		M. Jiránek	
		Listů: 63	List: 7.

operace	popis práce
1.	stříhat pásy L = 72 x 2000 pro 63 ks
2.	pomocník připravit pásy k automatu
3.	lisovat tvar s odpadem - odpad odebrat a vázat do svazků po 25 ks.
4.	rovnat do skřínky
5.	lisovat otvor ϕ 5,5 a rovnat do skřínky
6.	prohlubovat otvor ϕ 5,5 pod úhlem 90° a rovnat do skřínky
7.	frézovat ostří po obou stranách pod úhlem 20° 60 ks společně - rovnat do skřínky
8.	rýhovat po obou stranách - 6 zubů na 1 cm a rovnat do skřínky
9.	tepelné zpracování
10.	brousit plochu na sílu
11.	sušit v bubnu
12.	kontrola

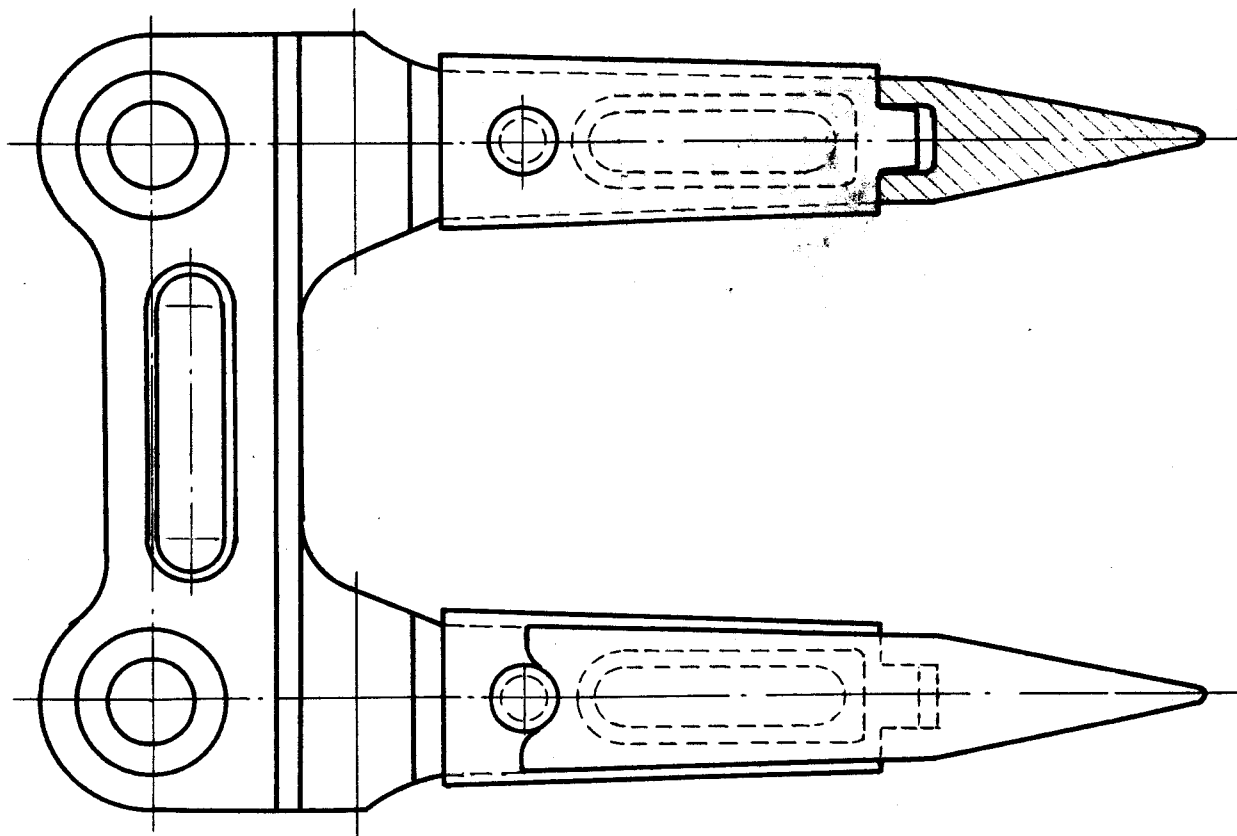
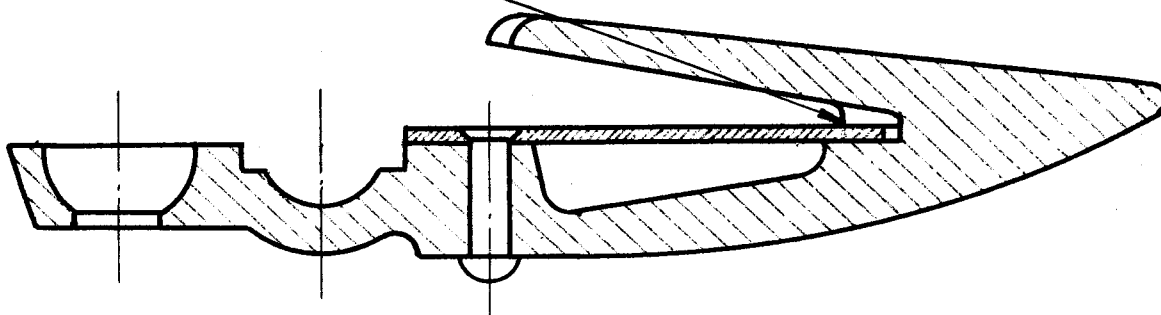
5/ Montáž břitových vložek:

Pracovní postup:

operace	popis práce
1.	navléknout nýt a nýtovat
2.	temovat vložku
3.	vyrovnat do šablony
4.	obrousit hlavu nýtu

Schema montáže břitových vložek k prstům žacího ústrojí

PO ZANÝTOVÁNÍ ZATEMOVAT



VŠST v Liberci	Katedra svařování a metalografie	DP-ST. 334	
		M. Jiránek	
		Listů: 63	List: 9.

6/ Tepelné zpracování:

Břitová vložka č. v. 4 - 160 - 1742

a/ Technologický postup:

1. normalisačně žíhat při 830° C, ochlazovat na vzduchu
2. vysokofrekvenčně ohřát, kalit do vody
3. popouštět při 320° C 25 minut, ochlazovat na vzduchu, tvrdost po tepelném zpracování
47 - 60 H_{RC}
4. kontrola tvrdosti

b/ Kalení:

Ohřev se provádí vysokofrekvenčním generátorem GV 21. Vložky se ručně vkládají do induktoru po 1 kuse. Doba ohřevu je 5 sec. Ukončení ohřevu je signalizováno obsluze rozsvícením kontrolního světla. Na tento pokyn, uvolněním dosadací plochy, vypouští obsluha vložku do vody.

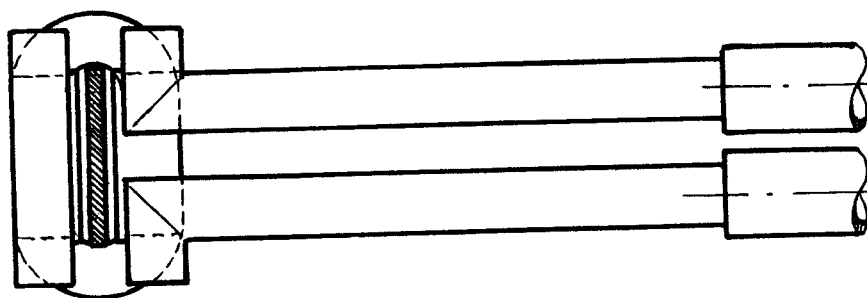
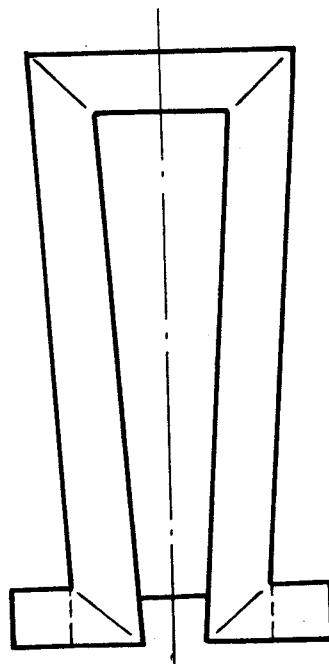
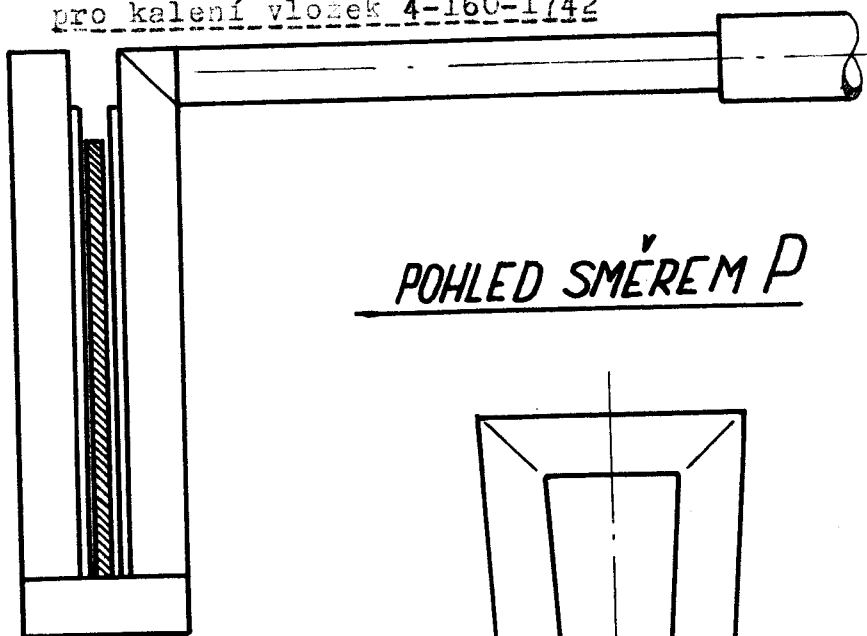
Tvar induktoru sleduje tvar vložky, která je uložena mezi trubkami induktoru tak, že k ohřevu dochází z vrchní a spodní strany po celé délce ostří. Šířka ohřátého pásma se pohybuje v rozmezí 4 - 5 mm.

Schema induktoru

pro kalení vložek 4-160-1742

P →

POHLED SMĚREM P



B ř i t o v á v l o ž k a 3 - NOR - 003

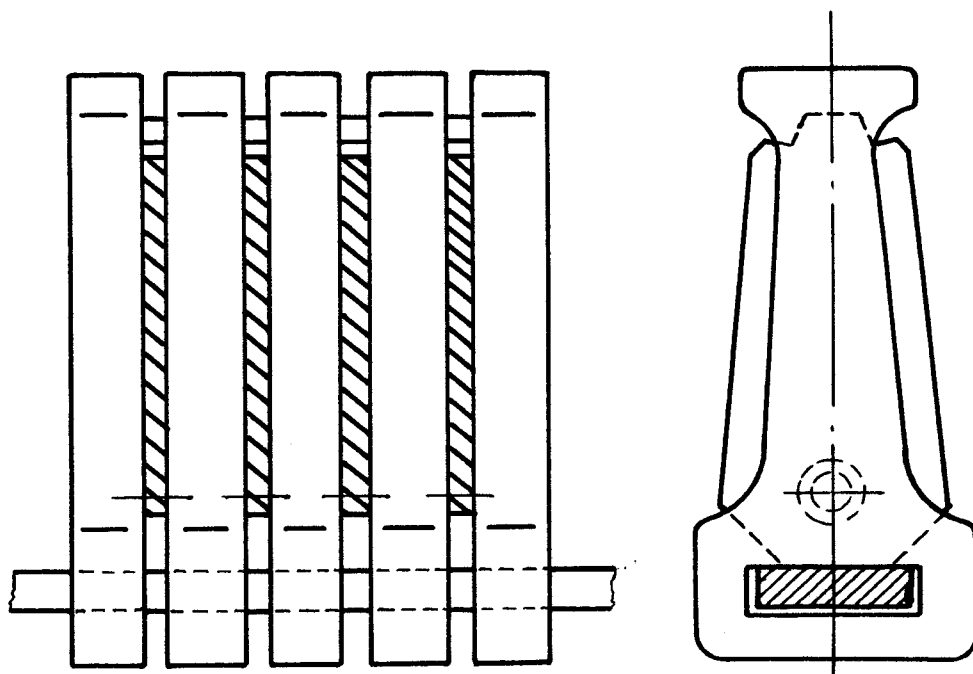
a/ technologický postup:

1/ Ohřát na 820 - 840°C, prohřát, kalit do vody, popustit vlastním teplem na 50 - 60 H_{RC}.

b/ kalení:

Na rozdíl od vložky 4 - 160 - 1742 je ohřev prováděn v plynové peci. Vložky jsou narovnány do kalícího přípravku, mezi litinové stínící desky, které mají chránit středy vložek před prohřátím. Doba ohřevu a teplota jsou odhadovány obsluhou. Není tedy nijak zaručena stejná teplota ani doba ohřevu pro všechny vložky a celý pochod závisí na zkušenostech obsluhy. Po ohřevu jsou vložky i s přípravkem ochlazeny ve vodě.

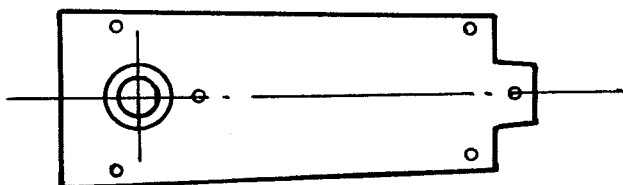
Schema kalícího přípravku.



VŠST v Liberci	Katedra svařování a metalografie	DP-ST- 334	
		M. Jiránek	
		Listů: 63	List: 12.

7/ kontrola tvrdosti:

Po tepelném zpracování se provádí kontrola zakaleného pásma měřením tvrdosti. Pro kontrolu jsou předepsány místa kontroly na vložce. Naměřené hodnoty se zapisují do kontrolního listu. Vložky se měří na přímém Rockwellu se zatížením 150 kg.



Jiné zkoušky se s vložkami neprovádějí.

VŠST v Liberci	Katedra svařování a metalografie	DP-ST. 334	
		M. Jiránek	
		Listů: 63	List: 13.

Porovnání výsledků kalení vložek

kalených v plynnové peci
kalených na stroji GV 21

Podle předběžného zadání bylo rozhodnuto, abych navrhl postup výroby kalení podle obou výše uvedených postupů. Proto jsem provedl měření tvrdosti vložek zpracovaných oběma způsoby.

Měření bylo provedeno na 50 ks vložkách od každého způsobu. Naměřené hodnoty byly srovnány s kontrolními listy namátkou vybranými. Bylo zjištěno, že naměřené hodnoty se prakticky shodují s hodnotami uváděných v kontrolních listech. Na výrobu vložek v tomto časovém období /konec února/ bylo používáno náhradního materiálu 11 700, u kterého byl kontrolován obsah uhlíku. /závod požaduje minimální hranici uhlíku 0,45 % - při vlastním měření bylo zjištěno, že obsah uhlíku činí 0,54 %/

Hodnoty tvrdosti po popuštění u vložek č. v. 4 - 160 - 1742 byly zjišťovány na jiných 2 x 50 ks. a opět srovnávány s kontrolními listy.

Tímto měřením bylo ověřeno, že vložky vyráběné v závodě se pohybují v tolerancích tvrdosti povolených výkresem.

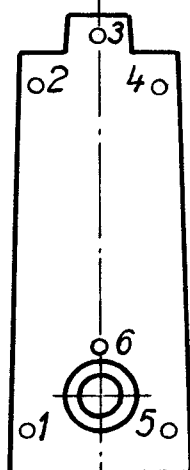
Pro posouzení přesného poklesu tvrdosti po popuštění 4 - 160 - 1742 bylo provedeno měření po

VŠST v Liberci	Katedra svařování a metalografie	DP-ST- 334	
		Listů: 63	List: 14.
kalení a po-pouštění na stejných vložkách vždy na stejném místě. V tomto případě bylo měřeno 10 ks vložek. Výsledky jsou v tabulce. Měření bylo provedeno na Rockwelu zatížení 150 kg stejnou metodou, jaká je použita na pracovišti. Pro posouzení průběhu tvrdostí v příčných řezech vložky jsem provedl další měření metodou dle Vickersse. Správný průběh tvrdosti je rozhodující pro správnou funkci vložky. a/kraje vložky mají být zakalené b/střed vložky, zvláště v okolí jazýčku a otvoru pro nýt, musí být měkký Pro toto měření byla vybrána vložka, která podle Rockwella svou tvrdostí splňovala podmínky dobré vložky /vyhovující výrobnímu postupu/, a to oba druhy. U vložky 3 - NOR - CO3 jsem pro toto měření vybral jednak vložku dobrou a nejčastěji se vyskytující druh zmetkové vložky.			

Hodnoty tvrdosti vložek 4 - 160 - 1742

po kalení

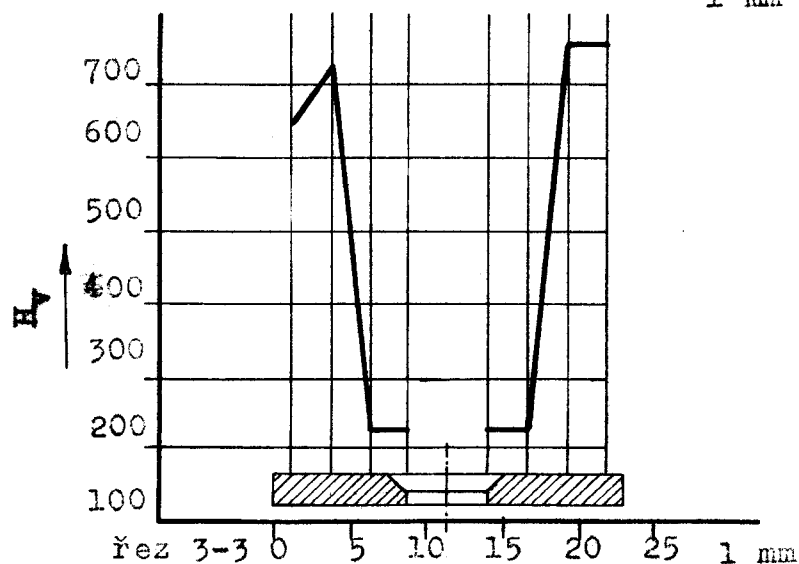
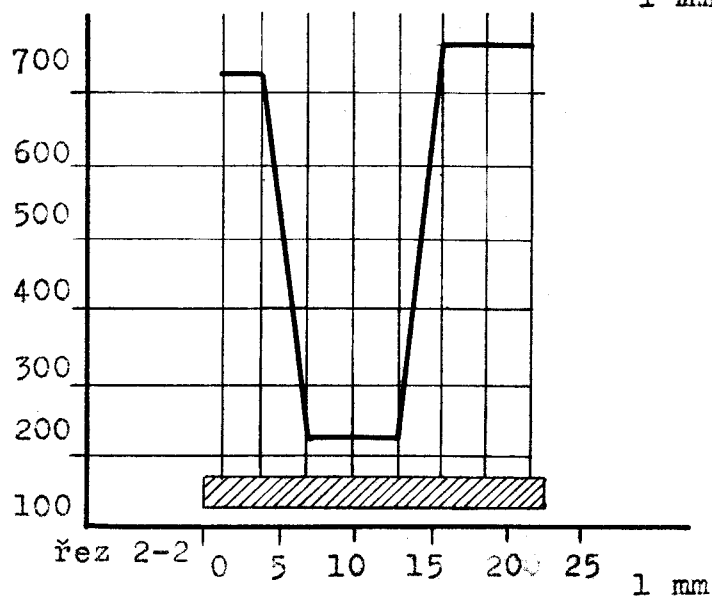
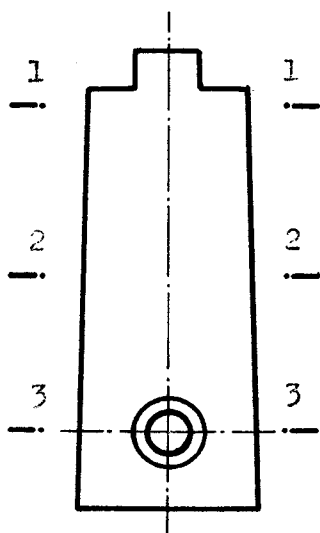
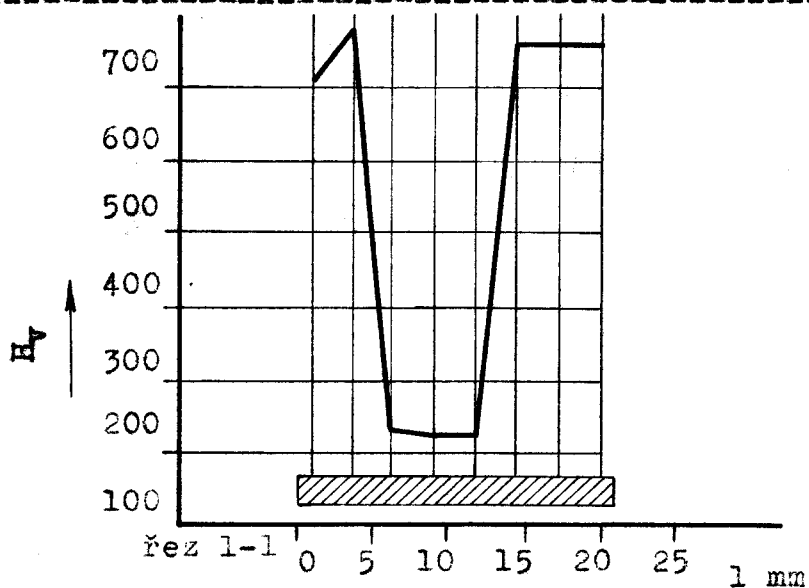
vzor číslo	hodnoty tvrdosti v HRC					
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
1.	63	63	18	63	58	19
2.	59	64	19	63	64	21
3.	64	62	18	62	60	18
4.	64	60	18	62	62	19
5.	64	63	19	62	63	20
6.	64	64	18	62	63	20
7.	63	62	18	64	62	19
8.	56	62	19	62	62	19
9.	63	59	19	63	61	18
10.	63	62	19	62	64	18



po popuštění

vzorek číslo	hodnoty tvrdosti v HRC					
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
1.	55,5	53	18	54,5	54	19
2.	55	54	18	53,5	55	21
3.	56	55	16	54	55	18
4.	55	53,5	15,5	55	53,5	19
5.	55	52,5	17	55	56	20
6.	55	53	17	55,5	55	19
7.	56	56	17	55	56	19
8.	52	54,5	17	55	54	19
9.	56	52	19	53	54	18
10.	55,5	54	19	54	54	18

Průběh tvrdostí v příčných řezech vložky 4-160-1742



VŠST
v Liberci

Katedra svařování a metalografie

DP-ST- 334

M. Jiránek

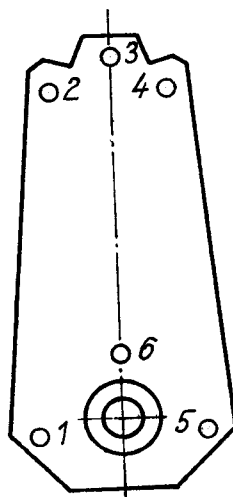
Listů: 63

List: 17.

Hodnoty tvrdosti

vložek 3 - NCR - 003

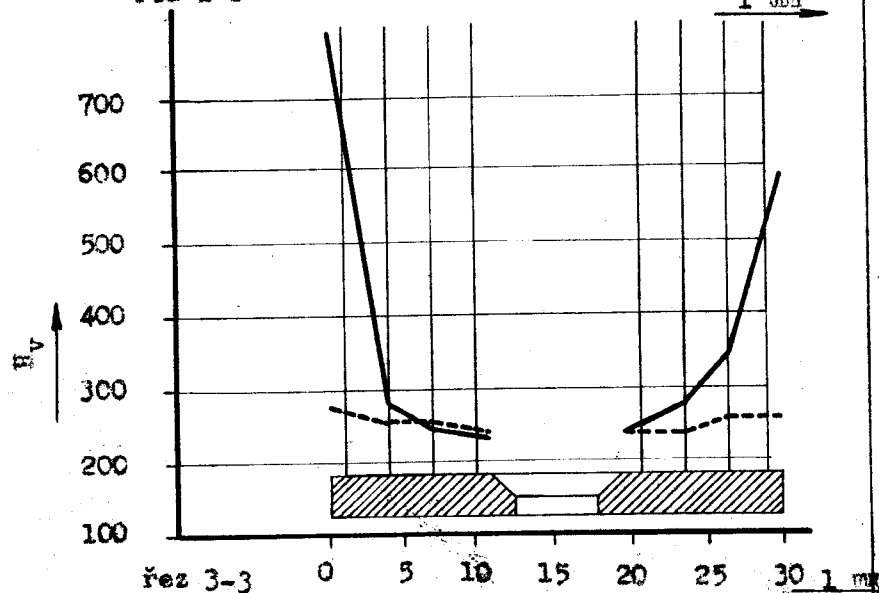
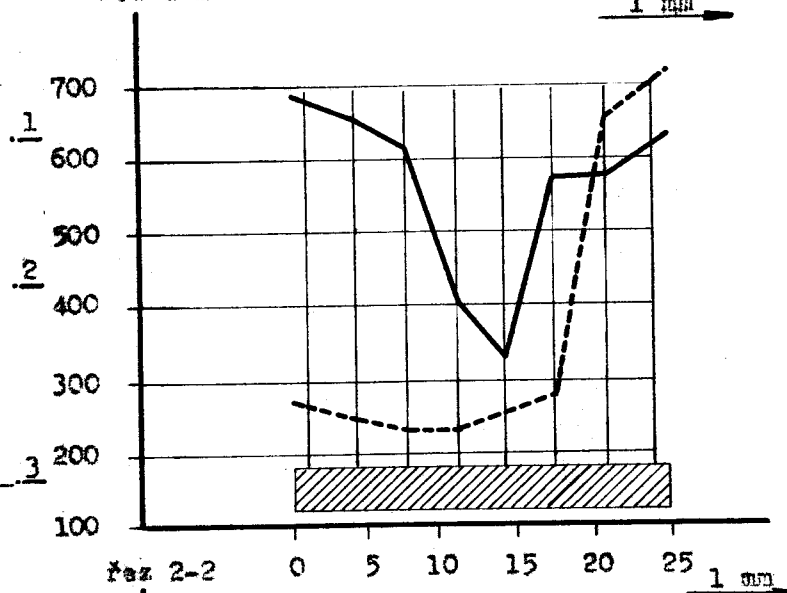
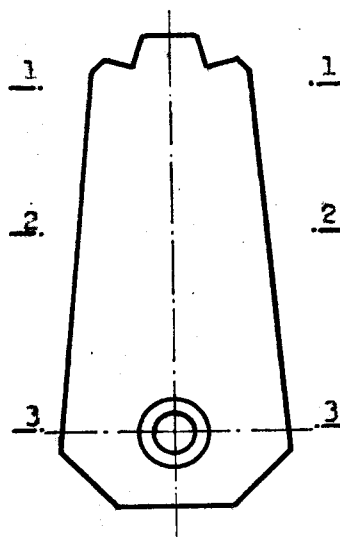
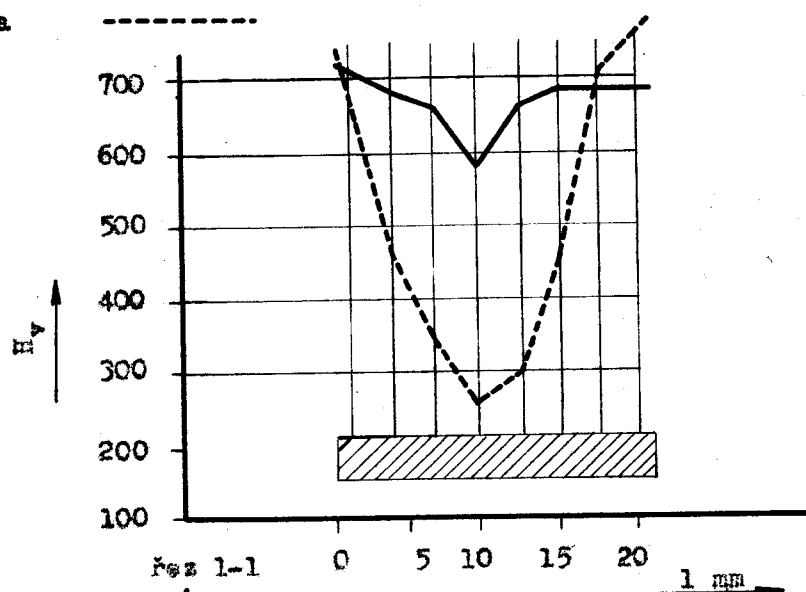
čís.kusu	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1.	40	34	35	42	39	28
2.	44	41	35	42	34	30
3.	20	60	24	60	20	20
4.	48	53	50	51	48	34
5.	40	50	46	55	56	33
6.	48	55	62	52	45	34
7.	24	55	29	57	54	17
8.	51	55	53	56	52	23
9.	43	56	60	57	52	30
10.	47	47	39	46	42	33



Průběh tvrdosti v příčných řezech vložky 3-MOR-0003.

Dobrá vložka

Zmetková vložka



VŠST v Liberci	Katedra svařování a metalografie	DP-ST. 334	
		M. Jiránek	
		Listů: 63	List: 19.

Vyhodnocení výsledků stávající technologie
tepelného zpracování

Jak vyplývá z uvedených tabulek měření
a z přiložených kontrolních listů, dává indukční ohřev
vložek před kalením podstatně lepší výsledky.

a/ Ohřev indukcí na stroji GV 21:

Výhody: 1/ stejná doba ohřevu i intenzita ohřevu, jen

málo ovlivněná reakcí obsluhy stroje pro
každý kus ohřívané vložky

2/ stejné podmínky ochlazování

3/ dosahovaná tvrdost se pohybuje v užším rozsahu
 H_{RC}

Nevýhody:

1/ malá produktivita ohřevem po 1 kuse

2/ nedokonalé ustředění vložky v induktoru, takže
ohřáté strany nejsou stejně široké

3/ bezpečnostní a zdravotní důvody - obsluha sedí
hned vedle induktoru

b/ Ohřev v plynové peci:

Výhody: 1/ větší produktivita práce

Nevýhody:

1/ vliv obsluhy na ohřev

a/ změna světlosti prostředí může ovlivnit
odhadovanou teplotu

b/ odhadovaná doba ohřevu nezaručuje stej-
né podmínky pro všechny kusy

- 2/ vliv obsluhy na šířku zakalené části - zakládáním do kalícího přípravku není zaručena souosost ohřátého pásma
- 3/ kolísání tvrdosti ve velkém rozsahu

M a t e r i á l 12090.21

V minulém roce v posledních dvou čtvrtletích byl v závodě zpracováván materiál 12091. Při výrobě z tohoto materiálu se vyskytla vysoká zmetkovitost, která se objevila zvláště po tepelném zpracování. Po provedeném zhodnocení v závodě oddělení metalurgie /s. inž. Staňková/ byly zjištěny tyto příčiny:

- 1/ Zaručený obsah uhlíku dle ČSN 412090, který se má pohybovat v rozmezí 0,80 - 0,90 %, nebyl dodržován a pohyboval se nad i pod určenou hranici.
- 2/ U dodávaného materiálu byla zjištěna velmi hrubozrná struktura, takže materiál praskal i v eurovém stavu.
- 3/ Po vylišování se vložky silně prohýbaly. Příčinou byla údajně zjištěná oduhličená vrstva.

Proto byly vložky od 1.1.1965 vyráběny opět z náhradního materiálu 11700. Nemohl jsem si uvedené příčiny ověřit sám, poněvadž v závodě materiál 12090 nebyl.

Pro další výrobu vložek do prstů se uvažuje v závodě o změně materiálu 12090.21, který se při výrobě

VŠST
v Liberci

Katedra svařování a metalografie

DP-ST. 334

M. Jiránek

Listů: 63

List: 21

neosvědčil na jiný materiál řady 12, a kterého by byl
dodržen a normou zaručen obsah uhlíku v určitém rozsahu
na rozdíl od náhradního materiálu 11700, kde je normou
zaručen pouze maximální obsah uhlíku.

11700

VŠST v Liberci	Katedra svařování a metalografie	DP-ST- 334	
		M. Jiránek	
		Listů: 63	List: 22.
2/ <u>N á v r h t e c h n o l o g i e</u> <u>t e p e l n é h o z p r a c o v á n í v l o ž e k</u>			

VŠST v Liberci	Katedra svařování a metalografie	DP-ST- 334	
		M. Jiránek	
		Listů: 63	List: 23.

1/Volba materiálu:

V závodě zatím není rozhodnuto, zda se použije materiál 12 050 nebo materiál 12 060.

Pro navržení nové technologie pro tepelné zpracování jsem se rozhodl použít na výrobu vložek materiál 12 060.21.

Důvody:

1/Tepelné zpracování při kalení

Pro indukční kalení se z našich ocelí doporučují uhlíkové ocele 12 050, 12 060 a 12 061.

2/Lisování vložek

Vložky jsou lisovány z pruhů šířky 70 mm. Tyto pruhy lze přímo objednat z hutí. Tím odpadne stříhání plechových tabulí na pásy v závodě, jako tomu je u materiálu 11 700. Materiál 12 050 se rovněž dodává pouze v tabulích.

3/Povrch materiálu

Boky vložek jsou frézovány pod řezným úhlem 20° a pak se na pilníkářském stroji rýhují. Při rýhování se na vrchní straně vytvoří výronek, který se musí po tepelném zpracování brousit. Použije-li se při frézování řezného úhlu tvarové frézy, které by při frézování řezného úhlu vyfrézovala i rýhy, budou vložky bez výronku a nemusí se vrchní strana brousit. Pak je ovšem nutné zaručit materiál přesné tloušťky. Proto volím materiál za studena lehce převálcovaný. Tloušťka takto dodávaných

pruhů se pohybuje dle ČSN 42 5350

u tloušťky 2,00 v toleranci $\pm 0,08$

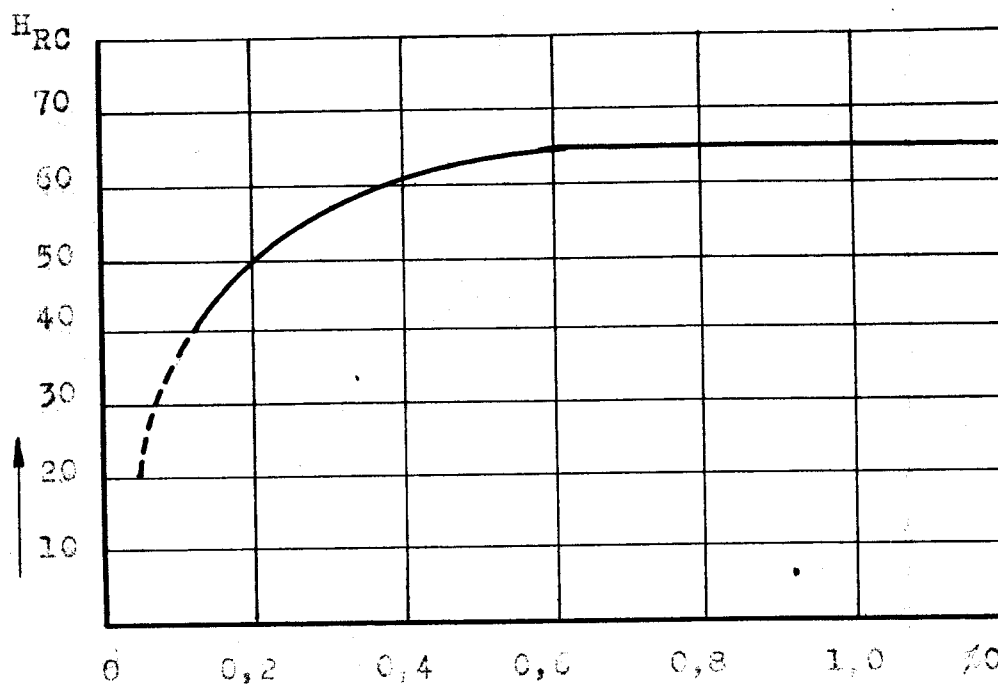
u tloušťky 3,00 v toleranci $\pm 0,10$

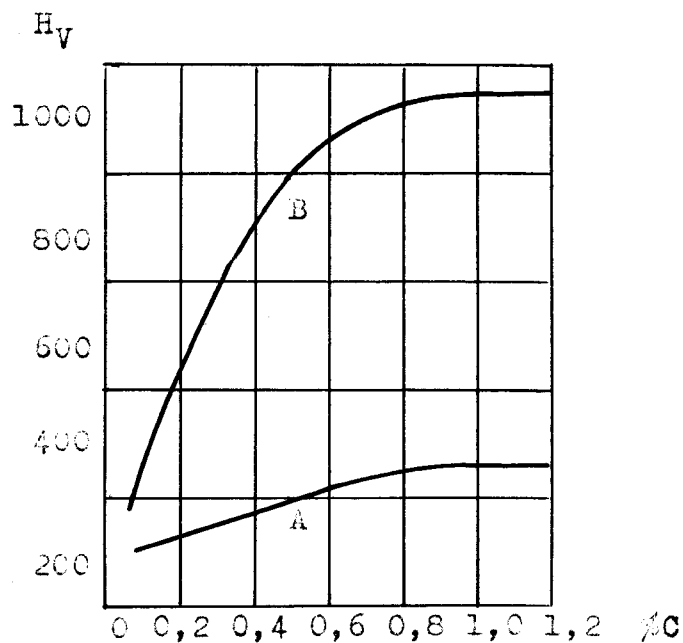
4/ Tvrdost zakalené části:

Velkou úlohu při kalení má u ocelí obsah uhlíku. Na jeho obsahu závisí stupeň dosažitelné tvrdosti při kalení. U vložek se má tvrdost zakaleného pásma pohybovat v rozsahu 50 až 60 H_{RC}.

Materiál 12 060 podle normy ČSN 41 2060 zaručuje obsah uhlíku v rozmezí 0,52 - 0,60 % C. Bude-li tento materiál tepelně zpracován, je zaručena požadovaná tvrdost v podstatně užším rozmezí než dovoluje výkres.

Tvrdost po kalení
v závislosti na obsahu uhlíku





A - vyhřátý stav

B - tvrdost po zakalení

Nejvyšší dosažitelná tvrdost v závislosti na obsahu uhlíku

Navrhovaný materiál na vložky 4 - 160 - 1742.

pruh $2 \pm 0,08$ x $70 \pm 2,25$ ČSN 42 5350 12 060.21

Zkoušky prováděné s materiálem 12 060.21

A/ Kalení:

1/Materiál před pepelným zpracováním

Obsah uhlíku:

U namátkou vybraných 3 kusů provedli v laboratoři měření obsahu uhlíku. U všech kusů byl naměřen obsah 0,58 %, což vyhovuje rozmezí uvedenému v ČSN 41 2060.

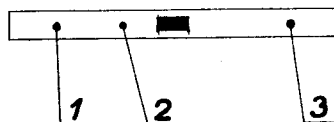
Tvrдость:

Normou je předepsána maximální tvrdost podle Vickerse ve stavu 12 060.21 maximálně 192 H_V. Naměřené hodnoty přesahovaly uvedenou hranici řádově o 10 H_V.

1	2	3	4	5
206	202	198	204	198
196	192	202	195	202
197	192	198	204	194
202	200	198	196	202
196	197	196	202	202

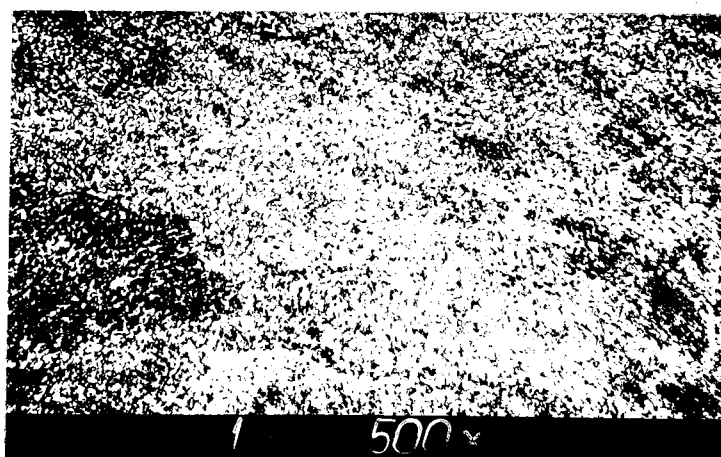
Struktura výchozího materiálu:

Schema vložky označující místa měření mikrotvrdotí H_V 30/10 a místo snímku č. 1.



Naměřené tvrdosti H_V 30/10

1.	202
2.	196
3.	202



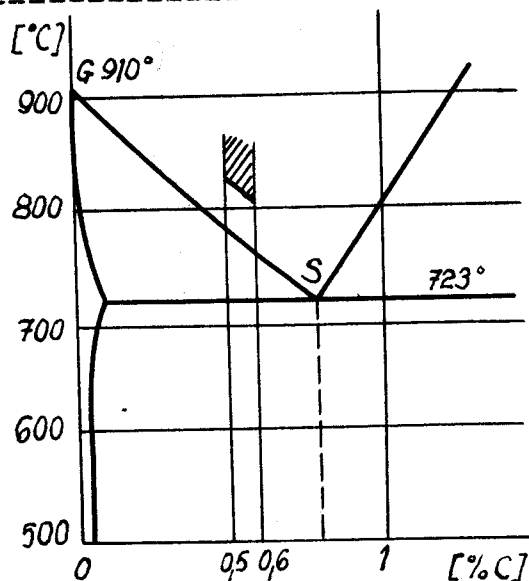
Leptáno nitalem

Na snímku je jemný globulární perlit.

Teorie vzniku austenitu při krátkodobých
ohřevech.

Strukturní změny při krátkodobých rychlých indukčních ohřevech materiálu probíhají jinak než při dlouhodobých ohřevech v peci. Rovněž předchozí tepelné zpracování má významný vliv na vznik homogenního austenitu. Na rozdíl od pomalého ohřevu v peci, je nutno při indukčním ohřevu zvýšit teplotu ohřevu, chceme-li dosáhnout stejné austenitizace. Rovnoměrné rozptýlení uhlíku urychluje dosažení homogenního austenitu.

Kalící teplota
při ohřevu v peci a indukci



Kalící teplota podutektoidní oceli

Při kalení podutektoidních ocelí z pece se teplota ohřevu pohybuje obvykle o 50 až 100 °C nad teplotou A_{C3} . Doba ohřevu je poměrně dlouhá a proces přeměny probíhá tak, že se snadno dosáhne téměř stejného austenitu.

Naproti tomu u indukčního ohřevu má teplota stále stoupající tendenci. Aby nedošlo k přehřátí povrchu, musí se ohřev včas ukončit. K austenitizaci dochází při vysokých teplotách, ale v kratším čase.

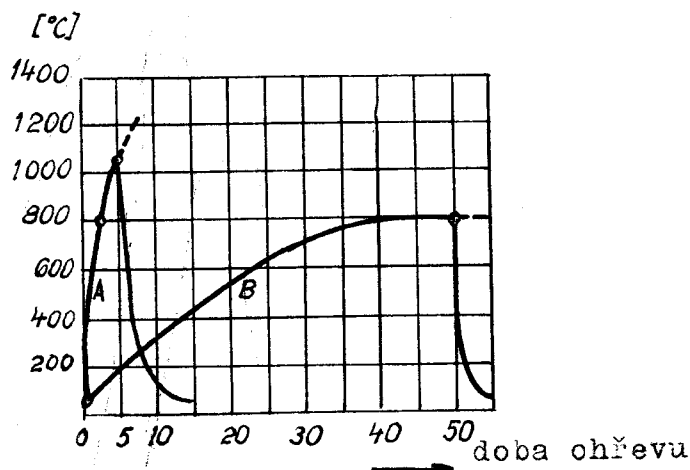


Diagram průběhu teploty při ohřevu v peci a indukci

2/ Tepelné zpracování

Pro zkoušky jsem použil vysokofrekvenčního ohřevu používaného v závodě pro výrobu vložek 4 - 160-1742. Hodnoty pro seřízení stroje GV 21 na tuto výrobu byly stanoveny výzkumným ústavem el. zařízení.

Použité hodnoty při ohřevu:

- | | |
|----------------------------|--------|
| 1/ Odbočky anodového trafa | 2 |
| 2/ Mřížkový proud | 0,65 A |
| 3/ Anodový proud | 1,80 A |

a/ Technologický postup:

- 1./ Vysokofrekvenční ohřev - doba ohřevu 3 sec.

b/ Dosažená tvrdost v zakaleném pásmu

Tvrdost v okrajovém pásmu se pohybovala v rozsahu $47 \pm 2 H_{RC}$.

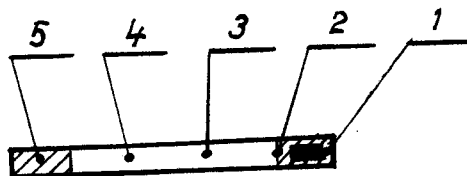
Naměřené hodnoty v zakaleném pásmu:

1	2	3	4	5
47	47	46	47	47
47	46	48	46	47
48	47	49	47	46
46	47	48	46	46
47	47	48	46	48

Podle naměřených hodnot lze soudit, že doba ohřevu 3 sec. byla malá a že nedošlo k dostatečnému prohřátí materiálu.

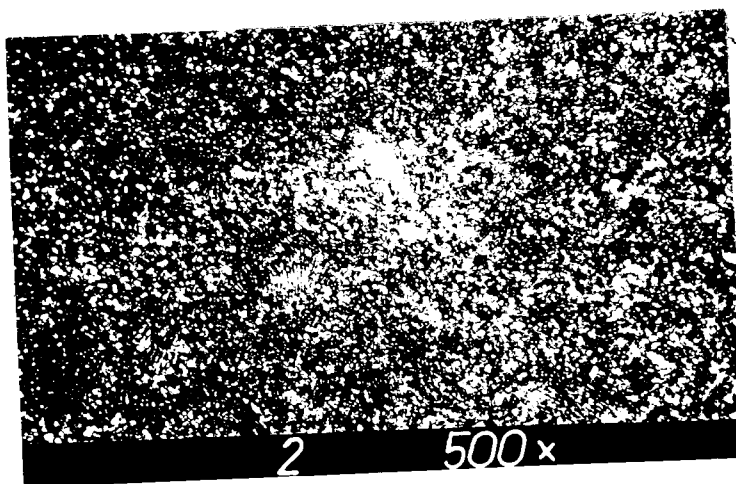
3/ Struktura materiálu:

Schema vložky s označením míst měření mikro-
tvrdosti a místa snímku struktury.



Naměřené hodnoty H_V 30/10

1	550
2	308
3	204
4	196
5	487



leptáno nitalem

Na snímku je vidět v jemném martenzitu
s rovnoměrně rozloženými karbidy ojediněle se vyskytující
zbytky lamelárního perlitu.

Malá tvrdost byla zaviněna nízkou kalicí teplotou vložky. U ocelí obsahující do 0,60 % C se dá nastavovat kalicí teplota podle měření tvrdosti, poněvadž tvrdost u těchto ocelí stoupá za předpokladu, že se všechen uhlík rozpustil v austenitu. Je tedy tvrdost přímou mírou austenitizace, i když měření tvrdosti není tak spolehlivé jako hodnocení metalografické, ale je velmi rychlé a mnohem pohodlnější.

Metalograficky bylo potvrzeno, že doba ohřevu byla krátká a nemohlo dojít k úplné austenitizaci, protože na snímku je kromě martenzitu zbytek lamelárního perlitu. Pro dokonalé prohřátí a zakalení vložky je třeba zvýšit kalicí teplotu.

1/ Technologický postup:

- a/ Vysokofrekvenčně ohřát - doba ohřevu 5 sec
b/ Ochlazovat ve vodě - 20°C.

2/ Dosažená tvrdost v zakaleném pásmu:

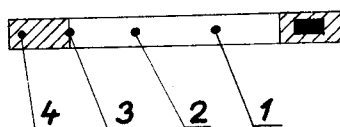
Tvrdost v zakaleném pásmu se pohybovala kolem 63 H_{RC}.

Čís. vzor.	Hodnoty tvrdosti v H _{RC}					
1.	63	63	64	63	62	63
2.	64	64	63	63	63	62
3.	64	62	62	63	63	63
4.	62	60	63	62	62	63
5.	63	64	63	62	63	62

Podle uvedeného diagramu dosažitelné tvrdosti v závislosti na obsahu uhlíku je tato tvrdost pro obsah uhlíku 0,56%C horní hranicí.

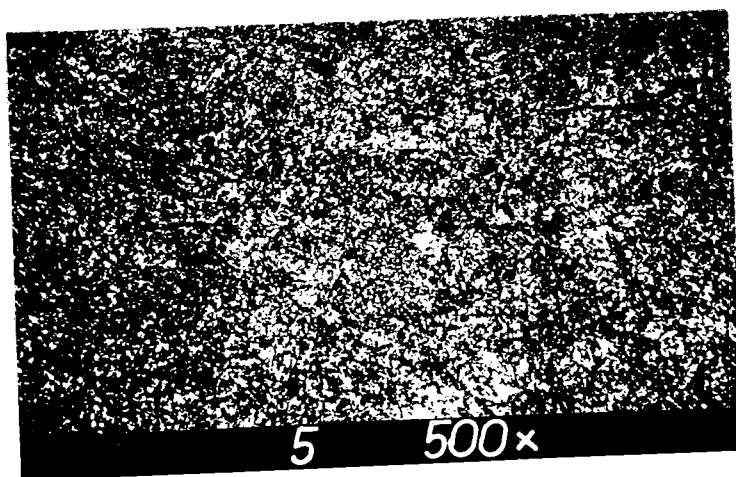
3/ Struktura materiálu:

Schema vzorku vložky použité pro metalografické vyšetření struktury po kalení.



Naměřené hodnoty H_V 30/10

1	210
2	205
3	404
4	784



leptáno nitalem

Na snímku je jemná martensitická struktura.

Struktura na obrázku dokazuje, že vložka byla dobře prohřátá a že při ohřevu trvajícím 5 sec. došlo k úplné

VŠST v Liberci	Katedra svařování a metalografie	DP-ST- 334	
		M. Jiránek	
		Listů: 63	List: 33.
austenitizaci. Rovněž rychlost ochlazování byla správná, takže se vytvořila jemná stejnorodá martenzitická struktura.			

B/ Popouštění:

1/ Teorie popouštění:

Indukčně kalené součásti se stejně jako sou-

části kalené z pece musí popouštět ze stejných důvodů.

1/ Zmírnění nebo odstranění vnitřního pnutí,
aby se zabránilo deformaci kaleného před-
mětu a možnosti vzniku zákalných trhlin.

2/ Zvětšení houževnatosti kalených vrstev

Teplota a doba popouštění se řídí podle po-

žadavků, které jsou na výrobek kladeny.

VŠST v Liberci	Katedra svařování a metalografie	DP - ST - 334	
		M. Jiránek	
		Listů: 63	List: 34.

B/ P o p o u š t ě n í :

1/ Teorie popouštění:

Indukčně kalené součásti se stejně jako součásti kalené z pece musí popouštět ze stejných důvodů.

1/ Zmírnění nebo odstranění vnitřního pnutí, aby se zabránilo deformaci kaleného předmětu a možnosti vzniku zákalných trhlin.

2/ Zvětšení houževnatosti kalených vrstev

Teplota a doba popouštění se řídí podle požadavků, které jsou na výrobek kladeny. Při teplotách kolem 100°C dochází ke změně martenzitu tetragonálního na martenzit s kubickou krystalografickou mřížkou a dochází k zmenšení pnutí. Kolem 200°C začne druhá fáze popouštění, t.j. rozklad zbytkového austenitu. Poslední etapa popouštění začíná asi kolem 300°C , kdy se nestabilní karbid E znenáhla přeměňuje ve fázi, která je pro dané složení oceli fází stabilní.

U popouštění indukčně kalených součástí se popouštěcí teploty pohybují mezi $160 - 200^{\circ}\text{C}$. Při těchto teplotách ještě nedochází k velkému poklesu tvrdosti. Při vyšších teplotách asi kolem 300°C začíná vznikat cementit a struktura materiálu získává charakter sorbitu. Délka času při vyšší popouštěcí teplotě má vliv na velikost cementitových zrn, které určují hrubost sorbitické struktury.

Zkoušky teploty a doby popouštění u vložek 4-160-1742:

Při zkouškách jsem sledoval vliv teploty a doby popouštění na tvrdost zakaleného pásma vložek. Hodnoty tvrdosti po zakalení se pohybovaly v rozmezí $63 H_{RC} \pm 2 H_{RC}$. Průměrná tvrdost $63 H_{RC}$ byla u všech popouštěných vzorků.

Naměřené hodnoty tvrdosti po zakalení:

Hodnoty tvrdosti H_{RC}				
62	64	65	62	64
63	64	62	63	63
63	63	64	63	62

Popouštění:

Popouštění jsem prováděl v rozsahu teplot od $160^{\circ}C$ do $300^{\circ}C$ vždy po $50^{\circ}C$. Pro každou teplotu jsem volil stejný popouštěcí čas. Nejprve 20 minut, pak 40 minut až 1 hodinu.

Popouštění při teplotách 160 - 300°C

Popouštěcí doba 20 minut

Teplota popouštění 160°C

Tvrđost H _{RC}				
60	61	60	61	62
61	60	61	62	59
61	62	60	61	63

Teplota popouštění 200°C

Tvrđost H _{RC}				
58	58	58	60	59
56	58	57	59	58
59	59	60	57	58

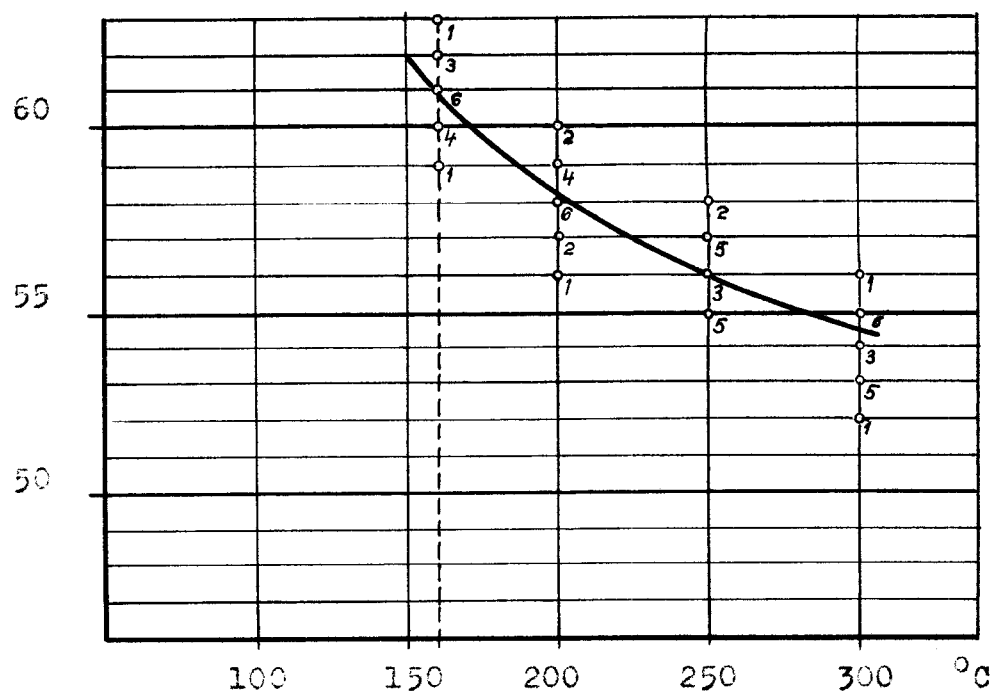
Teplota popouštění 250°C

Tvrđost H _{RC}				
57	57	55	56	55
55	57	58	57	55
56	58	56	57	55

Teplota popouštění 300°C

Tvrđost H _{RC}				
55	55	53	54	55
53	54	56	53	54
52	53	53	55	55

o i ... i = počet stejných hodnot tvrđosti



Popouštěcí doba 40 minut:

Teplota popouštění 160°C

Tvrdost H _{RC}				
60	62	61	60	60
63	61	61	61	60
61	60	60	59	61

Teplota popouštění 200°C

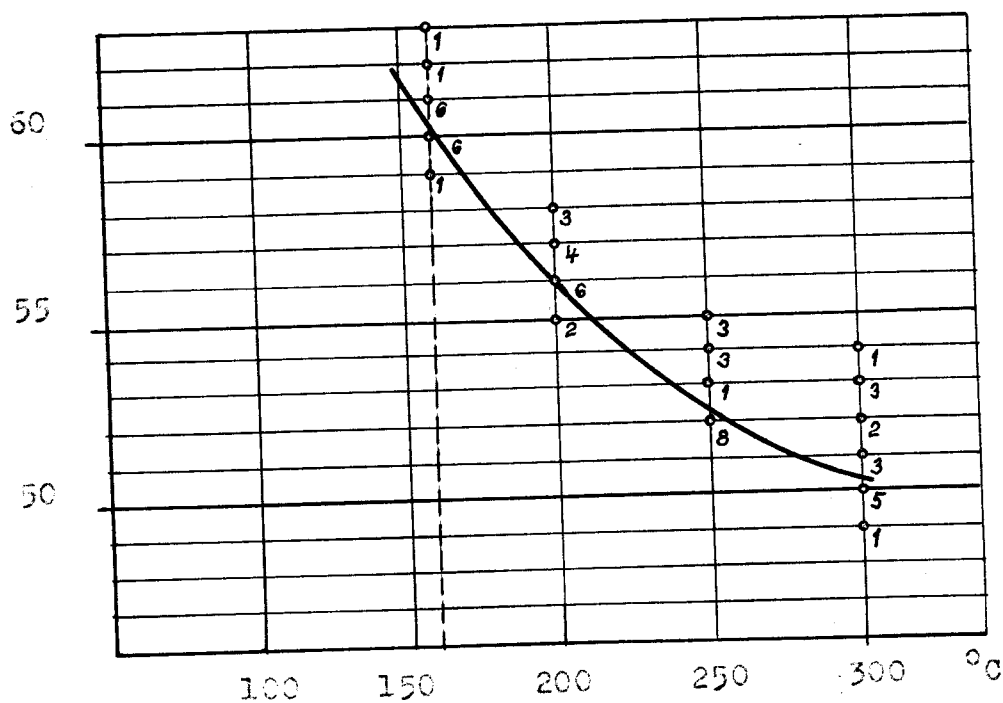
Tvrdost H _{RC}				
56	58	55	56	58
57	57	56	56	56
55	58	56	57	57

Teplota popouštění 250°C

Tvrdost H _{RC}				
55	52	55	55	53
52	54	54	52	52
52	52	52	52	54

Teplota popouštění 300°C

Tvrdost H _{RC}				
53	50	51	50	51
53	52	52	49	50
50	54	50	53	51



3/ Popouštěcí doba 1 hodina:

Teplota popouštění 160°C

Tvrđost H_{RC}				
56	58	58	58	60
57	58	59	59	58
58	58	59	59	59

Teplota popouštění 200°C

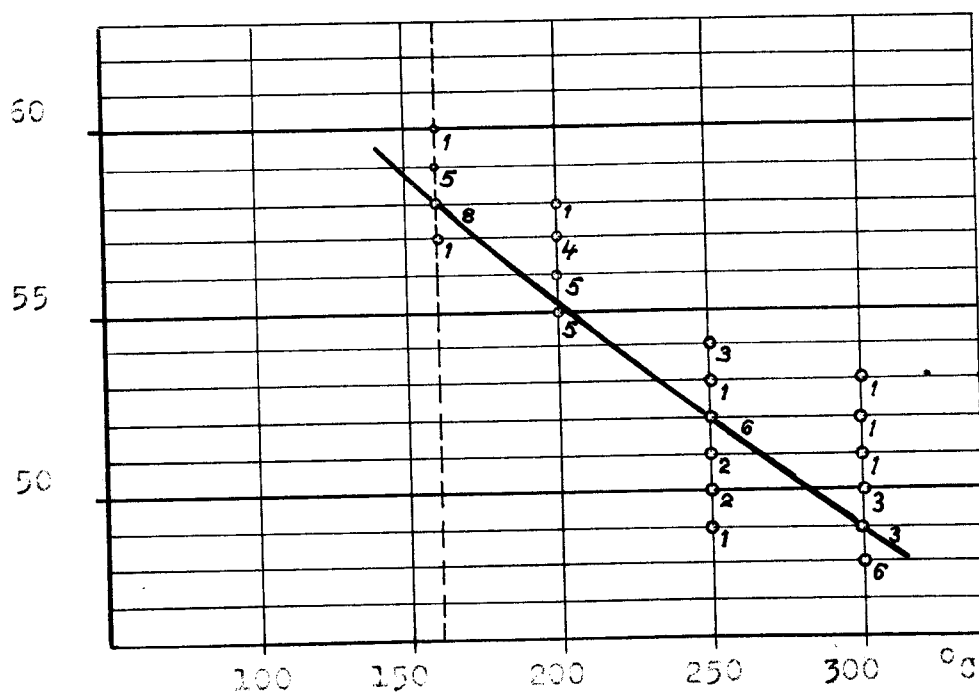
Tvrđost H_{RC}				
56	55	55	58	57
57	56	57	57	55
55	56	55	56	56

Teplota popouštění 250°C

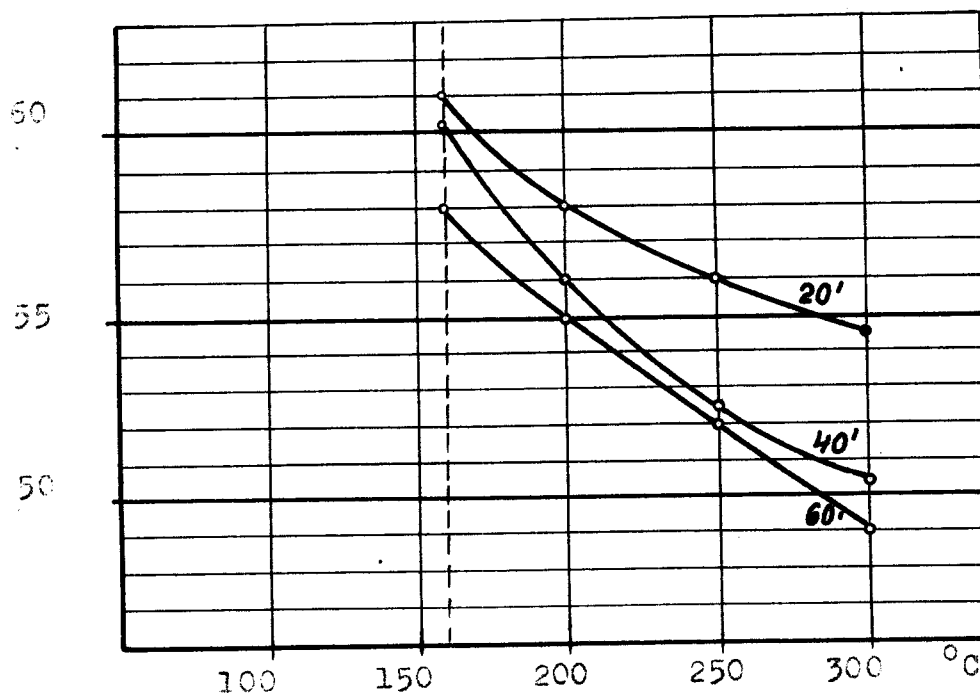
Tvrđost H_{RC}				
54	52	54	51	50
54	49	52	53	51
50	52	52	52	52

Teplota popouštění 300°C

Tvrđost H_{RC}				
53	50	48	48	48
52	49	49	50	48
48	49	48	51	50



Grafické znázornění vlivu popouštěcí teploty
a ~~delky~~ popouštění na pokles tvrdosti zakale-
né části vložek.

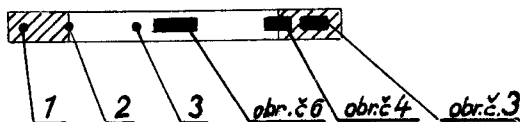


Pro sestavení grafu byly použity průměrné
hodnoty tvrdostí z předchozího měření.

VŠST v Liberci	Katedra svařování a metalografie	DP - ST - 334	
		M. Jiránek	
		Listů: 63	List: 40.
Výsledky tohoto měření jsou uvedeny jednak v tabulkách a jednak v grafickém znázornění závislosti tvrdosti H_{RC} na teplotě a čase. Čtvrtý diagram graficky znázorňuje shrnutí výsledků všech těchto měření. Z porovnání všech těchto diagramů je možno určit nejvýhodnější způsob popouštění vložek. Měření tvrdosti popouštěných vložek na jednotlivých teplotách vykazovalo při vyšších teplotách větší rozptyl naměřených hodnot. Rozptyl měřených hodnot se poněkud zmenšuje s rostoucí dobou popouštění. Z toho je možno soudit, že je výhodnější popouštět na nižší teplotu v delších časech. Volím pro popouštění kalených vložek teplotu 160°C a dobu 1 hodinů. Tyto hodnoty /zvláště doba 1 hodiny/ vyhovují způsobu práce v navrhovaném zařízení, které bude obsluhovat jeden dělník a popouštěcí pec bude obsluhovat jednou za hodinu. Vyjme a vloží do pece hodinové množství, t.j. 600 ks vložek o váze asi 20 kg v popouštěcím koši. Doba 1 hodiny popouštěcí lépe vyhovuje podmínce dobrého prohřátí všech kusů vsázky, než dosud používaná doba 20 minut při teplotě 300°C. Podle odborné literatury se při teplotě kolem 300°C vytváří struktura hrubého sorbitu s výraznými zrny cementitu. Naměřené hodnoty tvrdosti popouštěných vložek /$T = 300^{\circ}\text{C}$, $t = 20'$/ jsou v mezích povolené tolerance, ale mají velký rozptyl. Z této skupiny vložek jsem pořídil snímky struktury.			

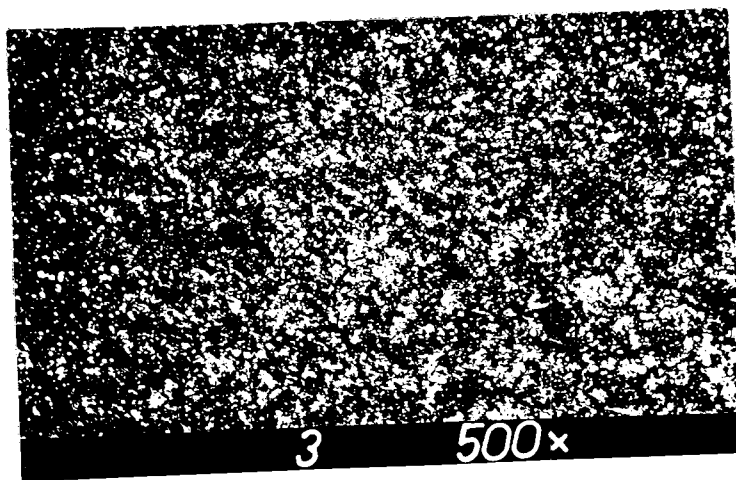
1/ Struktura materiálu:

Schema vzorku vložky použité pro metalografické vyšetření struktury po popouštění.



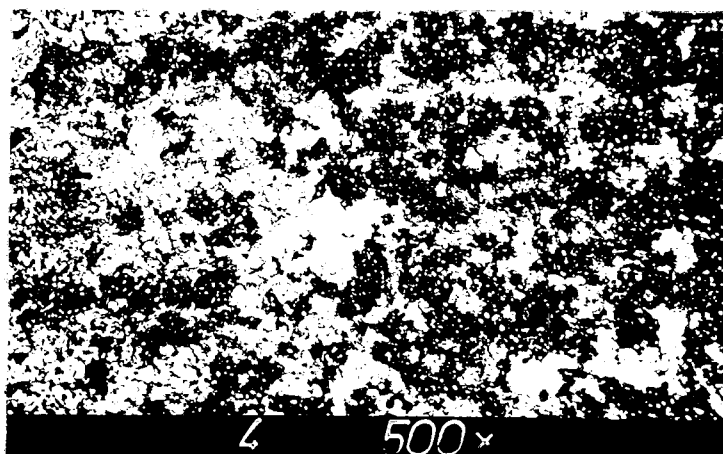
Naměřené hodnoty H_V 30/10

1	619
2	391
3	234



leptáno nitalem

Na snímku je hrubý sorbit vznikající při teplotě kolem 300°C .



leptáno nitalem

Na snímku je přechodové pásmo kaleného a popuštěného kraje vložky do materiálu ve středu vložky. Na tomto snímku je vidět popuštěnou martenzitickou strukturu s rozptýlenými karbidy, lamelární a kuličkový perlit a zrnka feritu.



leptáno nitalem

Snímek č. 6 je střed vložky, který po tepelném zpracování má zůstat měkký. To snímek struktury potvrzuje. Na snímku jsou vidět feritická zrna obklopená lamelárním a kuličkovým perlitem.

Tyto snímky jsou dokladem, že rychlé popouštění

/t = 20 minut/ na vysoké teploty /T = 300°C/ pro tento druh materiálu nedává jemnou sorbitickou strukturu a vzhledem ke krátkému časovému intervalu není možné při hromadném popouštění zaručit rovnoměrný ohřev všech vložek.

Navržený technologický postup tepelného zpracování břitových vložek 4 - 160 - 1742 z materiálu jakosti 12 060 . 21

1. operace:

Vysokofrekvenčně ohřát - doba ohřevu 5 sec.

Hodnoty pro nastavení Vf generátoru GV 21.

a/odbočka anodového transformátoru 2

b/mřížkový proud 0,65 A

c/ anodový proud 1,80 A

2. operace:

Ochlazovat ve vodě 20°C

3. operace:

Popouštět 600 ks při teplotě 160 ° C po dobu 60 minut.

VŠST v Liberci	Katedra sváření a metalografie	DP-ST- 334	
		M. Jiránek	
		Listů: 63	List: 44
3/ Návrh zařízení na tepelné zpracování vložek do prstů žacího ústrojí. Uspořádání pracoviště:			

1/ Kalení:

Návrh kalicího zařízení je nakreslen na formátu A₀ jako poloautomatický stroj. Zdrojem energie pro ohřev je vysokofrekvenční generátor GV 21, vyráběný n. p. ZEZ, závod Rychnov n. Nis.

A/ Kalicí zařízení:

- 1/ Generátor GV 21
- 2/ Induktor
- 3/ Zakládací zařízení
- 4/ Chladicí vana
- 5/ Vynášecí dopravník
- 6/ Pohon dopravníku

1/ Generátor GV 21a/ Přibližný výpočet výkonu pro ohřívanou součást

$$P = \frac{Q_t}{t}$$

P ----- ohřívací výkon /KW/

Q_t ----- celkové potřebné teplo /kWs/

t ----- doba ohřevu /s/

$$Q_t = 4,18 \cdot G \cdot c \cdot \Delta t$$

G ----- váha ohřívané části výrobku na kalicí teplo-

tu

c ----- teplo oceli / kcal / kg °C/

Δt --- přírůstek teploty /°C/

Váha vložky G₁ = 0,018 kg

Váha ohřívané části G = 0,00846 + 0,01 kg

Q_t pro kalicí teplotu 800 - 1000 z tabulek 168 kcal/kg

$$P = 4,18 \cdot 0,010 \cdot 168 = 7,02 \text{ kWs}$$

Průměrný ohřívací výkon:

$$P = \frac{Q_1}{t} = \frac{7,02}{5} = 1,404 \text{ kW}$$

Protože se současně odvádí teplo do nezakalené části, je nutné provést opravu výpočtu. Ve velmi nepříznivých případech /jako na př. při velké hloubce dosažené vysokým kmitočtem/ může být spotřeba až 10krát větší než pro samostatnou kalenou vrstvu.

opravený potřebný výkon

$$P = 1,404 \cdot k = 1,404 \cdot 10 = 14,04 \text{ kW}$$

Ztráty tepla sáláním a vedením do okolí:

Ohřívaná plocha:

$$P = \frac{24 + 21}{2} \cdot 58 = 22,5 \cdot 58 = 13 \text{ cm}^2$$

U vložky se ohřívají obě strany:

$$P_c = 26 \text{ cm}^2$$

Ztráty sáláním ----- 8 W/cm²

Ztráty vedením vzduchu --- 2 W/cm²

$$\text{Celkové ztráty } /8 + 2/ \cdot 26 = 0,26 \text{ kW}$$

Pro ohřev stačí výkon generátoru GV 21.

Technická data:

Maximální užitečný výkon krátkodobě 30 kW

Maximální užitečný výkon při nepřetržitém provozu 15 kW

Regulace výkonu: hrubá ve 4 stupních

jemná plynule

Kmitočet cca 450 000 c/min - 15%

Připojení na síť 3 x 380 V - 50 c/sek

2/Provedení induktoru:

Tvar induktoru byl pro stávající výrobu vyvinut výzkumným ústavem pro elektrické zařízení Praha a dá se použít i pro navrhované zařízení.

3/ Zakládací zařízení:

Zakládací zařízení je ovládáno vzduchovým válcem, který vysunovačem vytlačí ze zásobníku 1 ks vložky, která spadne skluzem na vrchní kolík oddělovače. Při zpětném pohybu vzduchového válce horní kolík, ovládaný dvouramennou pákou, uvolní vložku a ta spadne na spodní dorazový kolík. Při této poloze pístnice je výpadevový otvor induktoru otevřen. Při dalším pohybu pístnice dopředu se nejprve uzavírá výpadevový otvor induktoru, pak spodní kolík, uvolní zachycenou vložku a vrchní kolík zachytí další vysunovanou vložku ze zásobníku.

4/ Ochlazovací lázeň:

Ohřáté vložky vypadávají do přechové vany s vodou, ve které je vynášecí dopravník, který ochlazené vložky vynáší do popouštěcího koše. Pohon dopravníku obstarává elektrický motor 0,25 kw. Otáčky motoru jsou převodem a převodovou skříní sníženy tak, aby rychlost dopravníku byla kolem 7 cm/sek.

Hladina vody v nádrži je udržována na stejné úrovni přepadevým krdlem odpadové trubky.

VŠST v Liberci	Katedra svařování a metalografie	DP-ST- 334	
		M. Jiránek	
		Listů: 63	List: 48.

B/ Popouštění:

Pro popouštění se použije šachtové elektrické pece řady KPO 7/5. Jsou to pece válcového tvaru s nuceným oběhem vzduchu.

Typ pece:

Vnitřní rozměry ϕ 300 x 500

KPO 7/5 Vnější rozměry ϕ 950 x 2000

Vsázka, t.j. hodinové množství zakalených vložek se bude vkládat do pece v koši, který bude rozdělen výsuvnými rošty na 6 stejných dílů. Do každého odděleného prostoru se přímo z vynášecího zařízení budou dopravovat zakalené vložky /po 100 ks na jeden rošt/

Regulace teploty:

Pece typu KPO jsou opatřeny automatickou regulací teploty pomocí padáčkových regulátorů, které ovládají magnetické stykače pro spínání topných obvodů.

Dodavatel:

Výrobcem a dodavatelem šachtových popouštěcích pecí je výrobní podnik ZEZ Hloubětín Praha.

Vsazení košů:

Pro vsazení košů do pece se použije zvedacího zařízení typu B3A, nosnost 200 kg.

VŠST v Liberci	Katedra svařování a metalografie	DP-ST- 334	
		M. Jiránek	
		Listů: 63	List: 49.

Technická data:

Nosnost	200 kg
Zdvih	1.600 mm
Zvedací rychlost	8,4 m/min.
Minimální vyložení	600 mm
Maximální vyložení	1.350 mm

Výrobce a dodavatel:

n.p. Kuřim, závod Lipník n. Bečvou

D/ Kontrola tvrdosti:

Pro rychlou kontrolu dosahovaných hodnot tvrdosti při seřizování , kalení a popouštění i během výroby použijte tvrdoměr Rockwell typ RR4 - výrobce a dodavatel n.p. Meopta Modřany.

708

is použito

Technologický projekt zařízení

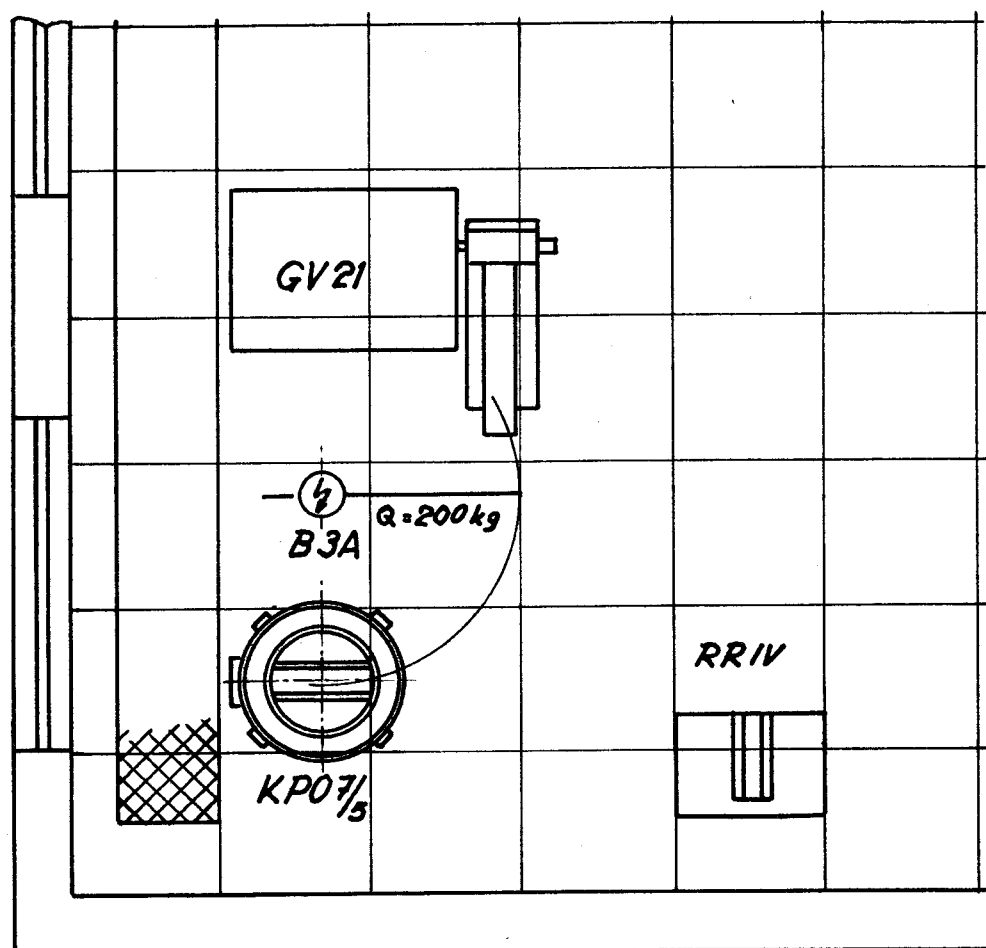
na tepelné zpracování vložek do přetů šacího ústrojí

GV 21 - vysokofrekvenční generátor s podávacím
ústrojem a ochlazovací vana

B3A --- zvedací zařízení - nosnost 200 kg
maximální vyložení 1.350 mm

KPC 7/5-šachtová pec

RR IV ---tvrdoměr Rockwell



K a p a c i t n í p r o p o č e tn a v r h o v a n é h o z a ř í z e n í

Efektivní roční pracovní kapacita pro ruční pracoviště:

Nepřetržitý provoz:

$$E_n = 365 \text{ dní} \times 8 \text{ hodin} = 2.920 \text{ hodin} / \text{směn/rok}$$

Přerušovaný provoz:

Nepracuje se v neděli a o svátcích. Pracovní doba je stanovena na 46 hodin týdně, t.j. 46 hodin na 6 pracovních dnů.

$$E_p = \frac{306 \text{ dnů v roce}}{6} \cdot 46 \text{ hod/týden} = 2346 \text{ h/směna/rok}$$

Odpracované hodiny E_p bez ztrátových časů se mohou počítat pouze na ručním pracovišti. U strojního pracoviště jsou ztrátové časy na opravy. Ztráty mají obnášet maximálně 10 %.

Strojní provoz:

$$E_s = 2.346 - 236 = 2.110 \text{ hod./směna/rok}$$

Efektivní roční pracovní kapacita dělníka:

Po odečtení průměrného nároku na dovolenou 18 dnů a nepřítomnost v práci z osobních důvodů 20 dnů, pak je

$$E_{ef} = \frac{268}{6} \times 46 = 2.054 \text{ efektivních hodin} / \text{směna/rok}$$

Kalící a popouštěcí zařízení bude obsluhováno 1 dělníkem. Pro výpočet kapacity zařízení beru za základ efektivní hodiny dělníka /směnu/rok = 2.054 hod./směnu/rok

Kalící zařízení:

Strojní cyklus kalícího zařízení pro 1 ks vložky je 6 vteřin.

Počet ks./hod. ----- $n_h = \frac{60}{6} \cdot 60 = 600$ ks
=====

Kapacita pracoviště na 1 směnu za rok:

$K_{s/r}$ --- kapacita na 1 směnu za rok

$K_{s/r} = E_{ef} \cdot n_h = 2.054 \cdot 600 = 1.232.400$ ks
=====

Roční plán výroby je 2.000.000 ks vložek

Směnnost:

S --- směnnost

V --- celková roční výroba

$S = \frac{V}{K_{s/r}} = \frac{2.000\ 000}{1.232\ 400} = 1,63$

To znamená, že pracovní kapacita navrhovaného zařízení bude při dvousměnném provozu využita na 81,5 %. Zbylou kapacitu je možno využít na jinou výrobu.

Bezpečnost práce:

Indukované elektrické proudy mají dva účinky:

- 1/ účinek tepelný, kterého se využívá v průmyslu
- 2/ účinek netepelný, který však není ještě dostatečně objasněn. Výzkumný ústav zkouší vliv tohoto účinku na dědičnost, ale zatím nejsou tyto účinky zcela prokázány. Je však již dokázáno, že delší pobyt v elektromagnetickém poli způsobuje velké snížení krevního tlaku. Tento zjev našel již uplatnění v lékařství. Nepříznivý vliv těchto netepelných účinků se projevuje hlavně u žen.

Maximální doba ozáření:

Pro pobyt v elektromagnetickém ozáření byla stanovena maximální doba ozáření, a to součinem intenzita $\times$ doba = 80, pro kmitočty /0.01 - 300 MHz/.

Nově navrhované zařízení odstraní nejtěsnější styk dělníka se zdrojem elektromagnetického záření, poněvadž odpadne ruční vkládání vložek do induktoru.

O bezpečnosti při práci v oblasti silného elektromagnetického záření vyšel výnos hlavního hygienika

VŠST v Liberci	Katedra svařování a metalografie	DP-ST- 334	
		M. Jiránek	
		Listů: 63	List: 54.
4. Ekonomické a jakostní vyhodnocení navržené technologie tepelného zpracování -----			

Rentabilita zařízení

pro tepelné zpracování vložek

Jakékoliv zařízení je rentabilní, jestliže náklady vynaložené na pořízení a údržbu navrhovaného stroje nejsou větší než úspory na mzdách, zvětšené o úspory na režii výroby výrobku, přepočítáno na 1 vyrobený kus.

V ceně zařízení je zahrnuta i režie spojená s výrobou zařízení i jeho zavedení do výroby.

Vzorec pro výpočet rentability:

$$U / 1 + R / \geq \frac{\frac{C}{A} + S}{n}$$

U ----- /Kčs / 1000 ks/ ---- úspora v přímých mzdách
za 1000 ks

R ----- / 100% $\Rightarrow$ R = 1 / - režie výroby, která zaří-
zení bude používat

C ----- / Kčs / ----- cena zařízení, t.j. náklady
na konstrukci zařízení s
režií, materiál /skladování/
a na výrobu, tj. na mzdy
s režií výroby. Do této
ceny se započítává pouze
cena nového zařízení.

A ----- počet let potřebných pro dosažení rentability
nebo doba použití zařízení

S ----- / Kčs / rok / ----- roční náklad na seřízení
a údržbu zařízení

n ----- /ks/ ----- počet ks vyráběných za rok

1/ Ú s p o r y :

Dřívější operace podle dosavadního postupu 9a,
9b budou pro navrhované zařízení sloučeny, protože po-

pouštění vložek bude prováděno na jednom pracovišti a nikoliv jako dříve v jiné dílně. /Viz pracovní postup operace 9a, 9b/.

Sloučení těchto operací je umožněno automatizací kalícího cyklu, takže jeden dělník může obsluhovat jak kalení tak popouštění i s kontrolou tvrdosti vložek a tak přímo ovlivňovat jejich jakost. Tím vznikne úspora operace 9c.

$$U_{9b} = 6,85 \text{ Kčs/1000 ks}$$

Kromě toho se odstraní převážení vložek do jiné dílny /661/ a přivezení vložek zpět k leštění povrchu.

$$U_{př} = 0,60 \text{ Kčs/1000 ks}$$

Celková úspora:

$$U_c = U_{9b} + U_{př} = 6,85 + 0,60 = \underline{7,45 \text{ Kčs/1000 ks}}$$

2/ Režie:

Režie dílny ve které je zařízení umístěno je 100%.

To znamená, že

$$\underline{R = 1}$$

3/ Cena zařízení:

4/ Životnost zařízení:

a/ Podávací zařízení:

C_1 -- předpokládaná cena
zařízení

C_1 --- 8.000 Kčs

A_1 -- předpokládaná život-
nost

$\frac{C_1}{A_1}$ -- poměrná cena zařízení

A_1 -- 2,5 roku

C_1 -- $\frac{8.000}{2,5} = 3.200 \text{ Kčs}$

$\frac{C_1}{A_1}$ 2,5

b/ Ochlazovací zařízení:

$$C_2 = 10.000 \text{ Kčs}$$

Životnost vany: A_2' je 5 let

$$\text{Cena pásu} = 300 \text{ Kčs}$$

Životnost pásu vynášecího
zařízení A_2'' je 0,3 roku

Předpokládaná spotřeba
pásů - 3 ks za rok

$$\frac{C_2}{A_2} = \frac{15.000}{5} = 3.000 \text{ Kčs}$$

c/ Pec KPO:

$$C_3 = 20.000 \text{ Kčs}$$

Životnost podle literatury
10 let, pro výpočet 5 let

Koše pro popouštění vložek
6 ks

$$\frac{C_3}{A_3} = \frac{20.000}{5} = 4.000 \text{ Kčs}$$

Předpokládaná cena

$$A_4 = 3 \text{ roky}$$

$$C_4 = 3.000 \text{ Kčs}$$

$$\frac{C_4}{A_4} = \frac{3.000}{3} = 1.000 \text{ Kčs}$$

d/ Konsolový jeřáb - nosnost
200 kg/2m.

$$C_5 = 15.000 \text{ Kčs}$$

$$A_5 = 5 \text{ let}$$

$$\frac{C_5}{A_5} = 3.000 \text{ Kčs}$$

e/ Tvrdenář H_{RC}

$$C_6 = 5.000 \text{ Kčs}$$

$$A_6 = 5 \text{ let}$$

$$\frac{C_6}{A_6} = 1.000 \text{ Kčs}$$

F/ Úprava pracoviště:

Předpokládané náklady:

$$A_7 = 5 \text{ let}$$

$$C_7 = 25.000 \text{ Kčs}$$

$$C_7$$

$$= 5.000 \text{ Kčs}$$

$$A_7$$

$$\Sigma C = 91.000 \text{ Kčs}$$

$$\Sigma \frac{C}{A} = 20.200,-- \text{ Kčs}$$

Pro výpočet rentability je třeba počítat s poměrnou hodnotou investice připadajících na 1 rok. Vzhledem k různé životnosti použitého zařízení je třeba tuto hodnotu přepočítat podle délky životnosti.

4/ Náklady na seřízení a údržbu:

V dříve uvedeném kapacitním propočtu je za rok rezervována na údržbu a opravy zařízení hodnota 10% výrobního strojního času, t.j. v přepočtené hodnotě při dvousměnném provozu za rok

$$S = 236 \cdot 2 \cdot 6 = 2.832 \cdot 3.000 \text{ Kčs}$$

Počet kusů:Uváděná roční kapacita $n = 2.000.000 \text{ ks}$

Zjistíme platnost vztahu pro rentabilitu

$$U / 1 + R / \geq \frac{C}{A} + \frac{S}{n}$$

$$7,45 / 1 + 1 / \geq \frac{20.200 + 3.000}{2.000 / 10^6 \text{ ks}}$$

$$14,90 \geq 11,60$$

=====

Vztah je splněn, z toho vyplývá, že zařízení bude rentabilní.

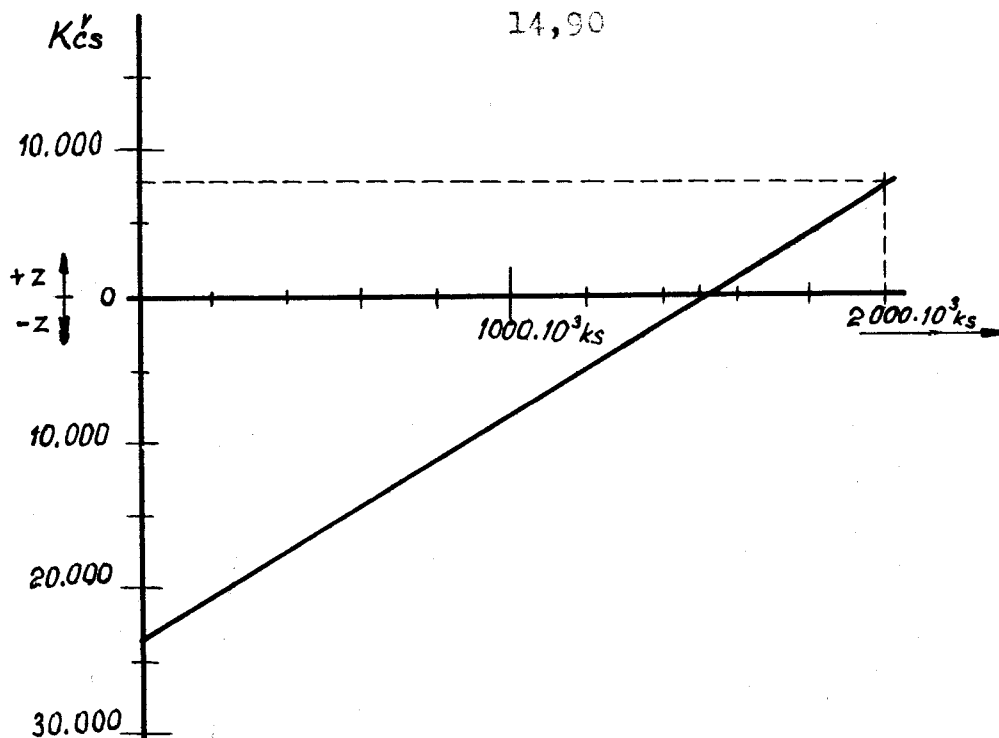
5/ Zisk za rok:

$$Z = n \cdot U/1 + R/ - / \frac{C}{A} + S /$$

$$Z = 14,90 - 11,60 = 3,30 \text{ Kčs} / 10^3 \text{ ks}$$

$$\text{pro } n = 0 \quad Z = - 23.200 \text{ Kčs}$$

$$Z = 0 \quad n = \frac{23.200}{14,90} = 1557$$

6/ Úspory ze materiálu:

Vložky jsou vyráběny z pásu šíře 70mm

Váha pásu 2 x 70, 12060 - 21 oca 2,24 kg

ČSN

Počet kusů vložek z pásu 63 ks

Potřeba materiálu = $\frac{\text{váha pásu}}{\text{počet vyřís. kusů}} = \frac{2,24}{63} = 0,0355 \text{ kg/ks}$

pro 1000 ks vložek: 35,5 kg

Cena materiálu 12 090 . 21 = 3,55 Kčs/kg

pro 1000 ks : 35,5 . 3,55 = 126,025 Kčs / 1000 ks

VŠST v Liberci	Katedra svařování a metalografie	DP-ST-334	
		M. Jiránek	
		Listů: 63	List: 60.

Cena materiálu 12 060 . 21 = 3,35 Kčs / kg

pro 1000 ks: 35,5 . 3,35 = 118,925 Kčs /1000 ks

Δ = 7,10 Kčs/1000 ks

Roční úspora při kapacitě 2.000.000 ks

= 7,10 . 2.000 = 14.200 Kčs/rok

7/ Předpokládaná celková úspora:

$Z_o = 5.600 + 14,200 = 19.800 \text{ Kčs/rok}$

6.600

Z Á V Ě R

Ve své diplomové práci jsem sledoval cíl snadné, účelné a rychlé realizace technologie tepelného zpracování vložek do prstů žacího ústrojí. Změna materiálu, který ve 2. části navrhuji, vyhovuje konstrukčním i technologickým podmínkám závodu a bylo by možno předepsat po realizaci tohoto návrhu přísnější požadavky na jakost vložek, které podstatně ovlivňují práci žacích strojů.

Podle výsledků měření ve 2. kapitole diplomové práce jsem navrhl nejvýhodnější technologii tepelného zpracování, kterou bylo možno navrhnout jen na základě provedených měření. Teprve na základě dalších zkoušek v provozu, přímo v pracovních podmínkách, by bylo možno potvrdit a nebo změnit hodnoty popouštění /teplota, čas/, a to podle kapitoly 2 - oddíl popouštění. Vzhledem k velkému množství vyráběných vložek je i dlouhodobá zkouška v pracovních podmínkách bezpodmínečně nutná. Rozsah tvrdosti 50 - 60 H_{RC}, požadovaný závodem, se zdá příliš velký a zřejmě respektuje nemožnost splnit užší toleranci této tvrdosti podle dosavadní technologie.

Navržené zařízení pro tepelné zpracování rovněž splňuje podmínku rychlé realizace, protože buď je již instalované v závodě /generátor GV 21 a indukto-ry/ nebo se již vyrábí /podávací zařízení/ a zbývající zařízení je možno koupit v tuzemsku /KPO 7/5/ a přímo

VŠST v Liberci	Katedra svařování a metalografie	DP-ST- 334	
		M. Jiránek	
		Listů: 63	List: 62.
zhotovit v závodě. Realizace technologie tepelného zpracování a navrhovaného zařízení je oprávněná i z hlediska rentability celého zařízení.			

VŠST v Liberci	Katedra svařování a metalografie	DP-ST- 334	
		M. Jiránek	
		Listů: 63	List: 63.

Seznam použité literatury:

1/ Akademik Vojtěch Jareš: Metalografie ocele - Praha 1960

2/ Akademik Vojtěch Jareš: Ocel - Praha 1958

3/ J. Stivín - K. Regner - L. Dvořák - J. Paukner:
Vysokofrekvenční ohřev v průmyslu - Praha 1955

4/ Vladimír Košelev: Metalografické tabulky -

5/ I.E. Kontorovič: Tepelné zpracování oceli a litiny
Praha 1952

6/ M.G. Loznickij: Promyšlenoje primenenie indukcionogo
nagreva - Moskva 1958

7/ Doc. inž. J. Draský: Technologické projektování výro-
by strojírén - Praha 1963

8/ inž. K. Marka: Bezpečnost při práci v oblasti silného
elektromagnetického záření - přednáška.

9/ ČSN - Ocel konstrukční třídy 11, 12

10/ ČSN 42 5350

Vzorek číslo datum označení	Navážka	Vyvážka spotřeba atd.	Výpočet: bar. tlak: teplota: faktor:	Obsah v %	Provedl dne
Vzorok 1. 15. III. 65	0,5 1	260 130 100 30	744 9312 60	9,56	
2.	0,5	290 129 100 29	744 9412 58	9,55	
3.	0,5	260 130 100 30	744 9312 60	9,56	
		253	Prakonty		

ACROSTROJ - JIČÍN										Výrobek 244 2N2183		Ks pro provedení 41		Název skupiny 14		Název součásti VLOŽKA		Běž. číslo 3892		Číslo výkresu 4,160-1742		Líst 2.		Líst 3			
Pracovní postup										Materiál 210,08x260x		Jakost 11700.21		Norma ČSN 425350.11		Rozpich 642		Ks z tyče 647		Skladní číslo		Měr. jedn. Kalk. jedn.		Číslo modelu		Cena za jedn.	
C. v. sestavy										2000		Popis práce		Nářadí		Rozné údaje											
Oper.	Dílka	Str.	Tř. prac.	tpz	tk	Kčs	tpz	tk	Výkres - název - norma	sklad	počet ks	běž. číslo	D	n	v	s/s	L	i									
7	5226		42	60	96	5,35	8,56		frézovat ostří po obou stranách ± 10°	410-1014																	
									60 ks společně rovnat do skříňky	020-666																	
8			52	90	177,38	10,08	8,878		rýhovat /6 zubů na 1cm/ rovnat do skříňky																		
9a	1771		53	50	137,2	5,705	13,632		ohřát VF - kalit do vody	480-																	
	661																										
9b	1731		53	50	160,2	5,705	6,850		popouštět při 320°C 25 min. ochlazovat na vzduchu																		
	986								kontrola tvrdosti																		
Vypracoval		Dne		Kontroloval		Dne		Normováč		Schválil		Schválil															
Podpis		Podpis		Podpis		Podpis		Podpis		Podpis		Podpis		Podpis		Podpis		Podpis		Podpis		Podpis		Podpis			

—

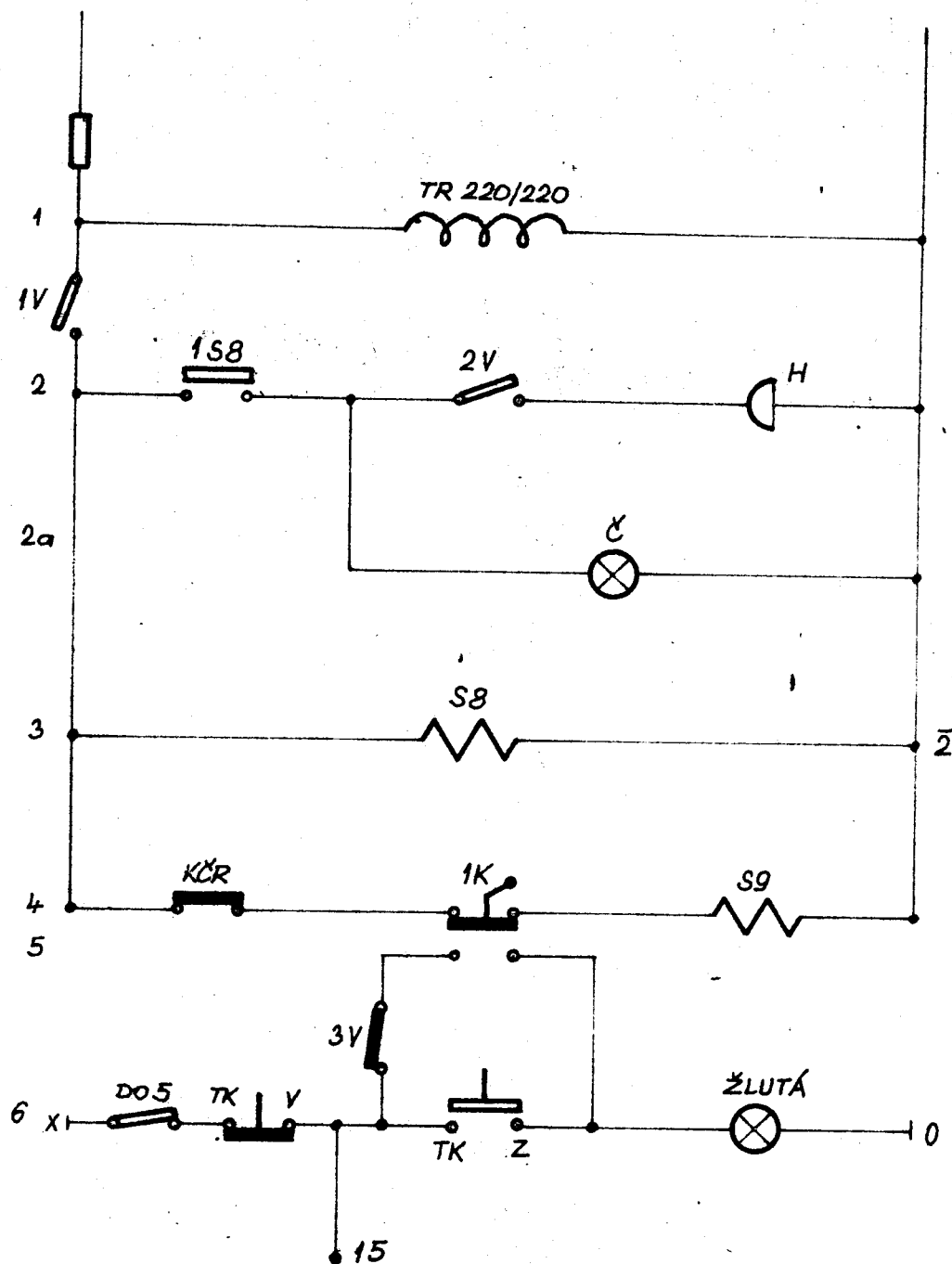
List	List
3	3

Množ./'kalk.j.	Cena za jedn.
100	100
200	200
300	300
400	400
500	500
600	600
700	700
800	800
900	900
1000	1000

June

--	--

1000



Větev 6 je totožná se schématem č. 9. prospektu (větev klíčování)

1 V; 2 V; 3V dvoupolehový přepínač

S 8 podpěťové relé

S 9 cívka elektromag. rozvaděče

H houkačka

Č červená signálka

1 K koncový spínač

KČR volný kontakt časového relé

Legenda:

Výchozí poloha podávací šablony je vysunutá pístní tyč. Provedeme sepnutí vypínačů 1V a 2V, tím se nabudí cívka elektromag. rozvaděče, automat začne podávat vložky a při prvním najetí na koncový spínač 1K

sepne se automaticky obvod klíčování na větev 6. Sepne se časové

relé ČR a vypne se kontakt KČR. Podavač zůstane ve vysunuté poloze

po dobu ohřevu vložky. Vypadnutím časového relé se opět jeho kontakt KČR

se sne a podání se opakuje.

Cívka S 8 patří podpětovému relé, je hož úkolem je signalisovat

pomocí Č nebo H pokles napětí.

Tento výkres je naším duševním majetkem. Jakéoli jeho zneužívání nebo rozmnožování je podle zákona trestné.

[illegible]