

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní
obor 23-07-8
strojírenská technologie

Zaměření:

Tváření kovů a plastických hmot

Katedra tváření a plastů

Název diplomové práce:

NAVRHNĚTE ZPŮSOB HODNOCENÍ ŽIVOTNOSTI ZÁPUSTEK
V PODMÍNKÁCH PODNIKU N.P. TONA PEČKY

KPT - 400

Vypracoval: Vavák Libor

Vedoucí práce: prof.ing. J. Tměj, CSc

Konzultant: ing. Hurecký V.

Rozsah práce a příloh

počet stran	90
počet příloh	3
počet obrázků	22
počet výkresů	3
počet modelů nebo jiných příloh	-

Vysoká škola: strojni a textilni Fakulta: strojni
Katedra: tvářeni a plasty Školní rok: 1988/89

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro Libera V a v á k s
obor 2307 - 3 strojitrenská technologie

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorózních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: Navrhněte způsob hodnocení životnosti
zápustek v podmínkách podniku n.p. TONA Pečky

Zásady pro vypracování:

1. Seznáňte se s literaturou zabývající se danou problematikou
2. Vymezte rozhodující vlivy, které působí na změnu životnosti zápustek
3. Navrhněte metodiku experimentálního vyhodnocování vybraných vlivů při různých úpravách materiálu Poldi LM
4. Proveďte vyhodnocení experimentálních zkoušek
5. Technické - ekonomické zhodnocení

V 174/89 S
VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC STUDENTSKÁ 5
PSC 461 17

Rozsah grafických prací: **podle pokynů vedoucího OP**

Rozsah průvodní zprávy: **cca 50 stran**

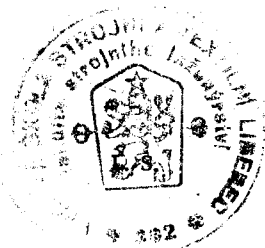
Seznam odborné literatury:

1. JECH, J.: **Teplotné zpracování oceli, SNTL, Praha, 1977**
2. **Diplomové práce ČVUT**
3. **Podnikové podklady TONA, n.p. Pečky**

Vedoucí diplomové práce: **Prof. Ing. Jaroslav Tměj, CSc.**

Datum zadání diplomové práce: **26. 9. 1988**

Termín odevzdání diplomové práce: **2. 6. 1989**



J. Tměj
Prof. Ing. Jaroslav Tměj, CSc.
Vedoucí katedry

V. Prátil
Prof. Ing. Vladimír Prátil, DrSc.
Děkan

V **liberci** dne **26. 9. 1988** 198

"Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci
vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury!"

V Sadské, dne 22. května 1989.

Handwritten signature

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOŮ

Symbol	Význam	Jednotky
τ	deformační smykové napětí	MPa
G	modul pružnosti ve smyku	MPa
T	teplota	°C
T_{tav}	teplota tavení	°C
Ac_1	teplota eutektoidní přeměny	°C
Ac_3	teplota odpovídající přeměně železa alfa na železo gama	°C
HV	tvrdost dle Vickerse	HV
HRC	tvrdost dle Rockwella	HRC
A	tažnost	%
Rm	mez pevnosti v tahu	MPa
$\dot{\psi}$	přetvárná rychlost	s^{-1}
ψ	přetvoření	l

O B S A H

ÚVOD	7
1. KOVÁNÍ	9
1.1. Rozdělení kování	11
2. ŽIVOTNOST ZÁPUSTEK	15
2.1. Vliv nástroje	16
2.1.1. Ocel použitá k výrobě nástroje a její vlastnosti	16
2.1.2. Konstrukce zápustek	22
2.1.3. Prokování zápustkových bloků	23
2.1.4. Technologie výroby zápustek	25
2.1.5. Tepelné zpracování	26
2.1.5.1. Žihání na měkko	26
2.1.5.2. Žihání na odstranění vnitřních pnutí	27
2.1.5.3. Kalení	27
2.1.5.4. Popouštění	31
2.1.5.5. Zušlechťování	32
2.1.6. Povrchová úprava funkčních částí zápustek	32
2.2. Podmínky zápustkového kování	39
2.2.1. Tepelná únava	39
2.2.2. Kovací teplota	41
2.2.3. Způsob ohřevu na kovací teplotu	44
2.2.4. Předehřev zápustek	46
2.2.5. Chlazení zápustek	46
2.2.6. Mazání zápustek	46
2.2.7. Velikost a druh kovacího stroje	51

O B S A H

2.2.8. Deformační rychlost	52
2.2.9. Technologie kování a rovnoměrnost kovacích operací	53
2.3. Vliv výkovku	55
2.3.1. Materiál výkovku	55
2.3.2. Tvar a velikost výkovku	56
2.3.3. Způsob předkování	56
2.3.4. Tolerance a jakost povrchu výkovku	57
3. VYHODNOCOVÁNÍ VLIVŮ PŮSOBÍCÍCH NA ŽIVOTNOST ZÁPUSTEK	58
HLAVNÍ ÚKOLY EXPERIMENTÁLNÍ ČÁSTI	60
4. MATERIÁL VLOŽKY ZÁPUSTKY, PODKLADY Z NOREM	61
5. TEPELNÉ A CHEMICKO-TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ VZORKŮ	62
6. PODMÍNKY KOVÁNÍ	64
7. NÁVRH VYHODNOCOVÁNÍ OPOTŘEBENÍ	66
8. VÝSLEDKY MĚŘENÍ	69
9. EKONOMICKÉ HODNOCENÍ	73
ZÁVĚR	75
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	78
SEZNAM TABULEK A GRAFICKÝCH ZÁVISLOSTÍ	80
TABULKY A GRAFICKÉ ZÁVISLOSTI	81
PŘÍLOHY	
Výkres výkovku klíče 13-17 č.4 Na 2190	
Výrobní výkres vložky zápusťky horní č. 5829130142/A2	
Výrobní výkres vložky zápusťky dolní č. 5829130142/A1	

ÚVOD

CHARAKTERISTIKA PODNIKU TONA PEČKY

Podnik TONA

TONA Pečky je tradičním a v podstatě monopolním výrobcem ručního utahovacího nářadí a pilníkářských výrobků v Československu a objemem výroby se řadí k nejvýznamnějším podnikům zabývajícím se výrobou tohoto oboru v zemích RVHP.

Jeho výrobní program obsahuje přibližně 1 500 výrobků zařazených převážně do oboru JKPOV 413 - řemeslná nářadí.

Historie výroby nářadí v Pečkách

Zavedení výroby nářadí v Pečkách ~~maže~~ oddělit od vzniku a rozvoje průmyslu v tomto nevelkém městě. Proto je třeba přihlédnout k podmínkám, ve kterých tato výroba vznikala.

Základní zvrát v životě Peček nastal s vybudováním železniční tratě Praha - Kolín - Pardubice. Rychlé spojení s okolními centry umožnilo všeobecný rozvoj této dosud nepřilíživě významné obce.

Závod byl založen Josefem Suchým v roce 1920 jako slévárna železa. V období všeobecné hospodářské krize v třicátých letech převzal továrnu ing. Matička a vedle výroby různých odlitků zavedl výrobu kovoobráběcích strojů.

V roce 1948 byla továrna znárodněna a veškeré zařízení bylo předáno do ČKD Praha a ve stávajících provozech byla

ÚVOD

zavedena výroba nářadí.

Vznikla tak Továrna na nářadí, ve které v té době pracovalo asi 200 zaměstnanců. Při reorganizaci v roce 1953 byl založen národní podnik TONA, se sídlem podnikového ředitelství v Pečkách. K podniku byly postupně začleněny závody v Prostějově, Jihlavě a Hlinsku. Od roku 1967 byl národní podnik TONA začleněn do trustu Továrny strojírenské techniky, který byl v roce 1981 reorganizován na výrobní hospodářskou jednotku koncernového typu.

Od 1. července 1988 se stala TONA samostatným státním podnikem.

1. Kování

Kování je zpracování materiálu působením tvářecí síly, při kterém dochází k plastické deformaci materiálu aniž se poruší jeho soudržnost. Schopnost materiálu k trvalým změnám rozměrů a tvarů pod působením vnějších sil je označována jako plastičnost. Obecně je funkcí čtýř činitelů, jejichž účinek se při současném působení vzájemně složitě ovlivňuje. Především závisí na metalurgicko - fyzikálním charakteru oceli / např. chemické složení, stav struktury, tepelně aktivované děje ap./, termomechanických činitelích / teplota, velikost deformace, deformační rychlost /, napěťovém stavu a technologických podmínkách zpracování / např. tření, geometrie tvářecího procesu, nerovnoměrnost deformace /.

Příčinou plastické deformace u kovových materiálů je hlavně skluz dislokací v nejhustěji obsazených rovinách / skluzových rovinách /, ve směru, který je určen nejhustěji uloženými atomy /směr skluzu /,

V ideální krystalické mřížce by bylo zapotřebí k uskutečnění plastické deformace deformačního smykového napětí $\sigma_{\text{G}/20}$ / 1 /, k plastické deformaci polykrystalického kovu je potřeba napětí vyšších / potřebných k překonání napěťového pole jiných dislokací, obejití bodových poruch a jiných překážek, protínání dislokací a k činnosti Frank - Readrova zdroje dislokací/, projevujících se zvýšenou pevností. Příčinou zvýšené pevnosti polykrystalického kovu je vzájemná disorientace mezi jednotlivými zrny

KOVÁNÍ

z hlediska orientace mřížky.

V průběhu plastické deformace probíhají v kovech dva různé procesy, jejichž míra uplatnění je závislá kromě jiného na teplotě. Podle toho, který proces převládá, lze kování rozdělit na :

1. Kování za studena - deformační procesy probíhají pod teplotou rekrytalizace daného materiálu, přičemž řídicím procesem je zpevnění materiálu.
2. Kování za tepla - deformační procesy probíhají nad teplotou rekrytalizace, přičemž řídicím procesem je odpevnění materiálu.
3. Kování za polohřevu - uplatňuje se jak zpevnění tak i odpevnění.

ad 1. /Proces zpevňování, který se nejvýrazněji uplatňuje při $T \leq 0,3T_{tav}$ je charakterizován růstem skluzového napětí potřebného pro skluz v průběhu deformace. Protože k plastickému přetvoření dochází především pohybem dislokací, znamená to, že se s rostoucí plastickou deformací dislokace stále obtížněji pohybují, což je způsobeno tím, že některé dislokace znehybní a brání pohybu ostatním. Dochází též ke změnám fyzikálních a mechanických vlastností kovu /např. zvýšená tvrdost a pevnost, snížený elektrický odpor aj./ Nevýhodou kování za studena je určitá směrovost vlastností a možnost vyčerpání plasticity materiálu.

KOVÁNÍ

ad 2./ Při $T > 0,7T_{\text{tav}}$ se nejvýrazněji projevuje odpevnění.

Tento proces probíhá v těchto fázích:

- zotavení - je charakterizováno změnami v uspořádání dislokací /proces polygonizace/ způsobem, který vede ke snížení deformační energie mřížky.
- rekrytalizace - je charakterizováno nahrazením staré deformované struktury zcela novou, nedeformovanou, vzniklou růstem beznepěťových zrn ze zárodků.
- sekundární růst zrn - je charakterizován hrubnutím struktury a výrazně se uplatňuje při větších stupních deformace a vyšší teplotě.

Výhodou kování za tepla je nízká hodnota přetvárné pevnosti, která se s rostoucím stupněm deformace téměř nemění, vzhledem k procesu odpevnění se výrazně snižuje nebezpečí vyčerpání plasticity, výrazně se snižuje silové namáhání stroje. Nevýhodou je potřeba energie na ohřev a horší kvalita povrchu výkovku.

1.2. Rozdělení kování

Podle způsobu získání konečného tvaru výkovku lze kování rozdělit na kování volné a zápusťkové.

Kování volné může být prováděno buď ručně nebo strojově. Ručně se kove na kovačtině ručním kovářským nástrojem. Materiál se ohřívá v kovářských výhních nebo menších ohřívacích pecích. V současné době má malý význam a používá se jen při menších opravách. Strojově se kove pod buchary, pro kování výkovků větších rozměrů se používá zpravidla

KOVÁNÍ

místo bucharů hydraulických lisů. Polotovarem je válcovaný materiál nebo ingot.

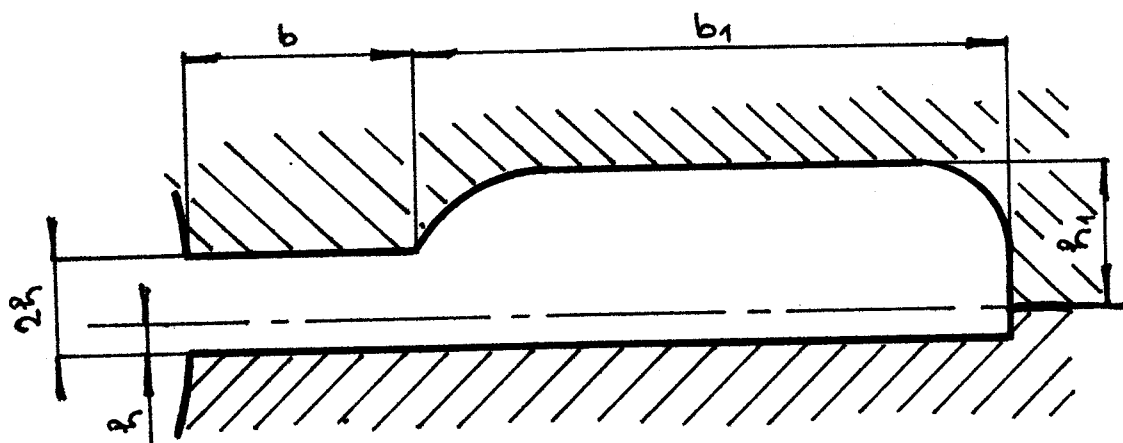
Tvaru výkovku se dosahuje některou ze základních kovářských operací nebo jejich kombinací. Mezi základní kovářské operace patří : prodlužování, sekání, pěchování, děrování, kování na trnu, osazování, přesazování, ohýbání a nakrucování.

Zápustkové kování je kování, při němž se materiál úderem nebo pomalým tlakem vtlačí do dutiny zápustky, která má tvar výkovku, až ji úplně vyplní. Dutina zápustky je na svém obvodu doplněna výronkovou drážkou, jejíž rozměr a tvar je takový, aby pojmul nutný přebytek materiálu a tím umožnil vzájemné dosednutí horního a spodního dílu zápustky a zebránil unikání dalšího materiálu z dutiny zápustky a tím zajistil optimální vyplňování zápustky.

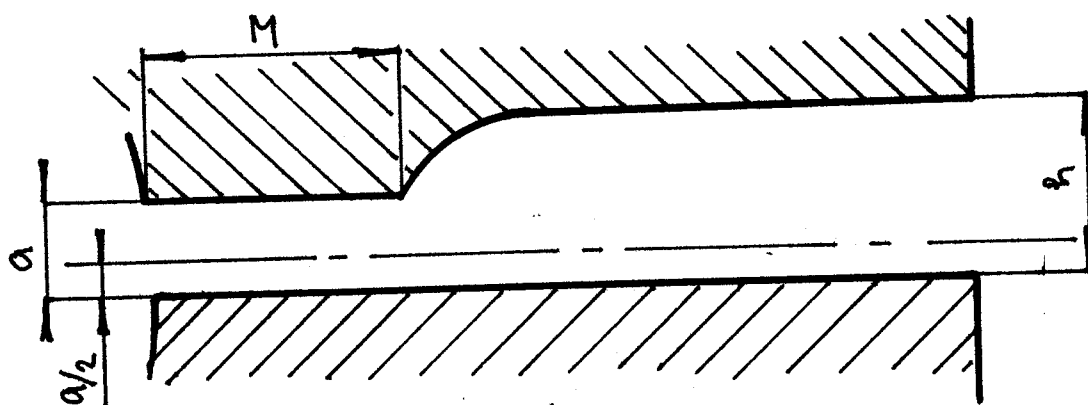
Podle druhu kovacího stroje rozlišujeme zápustkové kování na bucharech a kování na lisech, které se především liší způsobem vyplňování dutiny zápustky materiálem a tím i tvarem výronkové drážky.

Buchary, které pracují rázem, zhotovují výkovek na jeden nebo několik úderů, buď z předkovku nebo postupným kováním. Tvar výronkové drážky zápustek pracujících pod bucharem je uzavřený /obr.1/ Mechanické lisy, které pracují klidným tletem, zhotovují výkovek vždy na jeden zdvih. Tvar výronkové drážky zápustky pracující pod lisem je otevřený /obr.2/

KOVÁNÍ



obr.1. Výronková drážka /buchar/, b je můstek, b_1 je zásobník



obr.2. Výronková drážka /lis/, M je můstek

Technologie zápustkového kování však většinou neumožňuje dosažení takové kvality povrchu a přesnosti rozměrů, které jsou od hotových výkovků požadovány. Přesnost ovlivňují tyto činitele:

- smrštění výkovku po kování - rozměry kovací dutiny jsou voleny se zřetelem na roztažnost kovaného materiálu za tepla. Není-li dokovací teplota výkovku stejná s teplotou, pro kterou bylo při konstrukci zápustek uvažováno smrštění výkovku, nedosáhneme požadovaného rozměru výkovku.
- změna tvaru dutiny opotřebením nebo deformací zápustky během tváření - jsou nejčastější příčinou nepřesnosti roz-

KOVÁNÍ

měrů zápusťkových výkovků

- ostatní vlivy - rozměry výchozího polotovaru, druh tvářecího stroje, atd.

2. Životnost zápuštěk

Efektivnost technologie zápuštěkového kování závisí ve velké míře na nákladech na výrobu zápuštěk a na jejich životnosti. Maximální využití kovacíh strojů je možno dosáhnout tehdy, mají-li nástroje velkou životnost.

Pojem životnosti zápuštěky je dvojitý: základní a celková životnost. Množství nebo počet výkovků vyrobených do první opravy dutiny zápuštěky se nazývá základní životnost. Po úpravě zápuštěkové dutiny se na zápuštěce zhotoví další série výkovků. To se může opakovat tak dlouho, dokud se zápuštěka neznehodnotí tak, že je jí nutno vyřadit z provozu. Celkový počet výkovků zhotovených v jedné zápuštěce se pak nazývá celkovou životností zápuštěky.

Při srovnávání se obvykle používá údaj o základní životnosti / dále jen životnost /, neboť celková životnost je ovlivněna způsobem a kvalitou provedené opravy. /2/

Zápuštěka je při provozu vystavena složitému namáhání, hlavně mechanickému a tepelnému v interakci s dalšími vlivy. Obecně je možno vlivy působící na životnost zápuštěky rozdělit do tří oblastí:

1. Vliv nástroje - zápuštěky
2. Podmínky zápuštěkového kování
3. Vliv výkovku

2.1. VLIV NÁSTROJE

2.1.1. Ocel použitá k výrobě nástroje a její vlastnosti

Nástrojový materiál a jeho vlastnosti patří v řadě působících faktorů, které významně ovlivňují nejen životnost nástrojů, ale i efektivnost kování k nejdůležitějším.

Vzhledem k podmínkám složitého mechanicko-tepelného namáhání zápusky jsou na oceli pro zápusky kladeny tyto požadavky /3/:

a/ velká tvrdost /pevnost/ za normálních i zvýšených teplot, která nástrojům zaručuje odolnost proti účinkům vysokých tlaků, zabráňuje plastické deformaci funkčních částí zápusky a v převážné míře určuje jejich odolnost proti otěru

b/ co největší odolnost proti dodatečnému popuštění, která zajišťuje stabilitu struktury při zvýšených teplotách a tím i výkonnost oceli

c/ dostačující houževnatost, která nástrojům, které jsou vystaveny značným silovým rázům, zajišťuje dobrou únosnost

d/ dobrá kalitelnost a prokalitelnost zajišťuje i rozměrnějším nástrojům velkou tvrdost a rovnoměrnost vlastností v celém průřezu nástroje

e/ dobrá odolnost proti tepelné únavě, která nástrojům zajišťuje, že nebude docházet k rozvoji sítě trhlinek tepelné únavy, do kterých zatéká tvářený materiál a urychluje opotřebení a zhoršuje povrchovou jakost výkovku

f/ malá tepelná roztažnost, která zaručuje odolnost

proti tepelnému namáhání

g/ co největší tepelná vodivost nástroje v rozsahu pracovních teplot nástroje, která zaručuje odvod přebytečného tepla do hmoty nástroje a tím lepší odolnost proti tepelnému namáhání

h/ nenáročné tepelné zpracování

ch/ nízká cena oceli

Na nástroje pro zápustky se používají většinou případy legované nástrojové oceli. /tab.1/ Avšak žádnou kombinací legujících prvků nelze prakticky souhrnně vyhovět všem uvedeným požadavkům. Lze dosáhnout pouze určitého přiblížení. Existují totiž protiklady mezi požadovanými a dosažitelnými vlastnostmi /tab.2/ např. s růstem pevnosti oceli klesá současně houževnatost, velkou pevnost při vyšších teplotách lze získat jen vyšším obsahem uhlíku a legujících prvků, tím však klesá tepelná vodivost a vzrůstá křehkost oceli. Proto se výběr ocelí řídí kompromisem požadavku mezi aktivními a pasivními vlastnostmi, které určují způsob a podmínky práce nástroje.

Při kování na bucharech, kdy se kovou většinou tvarově složitě a tlustší ocelové výkovky, dochází kromě běžných účinků i k značnému působení silových rázů. Proto se při volbě nástrojových ocelí pro bucharové zápustky klade hlavní důraz na dobrou houževnatost, i za cenu menší pevnosti, neboť přebytečnou energii musí z velké části absorbovat celá zápustka. Běžně používané pevnosti zápustek se proto

ŽIVOTNOST ZÁPUSTKY - VLIV NÁSTROJE

Tab.1 Informativní chemické složení legovaných ocelí pro zápusťkové kování na lisech a bucharech, pro práci za tepla /3/

Legová- ní oceli	Ocel	Chemické složení							
		C	Mn	Si	Cr	W	Ni	Mo	V
NÍZKO	19662	0,55			0,70		1,70	0,25	0,15
	19665	0,52	0,70		1,10		1,50	0,80	0,20
STŘEDNĚ	19541	0,32			3,10			3,10	0,65
	19552	0,37		1,00	5,00			1,40	0,45
	19554	0,39		1,00	5,30			1,40	1,00
	19555	0,35		1,00	5,30	1,30		1,40	0,30
	19564	0,32			2,55	3,70		1,05	0,75
	19642	0,35			0,90		4,80	0,30	
	19720	0,30			2,35	4,30			0,55
	19740	0,30		1,10	1,20	3,60			0,15
VYSOKO	19721	0,30			2,35	9,25			0,20
	19723	0,25			2,35	9,25	1,50		0,10

Vysvětlení k tab.2

Vlastnost: A - obrobiteľnosť ve stavu žíhaném na měkko

B - délkové změny v zušlechtěném stavu

C - odolnost proti popouštění pro pevnost 1600MPa

D - odolnost proti popouštění pro běžnou pevnost

E - pevnost za tepla při 600°C pro běžnou pevnost

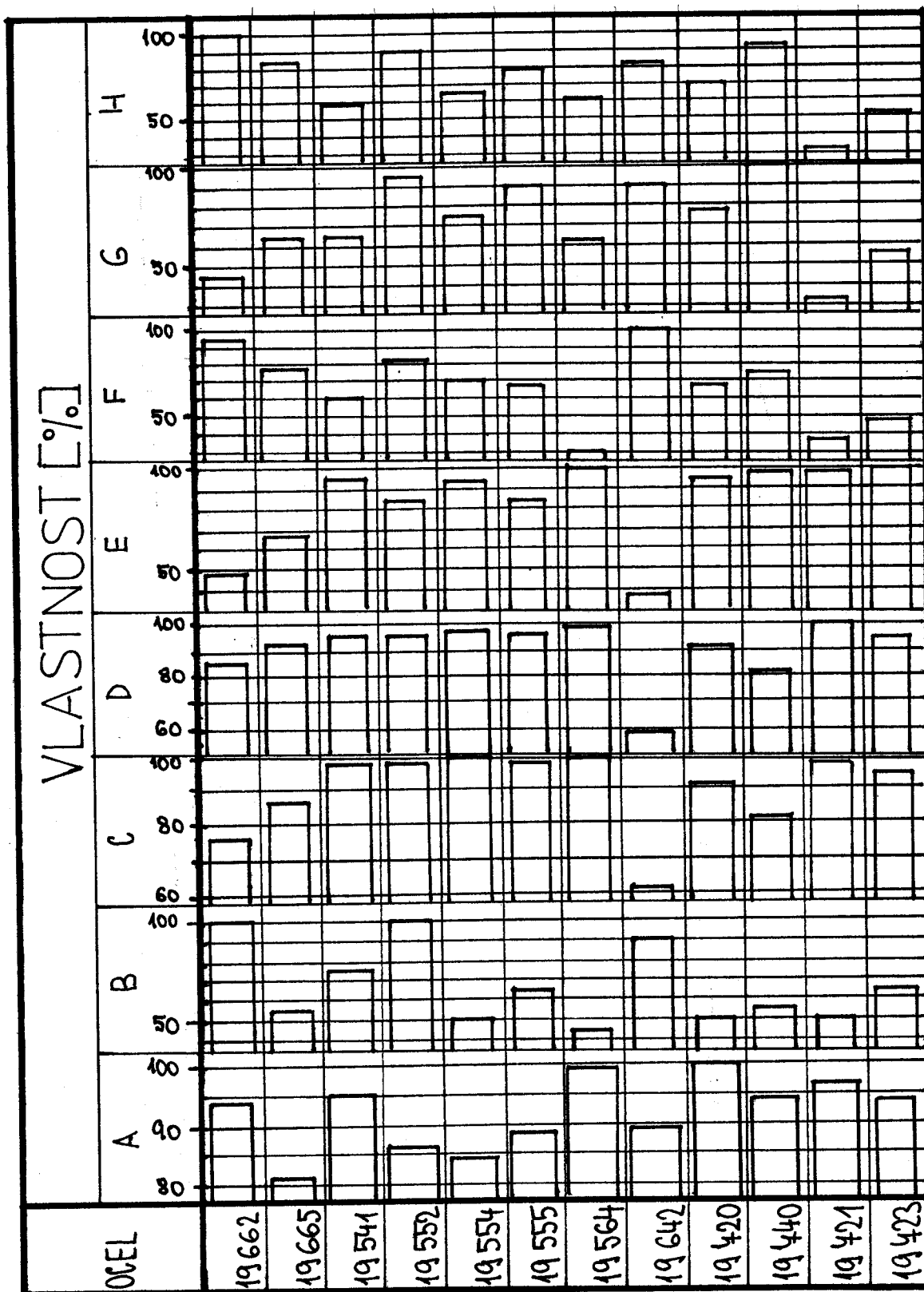
F - kontrakce za tepla při 600°C pro běžnou pevnost

G - vrubová houževnatost ve stavu zušlechtěném,
pro pevnost 1600MPa

H - vrubová houževnatost ve stavu zušlechtěném,
pro běžnou pevnost

ŽIVOTNOST ZÁPUSTKY - VLIV NÁSTROJE

Tab.2 Relativní porovnání vlastností legovaných ocelí pro zápusťkové kování na lisech a bucharech pro práci za tepla /3/



pozn. hodnota 100% platí za etalon, vysvětlivky str.18

pohybují v mezích 1200 - 1400 MPa a hodnoty vrubové houževnatosti KCU2 mají dosahovat minimálně 30 - 40 Jcm².

S ohledem na větší rozměry zápuštěk pro buchary je požadována co největší prokalitelnost/4/.

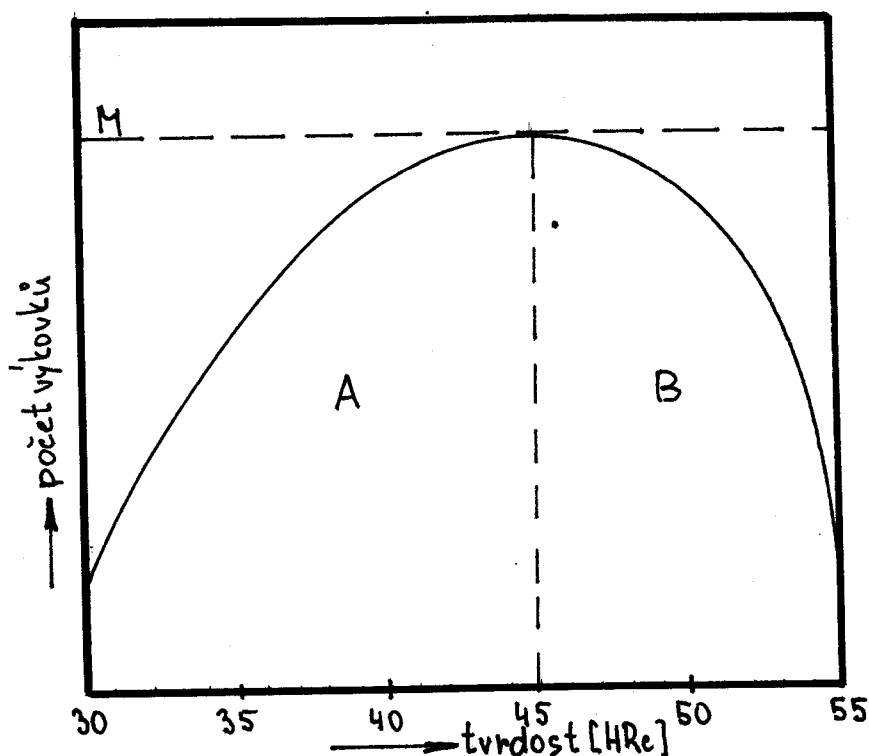
Při kování na lisech nejsou zápuštěky vystaveny tak velkému účinku silových rázů, jako u bucharů. Proto jsou i požadavky na houževnatost menší. Její hodnoty by měly být ca 10 Jcm². Na lisech jsou však ve značné míře vyráběny ploché výkovky s tenčími stěnami, které při tváření rychle chladnou, zvyšují přetvárnou pevnost a účinněji podporují opotřebení zápuštěkových dutin, zejména v oblasti výronků. Proto se pevnost zápuštěk převážně volí v mezích 1600 - 1800 MPa/4 /.

Tepelné namáhání u bucharových zápuštěk i zápuštěk pracujících pod lisy je rovněž velké. Proto je s ohledem na požadované pevnosti nástrojových ocelí na zápuštěky nezbytná velká odolnost proti dodatečnému popuštění.

V případě nedostatečné houževnatosti nebo pevnosti u obou druhů zápuštěk dochází k předčasnému vyřazení zápuštěky prasknutím.

Odolnost pracovního povrchu zápuštěky proti aktuálním způsobům tření a opotřebení je do značné míry úměrná jeho tvrdosti. / obr. 3 /

Se stoupající tvrdostí pracovního povrchu se odolnost proti tření a opotřebení zvyšuje. Avšak v závislosti na době používání tvrdost pracovního povrchu většiny kovacíh zápuštěk v důsledku dodatečného popuštění klesá. Pokles



obr.3. Obecný diagram životnosti zápustek v závislosti na zvolené tvrdosti /2/

M - optimální životnost zápustek

A - oblast tvrdostí, kde hlavní příčinou menší životnosti je plastická deformace dutiny nebo malá odolnost proti otěru

B - oblast tvrdostí, kde hlavní příčinou menší životnosti je zvýšené opotřebení otěrem vlivem trhlinek tepelné únavy

tvrdosti pracovního povrchu je současně spojen se zmenšením měrného objemu mikrostruktury odpovídajícímu míře dodatečného popuštění. K největšímu úbytku měrného objemu dochází bezprostředně na povrchu. Zmenšení měrného objemu mikrostruktury je příčinou vzniku zbytkových tahových napětí strukturálního původu. Tato napětí se sčítají s napětími tepelného původu a jsou příčinou vzniku sítě trhlin tepelné

únavy. /7/ Proto se používají oceli co nejvíce legované karbidotvornými legujícími prvky /V,Mo,W,Cr/. Rostoucí účinek je dán posloupností V-Mo-W-Cr. Tyto prvky však současně snižují tepelnou vodivost a houževnatost při stejné mezi pevnosti. Příčinou dodatečného popuštění pracovního povrchu zápusky je, že teplota pracovního povrchu zápusky se zvyšuje při každém pracovním cyklu nad hodnoty popouštěcí teploty aplikované po kalení. Ke stoupnutí teploty dochází přenosem tepla sáláním a vedením z tvářeného materiálu a dále též vlivem třecího tepla.

2.1.2. Konstrukce zápusky

Zápusky musí mít dostatečné rozměry s ohledem na velikost výkovku, druh a výkon kovacího stroje. Zejména u celoblokových zápusky je třeba, aby rybina byla vzhledem k plošným rozměrům zápusky co největší. Nedodržení požadavku vede k havárii zápusky při provozu.

Konstrukce dutiny musí být provedena tak, aby měla správné zaoblení přechodů, vhodně volené úkosy a prostory k tvorbě výronků.

Ostré hrany a přechody působí jako nežádoucí vruby, brání tečení materiálu při zaplňování dutiny zápusky, dále se zde koncentrují vysoké měrné tlaky, čímž se zvyšuje opotřebení.

Chybně volené úkosy znesnadňují tečení materiálu, podporují delší dobu styku výkovku s dutinou zápusky. Dochází tím k dodatečnému popuštění zápusky a rychlejšímu opotřebení. Chybně volené úkosy též značně znesnadňují

vyjímání výkovku z dutiny zápustky.

Předimenzované výronkové drážky způsobují špatné zatekání materiálu do dutiny zápustky, poddimenzované výronkové drážky zase vedou k vytváření tenkého, rychle chladnoucího výronku s vyšší pevností, což vyžaduje více úderů na zhotovení výkovku.

Ke zvýšení životnosti dutiny zápustky a snížení havárií v provozu vedou vložkové nebo skládané zápustky. Mají tu výhodu, že materiál menších průřezů, který svými rozměry postačuje pro vložku, má mnohem rovnoměrnější průběh vlastností v celém průřezu, než je tomu u velkých zápustkových bloků.

2.1.3. Prokování zápustkových bloků

Ocel na výrobu zápustek je převážně dodávána výrobcem ve formě různých průřezů jednosměrně prokovaných. Tyto jednosměrně prokované bloky vykazují značnou nerovnoměrnost mechanických vlastností ve směru vláken. Jsou to zejména vrubová houževnatost, která v některých případech bývá ve směru příčném až o 50% nižší než ve směru podél vláken a dále potom těžnost a kontrakce. Takovéto bloky též vykazují značnou nerovnoměrnost struktury. /2/

Zápustky vyrobené z takto prokovaných bloků snadněji praskají ve směru vláken, jsou náchylné k tvorbě trhlinek tepelné únavy a mají podstatně nižší životnost.

Nedostatky jednosměrného prokování lze z velké části odstranit křížovým prokováním zápustkových bloků. Za křížové prokování se považuje postupná redukce výšek jednotlivých