

Vysoká škola: **strojní a textilní**

Katedra: **obrábění a ekonomiky**

Fakulta: **strojní**

Školní rok: **1976/77**

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro **Milana Vrbatu**

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 diplomový úkol:

Název tématu: **Racionalizace řezání vnitřních závitů závitníky
do litiny**

Pokyny pro vypracování:

1. Politickohospodářské zdůvodnění daného úkolu.
2. Přehled jednotlivých způsobů výroby vnitřních závitů se zaměřením na racionalizaci procesu.
3. Návrh a provedení zkoušek pro ověření možnosti zvýšení užívaných parametrů řezání.
4. Vyhodnocení zkoušek s uvedením racionalizačních opatření.
5. Závěr a ekonomické zhodnocení zadaného úkolu.

Autorské právo se řídí směrnicemi 1474
základní zkoušky č. j. 31 727/52-61/2 ze dne
13. července 1962, ze dne 1. srpna 1962, ze dne 24. srpna
31. 8. 1962 č. 15 autorského zákona č. 115/63

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 6
PSČ 461 17

Rozsah grafických laboratorních prací: grafy, tabulky, náčrty, fotografie, výkresy

Rozsah průvodní zprávy: 50 - 60 stran

Seznam odborné literatury:

Podklady VŠST Liberec

Mikovec: Obrábění těžkoobrobitelných materiálů. SNTL 1963

Basov : Výkonné způsoby hotovení závitů. 1951

Sborník z technické konference (Ždánice)

Firemní literatura, normy, katalogy

Přikryl: Teorie obrábění, SNTL 1971

Vedoucí diplomové práce:

Prof. Ing. Jaroslav Draský, CSc.

Konsultanti:

Ing. Stanislav Smékal,

Ing. Jiří Cejnar

Datum zahájení diplomové práce:

11.10. 1976

Datum odevzdání diplomové práce:

27. 5. 1977



Draský
Prof. Ing. Jar. Draský, CSc.,
Vedoucí katedry

Bohus Stříž
Doc. RNDr. Boh. Stříž, CSc.,
Děkan

V Š S T L I B E R E C

Fakulta strojní

Obor 23 - 07 - 8

Strojírenská technologie

zaměření

Obrábění a ekonomika

Katedra obrábění a ekonomiky

RACIONALIZACE ŘEZÁNÍ VNITŘNÍCH ZÁVITŮ ZÁVITNÍKY DO LITINY

Jméno autora: Milan Vrbata

Vedoucí práce: Prof.ing.Jaroslav Draský, CSc.(VŠST Liberec)

Konzultanti: ing.Stanislav Smékal (VŠST Liberec)

 ing.Jiří Cejnar (VŠST Liberec)

Rozsah práce a příloh

Počet stran65

Počet tabulek.....25

Počet obrázků..... 2

DT: 621.993

Datum: 26. května 1977

Místopřísežné prohlášení :

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

V Liberci dne 26.května 1977

Milan V r b a t a

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.
V Liberci dne 26. května 1977
Milan Vrbata

O B S A H :

strana

1.	Úvod	4
2.	Přehled jednotlivých způsobů výroby vnitřních závitů se zaměřením na racionalizaci procesu.	5
2.1	Ostatní způsoby výroby vnitřních závitů	5
2.1.1	Soustružení	5
2.1.2	Frézování	6
2.1.3	Broušení	7
2.2	Řezání vnitřních závitů závitníky	8
2.2.1	Ruční závitníky	11
2.2.2	Strojní závitníky	11
2.2.3	Maticové závitníky	14
2.2.4	Speciální závitníky	15
2.3	Materiál závitníků a pokyny pro jejich volbu	16
2.4	Předvrtání děr pro řezání závitu	20
2.5	Nářadí k upínání nástrojů na závity	20
2.6	Přehled československých strojů na závity	22
2.7	Řezné kapaliny	24
3.	Návrh a provedení zkoušek pro ověření možnosti zvýšení užívaných parametrů řezání	26
3.1	Příprava zkoušek	26
3.2	Protokol o hodnocení závitníku s neprůběžnou drážkou velikosti M 16 ČSN 223043, výrobce n.p. Nářadí, závod Ždánice	28
3.3	Podmínky zkoušek	31
3.4	Vlastní zkoušky	32
4.	Vyhodnocení zkoušek s uvedením racionalizačních opatření	59
5.	Závěr a ekonomické zhodnocení zadaného úkolu	64
6.	Použitá literatura	65

1. Ú v o d

Základem vědecko technické revoluce je přeměna ve struktuře a dynamice výrobních sil v celé civilizační základně lidského života a vše, co s tím souvisí. Současné technické a racionalizační změny na jedné straně postupně vyřazují pracovní sílu člověka z bezprostředního kruhu výroby, a na druhé straně věda a její aplikace pronikající do výroby kladou vysoké nároky na lidskou práci.

Vědecko technická revoluce je důležitou součástí hospodářské politiky strany při kvalitativním rozvoji národního hospodářství.

Směrnice XV. sjezdu KSČ k pětiletému plánu rozvoje národního hospodářství stanovují, aby při minimálních přírůstcích pracovních sil bylo možno urychlovat technickou rekonstrukci a modernizaci strojírenské výrobní základny a orientovat technický rozvoj na rozhodující problémy, na ověřování a využívání takových konstrukčních a technologických řešení, která zajistí vysoké výkonové parametry nových výrobků a současně povedou k podstatné úspoře energie, kovů a ostatních materiálů.

V současné strojírenské výrobě má obrábění významné místo. Mechanické provozy na závodech představují téměř polovinu celkových produkčních zařízení. Při tom tyto provozy jsou nedílnou součástí nejenom strojírenských závodů, ale i závodů chemických, textilních a jiných. A právě v mechanických provozech je obrábění hlavní výrobní metodou. Široký rozsah této výrobní metody si vyžaduje věnovat pozornost jednotlivým způsobům obrábění, propracovávat a zkoumat je na vědeckém základě. Do procesu obrábění je tedy zařazena i otázka opotřebení závitníků při řezání vnitřních závitů do litiny.

2. Přehled jednotlivých způsobů výroby vnitřních závitů se zaměřením na racionalizaci procesu.

Pro racionalizaci výroby vnitřních závitů se práce soustředila hlavně na závitníky, kterými se vyrábí převážně vnitřní závity. V technologii řezání závitů závitníky došlo v poslední době k největším změnám po stránce racionalizace jejich použití. Ustupuje se od použití sadových závitníků, čímž se zrychluje proces řezání závitů zejména při strojním řezání. Sadové závitníky zůstávají prakticky jenom pro ruční řezání do slepých děr. Ostatní způsoby řezání vnitřních závitů do litiny jsou uvedeny v přehledu a nebyly podrobeny bližším zkouškám. Vlastní zkoušky prováděné v této práci se proto zaměřily na pokrokové konstrukce závitníků, např. byl podrobně zkoušen závitník ČSN 223043 jednořezný s neprůběžnou drážkou.

Definice závitu

Řezání závitů je způsob obrábění, při kterém se ubíráním třísek vytváří v materiálu závit, tj. drážka předepsaného profilu závitu (trojúhelníkového, lichoběžníkového, čtvercového nebo i jiných speciálních tvarů), probíhající ve směru šroubovice na válcové nebo ve zvláštních případech na kuželové ploše. Závit je tedy profil na šroubovici.

2.1 Ostatní způsoby výroby vnitřních závitů

2.1.1 Soustružení

Požadujeme-li přesné a čisté závity, soustružíme je závitovým nožem. Závitové nože soustružnické jsou obsaženy v ČSN 223300.

Závitový nůž má břit, jehož tvar se přesně shoduje s profilem soustruženého závitu. Úhel čela bývá $\gamma = 0^\circ$, úhel hřbetu $\alpha = 10^\circ$ až 15° . Břit nože musí být nastaven přesně do osy soustružení, jinak se poruší tvar profilu závitu.

Závitové nože mají většinou čtyřhranný nebo kruhový průřez a jsou z rychlořezné oceli nebo mají destičku ze slinutého karbidu. Používá se též kotoučových a prismatických nožů, hlavně pro seriovou výrobu a hromadnou výrobu.

Závit se postupně vyrábí na několik záběrů. Při posledních záběrech nože se závit vyhladí.

Vnitřní nože se musí přizpůsobit průměru a délce díry, ve které se bude řezat závit. Osa nože je níž než jeho čelo, a proto se nůž snadno zasekává do materiálu a značně se chvěje. Ubírá se tříska malého průřezu. Toto se odstraňuje tím, že se upínají nože nad osou soustružení – méně se chvěje a zasekává, ale hůře ubírá třísku, protože úhel čela se zmenšuje nebo je negativní, takže se tříska více pěchuje a působí větším tlakem na čelo a nože se rychleji opotřebovávají. Proto je lépe používat vnitřní závitové nože, jejichž čela jsou v ose nože.

Vnitřní závity se řezou závitovými noži kotoučovými, jejichž těleso má kruhový průřez. Válcové těleso nože se vsune do hranolovitého držáku, v určité části rozříznutého a s ním se upne do nožové hlavy. Závitové nože kotoučové, jejichž těleso má kruhový průřez, mají nejmenší průměr 20 mm, takže mohou řezat i závity menšího průměru.

2.1.2 Frézování /1/

Při frézování závitů lze pracovat stejně jako v jiných případech buď sousledně nebo nesousledně. Nesousledného frézování se posud používá téměř všeobecně, ačkoli pokusy ukázaly, že sousledné frézování závitů má tyto výhody:

- větší trvanlivost ostří,
- zvětšený výkon stroje,
- lepší jakost obrobeného povrchu.

Zvětšení výkonu při sousledném frézování je výsledkem lepšího vytváření třísky. Frézka se však musí pro sousledné frézování závitů upravit, zejména se musí vymezit vůle v posuvovém mechanismu.

Vnitřní závity se frézují závitovými frézami na závitových frézkách. V zásadě se používá dvojí způsob, a to frézování kotoučovými závitovými frézami nebo závitovými frézami hřebíkovými. Kotoučovými závitovými frézami se frézují hlavně závity s velkým stoupáním a velké délky. Nepřesnost závitů je tím větší, čím větší je stoupání závitů a poloměr závitové frézy a čím menší je průměr závitů. Záleží také na druhu závitu. U vnitřních závitů, kde úhel styku mezi frézou a závitem je větší, je i přesnost větší než u závitů vnějších. Při práci se osa frézy nastavuje na úhel shodný s úhlem stoupání závitu. Frézy na ostré závity mají podsoustružené zuby. Hřebenovými závitovými frézami se frézují vnitřní závity s malým stoupáním a malé délky. Šířka frézy se volí obvykle tak veliká, aby se závit vytvořil na jednu otáčku obrobku. Nejmenší průměr frézovaného závitu je u vnitřních závitů omezen pevností frézy.

2.1.3 Broušení

Broušení vnitřních závitů je pro malý průměr kotouče obtížnější než broušení vnějších závitů. Brousí-li se jednodílným kotoučem, rovnaným diamantovým rovňáčkem, kotouč se rychle opotřebuje. Při nastavování kotouče do předřezaného závitu jsou potíže rovněž větší. Jelikož výkon pro malý průměr kotouče při vnitřním broušení je podstatně menší, má broušení vnitřních závitů několikaprofilovým kotoučem zvláště velký význam.

Jednodílným kotoučem se brousí jen nejpřesnější závity na měřidlech a v dírách průměru pod 25 mm. Jinak se brousí několikaprofilovými kotouči polélným nebo zapichovacím způsobem. Zapichovacího způsobu se zásadně používá na závity jemné a takové, jejichž délka nepřesahuje asi 16 mm a které mají malý úhel stoupání; brousí se při tom s rovnoběžnými osami nástroje i obrobku. Na závity hrubší a takové, jejichž délka přesahuje 16 mm, se používá úzkých kotoučů s malým počtem profilů, vedených axiálně, avšak nastavenými na úhel stoupání.

Za obsah práce se nese zodpovědnost
autor. Vydáno v 1. 3. 1952
1952-Vnitřní závity a jejich broušení
31. 3. 1952 § 19 autorského zákona č. 113, 33. 35.

S poměrně malými brusnými kotouči, jichž se používá při broušení vnitřních závitů, nelze ovšem vybrousit závit jedním pochodem. Počet záběrů (třísek) závisí na hloubce broušeného závitu.

2.2 Řezání vnitřních závitů závitníky

Závitníky jsou mnohobřité nástroje, které se při práci otáčejí kolem své osy a ve směru osy se posouvají. Postupným odebráním třísek vyřezávají závity předepsaného profilu a rozměrů. Jsou to složité a přesné nástroje, srovnatelné pouze s protahovacími trny a nejsložitějšími nástroji na ozubení. Kinematika pohybů a řezná geometrie je dána již konstrukcí a nezávisí na nastavení stroje.

Názvosloví, roztržčení a všeobecné směrnice pro závitníky jsou uvedeny v normě ČSN 223001. Rozměry a mezní úchytky závitníků dle požadované přesnosti závitů stanoví norma ČSN 223002. Druhy a tvary závitníků jsou uvedeny v normách v tabulce č.1.

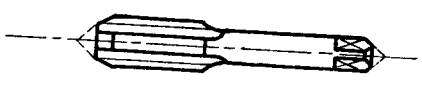
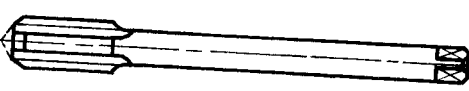
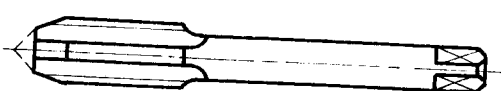
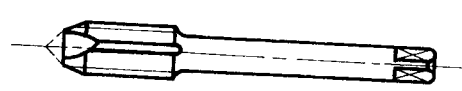
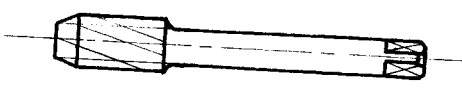
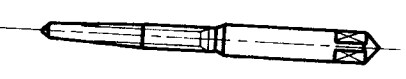
Rozdělení závitníků / 5 /

Pro odlišné účely a způsoby použití se vyrábějí závitníky různých tvarů a provedení. Jednotlivé druhy závitníků jsou někdy značně odlišné, a proto je rozdělujeme na několik skupin:

1.1. Ruční závitníky - se používají k ručnímu řezání závitových děr. Jsou nejčastěji sadové, takže se závit nejprve předřezává a pak dokončuje posledním závitníkem ze sady.

2. Strojní závitníky - jsou zpravidla jednořezné, tj. k vyřezání závitové díry na číslu se používá pouze jeden závitník. Mají obvykle krátký řezný kužel a jejich drážky mohou být průběžné i neprůběžné.

3. Maticové závitníky - tj. závitníky na krátké průchozí závitové díry. Vyznačují se zpravidla dlouhou závitovou částí a dlouhým řezným kuželem. Podle potřeby mohou mít krátkou nebo dlouhou stopku a používají se k ručnímu i strojnímu řezání.

Norma ČSN	Tabulka č. 1	
	Název	Vyobrazení
223010	Ruční závitníky sačové krátké	
223020	Strojní závitníky dlouhé průchozí	
223041	Strojní krátké závitníky průchozí	
223042	Strojní závitníky krátké	
223043	Závitníky s neprůběžnými drážkami strojní krátké	
223044	Strojní závitníky se šroubovými drážkami	
223060	Ruční maticové závitníky	
223062	Maticové závitníky s dlouhou závit. částí a krátkou stopkou	
223070	Maticové s krátkou závit. částí a krátkou stopkou	
223074	Maticové s krátkou závit. částí a dlouhou stopkou	

II. Podle směru řezného pohybu:

- a) pravořezné
- b) levořezné

Podle směru řezného pohybu při pohledu od stopky.

III. Podle způsobu výroby závitové části závitníku mohou být závitníky :

- a) nebroušené - soustružené, frézované a válcované
- b) broušené

Nebroušené jsou pro méně přesné a střední lícování a broušené pro lícování přesné a velmi přesné. Pro strojní řezání závitových děr se používají téměř výhradně závitníky broušené.

IV. Podle způsobu upínání:

- a) závitníky s válcovou stopkou zakončenou u větších rozměrů čtyřhranem
- b) závitníky nástrčné obvykle s válcovým otvorem a drážkou pro pero

V. Podle průběhu drážek:

- a) s průběžnými drážkami přímými, tj. čela zubů jsou v rovinně rovnoběžné s osou závitníku
- b) s průběžnými drážkami šroubovitými, tj. čela zubů jsou na vzájemně stejně vzdálených šroubovitých plochách posunutých o rozteč zubu a ovládající třísku ke stopce nebo před závitník
- c) s neprůběžnými drážkami, které mají zuby závitníku tvořeny šikmými drážkami, vykloněnými ve dvou úhlech.

VI. Podle způsobu řezání závitu:

- a) sadové
- b) jednočlenné

VII. Podle délky řezného kužele:

- a) s řezným kuželem dlouhým
- b) s řezným kuželem střední délky
- c) s řezným kuželem krátkým, pro neprůchozí otvory

2.2.1 Ruční závitníky

Ruční závitníky sadové- ČSN 223010

Ručně lze řezat pouze menší průměry závitů od M 1 do M 60. Tato norma je určena pro ruční řezání, případně protahování závitů při montážích. Upínání je podobné jako při jiných ručních nebo strojních operacích.

Při práci se sadovými závitníky se začíná předřezávacím závitníkem. Do díry se zavádí kolmo. Po namazání nástroje řeznou kapalinou tlačíme ve směru osy nástroje, při čemž dbáme na souosost nástroje s dírou (kontrola úhelníkem). Třísky jsou stále delší, když vyplní prostor pro třísky, nástroj se zasekne. Proto se musí častěji pootáčet zpět, aby se třísky ulomily a vypadly z díry. Při tom řezná kapalina proniká k břitům.

Po předřezávacím závitníku se použije závitníku řezacího a nakonec dořezávacího. Tyto závitníky se do předříznutého závitu nejprve zašroubují rukou, a teprve když mají vedení, nasazuje se vratidlo. Pracuje se s nimi podobně jako s předřezávacím závitníkem a závit se takto dokončí.

2.2.2 Strojní závitníky / 4 /

Nejnámějším a nejčastěji používaným druhem jednořezných závitníků jsou normalizované strojní závitníky klasické konstrukce s přímými drážkami. S rozmachem výroby a automatizací obrábění stoupají však požadavky na závitníky a je zřejmé, že běžné závitníky s přímými drážkami nejsou zcela vyhovujícími nástroji pro všechny operace a obráběné materiály. Proto vznikají nové druhy jednořezných závitníků, které se odlišují hlavně tvarem drážek i celkovým provedením.

Strojní závitníky dlouhé - ČSN 223020

Tato norma platí pro strojní závitníky jednořezné a je shodná s RVHP. U této normy je možnost volit různou délku řezného kužele, který se vyrábí se třemi délkami a to 8 stoupání, 4 stoupání a 2 stoupání. Toto umožňuje volit závitníky pro různé otvory a materiály.

K strojnímu řezání závitových děr téměř ve všech konstrukčních strojírenských materiálech se používá závitníků s přímými drážkami. Procházejí celou závitovou částí nástroje rovnoběžně s osou. Počet i tvar drážek přímo ovlivňuje namáhání závitníku i způsob utváření a odvádění třísek z místa řezu.

Drážky závitníku se konstruují jako tvarové s určeným úhlem čela a jen velmi výjimečně se používá drážky tvaru kruhového oblouku.

Počet drážek bývá 2 až 6; pro závitníky na řezání závitových děr v ocelích se používá nejčastěji tři až čtyř drážek. Z hlediska pevnostního namáhání závitníku je vždy výhodnější menší počet drážek.

Normalizované jednořezné závitníky s přímými drážkami se vyrábějí a dodávají s různě dlouhými stopkami a s různými délkami řezných kuželů.

Pro průchozí závitové díry v materiálech dávajících drobnivé nebo krátké třísky (litina) se doporučuje krátký řezný kužel. Pro krátké průchozí závitové díry (matice) je vhodnější závitník s delším řezným kuželem nebo závitník maticový.

Strojní krátké závitníky průchozí - ČSN 223041

Toto je nová norma s mezinárodním doporučením (RVHP ST 6, ISO). I tento typ je řešen se třemi provedeními délek řezného kužele. Provedení závitové části je shodné se závitníky podle ČSN 223042.

Strojní závitníky krátké - ČSN 223042

Jsou to moderní, výkonné závitníky s přímými průběžnými drážkami. Vyrábějí se z výkonné rychlořezné oceli, závit přesně broušen s podbroušením boků závitového profilu. Dodávány jsou v trojím provedení, které se vzájemně liší pouze délkou (a úhlem) řezného kužele. Délky řezného kužele činí:

8 s - provedení A

4 s - provedení B

2 s - provedení C

Provedení A - se vyznačuje úběrem tenkých třísek a výbornou samostředící schopností. Tyto závitníky vykazují vynikající vlastnosti při řezání krátkých průchozích závitů a mnohdy i nahradí maticové závitníky. Dlouhý řezný kužel je nevhodný pro dlouhé matice.

Provedení B - představuje téměř univerzální moderní závitník pro nejširší použití. Při závitování dlouhých průchozích děr lze zavést nucený odchod třísek před nástroj tím, že se na zubech vybrousí negativně skloněné břity - tzv. loupače. Takto lze řezat i extrémně dlouhé závity.

Provedení C - je určeno hlavně pro řezání závitů s krátkým výběhem v neprůchozích otvorech. Tento závitník může též do jisté míry nahradit provedení A a B nebo lze jím dořezávat výběhy po závitnicích provedení A a B. Za zvlášť těžkých podmínek dají se totiž tyto závitníky použít jako sadové, počínaje nástrojem s nejdelším řezným kuželem A a konče nejkratším řezným kuželem C.

Závitníky s neprůběžnými drážkami - ČSN 223043

Pro zvlášť obtížné podmínky závitování se vyrábějí a dodávají podle ČSN 223043 (ON 223043) závitníky s neprůběžnými drážkami, které mají v podstatě stejnou funkci a účel jako závitníky s přímými drážkami.

Odstraňují nevýhody běžných závitníků při řezání závitů jako je poměrně rychlé opotřebení, časté poškození, nízká řezná rychlost a řezání závitů natřikrát. Umožňují tedy řezání závitů najednou, snesou několikanásobně větší namáhání a rovněž jakost řezaného závitu je větší. Neprůběžné drážky mají zpravidla dvojnásobnou délku než je délka řezného kužele.

Do neprůběžných drážek vyústují úzké a mělké mazací drážky, jejichž šířka je asi 0,25 d a hloubka je asi dvojnásobkem hloubky závitového profilu. Tímto provedením drážek se podstatně zvětšil průřez jádra závitníku, čímž se zvětšila jeho pevnost a tuhost.

Sklon neprůběžné drážky způsobuje odvíjení třísek před závitník, takže závitníky jsou velmi výhodné pro řezání průchozích závitových děr. Dobré vlastnosti tohoto typu závitníku se projeví delší trvanlivostí.

Strojní závitníky se šroubovými drážkami - ČSN 223044

Tyto závitníky jsou základními rozměry shodné s ČSN 223042. Mají však drážky ve šroubovici, která podle použitého materiálu řezané matice snižuje řezný odpor a zaručuje lepší odvod třísek směrem ke stopce a proto jsou výhodné pro neprůchozí matice. Hodí se zejména pro houževnaté materiály, které vytvářejí celistvou třísku. Pro drobnou třísku jsou nevhodné.

2.1.3 Maticové závitníky

Pro řezání metrických závitů se v současné době vyrábějí maticové závitníky podle norem ČSN 223062, ČSN 223070 a ČSN 223074.

Vyznačují se dlouhým řezným kuželem a relativně krátkou vodící závitovou částí. Tyto nástroje vynikají trvanlivostí a lze jimi dosáhnout vysoké produktivity. Ekonomické využití však vyžaduje, aby obrobek měl charakter matice (tj. poměrně krátký průchozí závit), aby se závitovalo průběžně (tj. závitník se nemá šroubovat zpět) a mělo by se vždy používat přesného nuceného posuvu.

2.2.4 Speciální závitníky

Závitníky na tvrzenou litinu

Obrábění tvrzené litiny je závislé na její tvrdosti. Vznikající teplo rychle opotřebovává břity, zejména pak řezné zoubky na kuželu závitníku. Kromě toho je tvrzená litina nestejnoměrně tvrdá, stejně jako litá litina - kokilová. V tomto případě vzhledem k rychlému ochlazování vnější vrstvy dochází k velkému přetížení nástroje při obrábění.

Rychlořezné nástroje jsou vhodné pouze do tvrdosti 350 HB. K řezání lze použít závitníku ČSN 223042. Závitníky musí být samy tvrdší a se zvláštní povrchovou úpravou břitu pro tvrzenou litinu, aby získaly velkou odolnost proti otěru. Také předvrtaný otvor musí být co možná největší.

Závitníky s vynechanými zoubky

Vyznačují se tím, že mají na vodící závitové části střídavě vynechané zoubky. Vynecháním zoubků se snižuje tření, zvětší se prostor pro drobné třísky a usnadní průvod chladicí kapaliny a maziva k břitům. Proto jsou tyto závitníky dobře způsobilé k práci ve vazkých, houževnatých a těžko obrobitelných materiálech.

Závitníky s úplným profilem na řezném kuželu

Mají po celé délce řezného kužele zoubky konstantní výšky, tj. s profilem úplného závitu. V důsledku toho je průměr závitu na řezném kuželu proměnný. Tento závitník se velmi dobře zařezává do obráběného materiálu. Řezné odpory bývají nižší a vyřezaný závit vyniká vysokou přesností v profilu, stoupání i průměrech.

Závitníky s korigovaným profilem závitu na řezném kuželu

Zoubky řezného kužele jsou tvarově i odstupňováním středního průměru řešeny tak, aby neřezaly celou délkou boků, nýbrž jen malou částí při vrcholu svého profilu. Tím se odstraní nežádoucí tření. Tato úprava je vhodná a také nejlépe využitelná u maticových závitníků a u vysoce exponovaných strojních závitníků.

Stupňovité (tandemové) závitníky

Jedná se o uspořádání několika (2 - 3) závitníků za sebou v jediný celistvý nástroj. Tyto závitníky vynikají vysokou trvanlivostí, výborným samostředěním a přesností.

2.3. Materiál závitníků a pokyny pro jejich volbu

Materiál závitníků

1) Závitníky se vyrábějí:

- a) z nástrojové oceli slitinové
- b) z výkonné rychlořezné oceli nebo vysoce výkonné rychlořezné oceli

2) Závitníky z nástrojové oceli slitinové se vyrábí obvykle jako nebroušené.

Broušené závitníky se obvykle vyrábí z výkonné nástrojové oceli rychlořezné nebo vysoce výkonné nástrojové oceli rychlořezné.

3) U závitníků, vyrobených z rychlořezné oceli výkonné nebo vysoce výkonné může být od průměru stopky 10 mm navařena upínací část (stopka). Minimální pevnost materiálu stopky musí zaručovat bezpečné přenesení kroutícího momentu, vznikajícího při řezání závitu.

Přehled doporučených československých nástrojových ocelí, nástrojových legovaných ocelí a rychlořezných ocelí je v tabulce č.2.

Závitníky jsou kaleny a popouštěny. Měkká (oduhličená) místa a naběhlé skvrny se nedovolují. Tvrdost se stanoví na závitové části.

Zkoušené místo	NO slitinová		NO rychlořez. výkonná		NO rychlořezná vysoce výkonná	
	Rockwell	Vickers	Rockwell	Vickers	Rockwell	Vickers
Závitová část	59-62	707-771	61-64	748-828	62-65	771-863
Čtyřhran	Pevnost čtyřhranu minimálně 700 MPa					

Přehled doporučených čsl.NO, NO legovaných a RO.

Tabulka č. 2

Označení oceli dle normy	Poldi	Typ oceli	Použití
19 422	EK	Cr - V	závitořezné nástroje
19 428	CRK	chromová	dtto
19 312	Stabil	Mn - V	dtto
19 713	Solar Special	Cr - W - Mn	závitořezné nástroje všeho druhu
19 712	Solar	Cr - W - V	dtto
19 421	DS Special	Cr - V	závitníky
19 830	Poldi Maximum Special Mo5	Cr - W - Mo- V	pro nejširší pou- žití pro obrábění materiálů o střed- ní pevnosti
19 811	Poldi Maximum 12	Cr - W - V	dtto
19 802	Poldi Maximum Special G Extra	Cr - W - V	dtto
19 852	Maximum Special 75 Mo	Cr -W-Mo-V-Co	obrábění mater. o vysokých pevno- stech a těžko obro- bitelných
19 856	Poldi Maximum Special 55 G	Cr - W - V - Co	dtto

Drsnost povrchu

	Druh plochy	Drsnost Ra μ m
Řezací plochy	čelo	1,6
	řezný kužel	0,8
	zoubky	0,8
	zoubková drážka	3,2

Analýza provedena v
ústřední laboratoři
Výzkumného ústavu
31. 8. 1962 § 19 ustanovení zákona č. 115, 66/60.

Pravidla pro volbu závitníků / 2 /

Při volbě nejvhodnějšího závitníku se řídíme těmito hledisky:

- aby závitník měl správný tvar
- aby měl správnou velikost
- aby úprava činných částí závitníku byla vyhovující.

Závitová délka závitníku se skládá ze dvou částí, a to z řezného kužele a části vodící. Aby jednotlivé břity závitníku byly správně zatěžovány, musí se pro řezání průchozích závitů v materiálu větší tvrdosti volit menší úhel řezného kužele α , při čemž pro závity s větším stoupáním volíme též větší počet drážek. Úhel α má být 10 až 30° (průměrně 20°). Vodící část závitníku (délky asi 20 až 30 závitů) vede nástroj. Má nepatrný úkos směrem ke stopce, aby se zmenšilo tření. Tento úkos se volí asi 0,1 - 0,05 mm na délce 100 mm.

Podbroušení závitníku se hlavně provádí na řezném kuželu pro vytvoření úhlu hřbetu $\angle = 6-8^\circ$. Pro snížení tření v profilu závitu se podbroušuje i kalibrovací část závitníku - 10°. Má být provedeno vždy ve směru šroubovice závitu a ne kolmo na osu závitníku.

Drážkami vzniká ostří závitníku a odvádějí se jimi třísky. Jsou buď přímé nebo šroubovité. Tvar drážky, daný frézou při výrobě závitníků, vytváří i úhel čela.

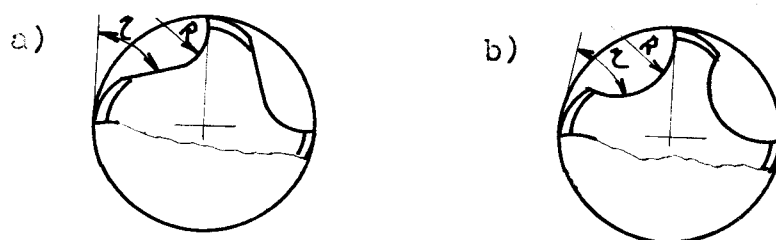
Počet drážek závitníků

Druh	Ø závitu mm		
	2 až 6	16 až 20	27 až 30
Ruční, maticové a strojní	3	3	4

Tvar a sklon drážek

Prochází-li závitník při řezání pouze v jednom směru, jako např. u maticových závitníků, volí se úhel α u odlehleho hřbetu asi 80°; zpevní se tedy čelist. (viz obr. 1 a)

Naspak, koná-li závitník po dorážnutí závitu zpětný, otočný pohyb, dělá se úhel γ větší ($90 - 100^\circ$), aby se závit při zpětném chodu pročišťoval (viz obr.1 b).



Obr. 1

Dodržení optimálního poměru mezi průměrem jádra, šířkou zubu a průměrem závitníku je důležitou podmínkou pro správnou práci závitníku. Závitníky se nejčastěji lámou vlivem nětčnání třísek v málo prostorné drážce; často se ulomí zů následkem zeslabeného průřezu. Drážka musí být hladká, aby se usnadnil odchod třísek.

Velikost úhlu čela γ se volí podle druhu obráběného materiálu. Čelní plocha může být buď rovná nebo zakřivená.

Pokyny pro volbu úhlu čela γ

Materiál	Úhel čela γ
Jhlíkové a nízkolegované oceli	
do pevnosti 500 MPa	10-15°
pevnosti od 500 do 800 MPa	8-10°
pevnosti od 800 do 1000 MPa	3-5°
Vysokolegované oceli Cr a CrNi	
tvářené	10-15°
lité	8-10°
šedá litina	0-2°
tvárná litina	5-8°
temperovaná litina	8-10°
mosazi	3°
měď a bronzi	10-15°
slitiny Al tvářené	25-30°
slitiny Al s Si tvářené	15-20°
slitiny Al slévárenské	5-8°
slitiny Al-Si slévárenské	0-2°
slitiny Mg	0-8°
slitiny Zn	20-25°

2.4 Předvrtání děr pro řezání závitu

Velikost průměru díry předvrtané pro řezání závitu jedno-
řezným strojním závitníkem má značný význam a vliv na práci
závitníku i na přesnost a jakost vyřezaného závitu.

Pro usnadnění volby průměru díry předvrtané pro řezání
závitu jsou doporučené průměry vrtáku určeny normou
ČSN 014090 - směrnice pro předvrtávání děr pro závity matic.
Z tabulek je zřejmé, že průměry vrtáků vycházejí přibližně
ze střední hodnoty malého průměru závitu matice a blíží se
k jeho spodní mezi. Pro náš případ řezání jsou průměry vrtá-
ků tyto:

průměr	
závitu d mm	díry d _v mm
3	2,5
6	5
16	14
27	24

Díry předvrtané pro řezání závitů musí být přímočaré a
kulovité. Nemají se předvrtávat příliš otupeným vrtákem, kte-
rý způsobuje zpevňování povrchové vrstvy materiálu na stě-
nách díry. Stejný úkaz může být způsoben též použitím špatně
naostřeného vrtáku.

2.5 Náradí k upínání nástrojů na závity

Závitníky se závit řeže i na strojích, např. na vrtačkách,
závitorezech(viz tabulka č.3), dále na soustruzích a jiných
strojích.

Upnutí nástroje na závity rozhoduje o jakosti vyřezaného
závitu a o spotřebě nástrojů. Při ručním řezání závitu je
nástroj upnut do vrtáku, kterým se zároveň otáčí; na stro-
jích se nástroje upínají do držáků a upínacích hlavicek.

Vratidla pro závitníky

Jsou společná také pro výstružníky, bývají buď dvojramenná pevná ČSN 241120, stavitelná ČSN 241125, nebo jednoramenná ČSN 241110 k řezání závitů v místech špatně přístupných.

Nástavce a držáky pro závitníky

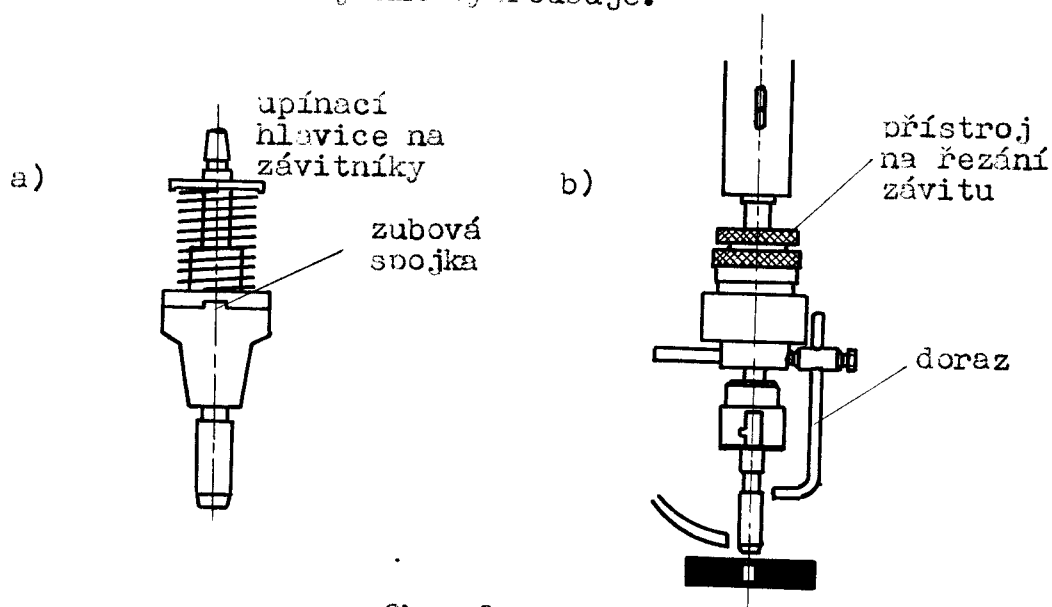
Při řezání závitů v hloubce pod povrchem součásti se prodlužuje stopka závitníku nástavcem podle ČSN 241150.

Nástrčné metrické závitníky podle ČSN 223030 se upínají na válcové držáky podle ČSN 241510 se čtyřhranem pro vratidlo.

Upínání závitníků na vrtačkách a závitofézech

Dává se přednost upnutí ve volných pouzdrech, v nichž se závit sám střídá podle osy díry. Používají se hlavice vybavené spojkou (viz obr.2 a), která nástroj při přetížení vypíná, tj. přestává ho unášet, jakmile z jakýchkoliv příčin vzroste řezný odpor.

Přístroje na řezání závitu (viz obr.2 b) se rovněž vsazují do kuželové dutiny vřetena vrtačky, kde je lze na určitou hloubku (délku závitu) seřídít nastavením dorazu. Jakmile doraz narazí, spojka se vypne a závitník se zastaví. Při následujícím zvedání vřetena zapne spojka zrychlený zpětný chod a závitník se rychle vyšroubuje.



Obr. 2

Redukční pouzdra

Při příležitostném řezání závitů na vrtačce nebo vyvrtávačce se upne závitník se čtyřhranem do redukčního pouzdra ČSN 241252 s kuželem Morse. Tato pouzdra jsou pro závitníky od M 4 do M 120. Na několikavřetenových vrtačkách se upínají závitníky se čtyřhranem do redukčního pouzdra Morse 2/OK 8. Závitník je ustaven stopkou v otvoru, unášen drážkou za čtyřhran a přidržován proti vypadnutí pružinami, přinýtovanými v drážkách redukčního pouzdra a může se posouvat.

Hlavičky k upínání závitníku za čtyřhran

Hlavička LNY 3133 - ZKL Brno se vyznačuje tím, že v těle se s křížovými drážkami, které jsou uzavřeny upevňovací přírubou a víkem, jsou dvě plochá kluzátka s prizmatickým otvorem a upínacím šroubem. Při přitažení šroubů uchopí kluzátka závitník za čtyřhran a ustředí jej ve dvou osách.

Upínací hlavičky s nastavitelným momentem

Klasickou hlavičkou soustavy PEARNS ČSN 241530 upínáme strojní závitníky s válcovou stopkou, v níž je unášecí drážka. Závitník je v hlavičce upevněn na šroubu s lehkou pružinou, takže se může posouvat nezávisle na hlavičce. Když narazí na dno díry, nebo když se jinak zvětší řezný odpor, začne unášecí část přístroje proklouzávat proti polovině zubové spojky, která je k ní přitlačována pružinou. Tlak pružiny se nastavuje podle průměru závitníku v daném rozsahu hlavičky.

U upínací hlavičky typu AZNP-ÖKD se krouticí moment přenáší lamelovou spojkou.

2.6 Přehled československých strojů na závity / 7 /

Řezání vnitřních závitů je možno provádět na všech běžných typech vrtaček a závitofezech, jestliže mají dostatečný výkon elektromotoru a potřebné rozsahy otáček a posuvu vřetene.

Přehled čsl. typů vrtaček je uveden v tabulce č.3.

Název vrtačky	Typ	Výrobce	Největší průměr vrtání mm	Hloubka vrtání mm	Otáčky včetně		Posuvy		Tabulka č. 3
					počet stupňů	rozsah ot/min	počet stupňů	rozsah ot/min	
Jednovřeten. Čtyřvřeten.	V 20 A	TOS Svítavy	20	160	9	71-2800	4	0,08-0,32	Upínání závitová reverzační hlavě, vřetenem
	V 20A/4		20	160	9	71-2800	4	0,08-0,32	
	VS 20A		20	160	9	71-2800	4	0,08-0,32	
	VS 32A		32	200	9	56-2240	4	0,08-0,32	
Mnohovřeten.	VM 25/2	TOS Kuřim	20	450	24	80-1400	-	-	závitová vřetenem
	VM 40/2		30	600	10	45-1000	-	-	
Otočná	VR 2	Kovosvit Sezimovo Ústí	35	225	12	90-4500	6	0,03-0,3	
	VR 4		50	310	12	45-2000	10	0,025-1,5	
	VR 4A		60	310	16	28-2500	16	0,05-2	
	VR 5A		60	310	16	28-2500	16	0,05-2	
	VR 6A		80	380	16	11-2000	16	0,035-2,8	
	VR 8A		110	475	30	9-1400	16	0,035-2,8	
	VR 103A		125	475	14	11-500	10	0,056-3,5	
	VR 104A					23-1000			
Pojízdná otoč.	VRP 8A	závod Holoubkov	110	475	30	9-1400	16	0,035-2,8	
Montážní	VRM 50A		50	350	15	16-800	6	0,05-0,5	
NC	VR 5 K		60	310	16	28-2500	16	0,5-2	
	VR 5 N		42	-	16	-	16	-	
	VR 5N-B	Kovosvit Sezimovo Ústí							

Z čsl. typů závitorezů jsou to:

Název závitorezu a výrobce	Typ	Velikost řezaného závitu
Závitorez vnitřní ZOM Nymburk	AM 5	M 3 - M 5
	AM 10	M 6 - M 12
	AM 20	M14 - M 20

2.7 Řezné kapaliny

Řezná kapalina použitá při řezání závitových děr jedno-
řezným závitníkem musí mít hlavně dobré mazací vlastnosti,
tj. schopnost vytvářet pevný mazací film mezi styčnými plo-
chami závitníku a obráběného materiálu. Tím se značně zmen-
ší množství tepla vznikajícího třením, zlepší se řezivost
závitníků bez zvláštních opatření a bez zvláštního zpracová-
ní závitníků. Výsledkem je delší trvanlivost a menší spotře-
ba závitníků.

Pro praktické použití při závitování přicházejí v úvahu
hlavně olejové emulze a některé řezné oleje. Druh řezné ka-
paliny se volí podle pracovních podmínek závitníku. Emulze
jsou vhodné pro závitování při větších řezných rychlostech,
kdy vzniká větší množství tepla a řezná kapalina musí proto
mít převládající účinek chladicí. Podle obsahu oleje mohou
mít emulze různou koncentraci. Pro závitování se doporučují
řezné emulze s koncentrací 5 až 10 %.

Jejich použití je vhodné při závitování řeznými rychlost-
mi většími než 10 m/min a dále při řezání závitových děr
v temperované litině.

Řezné kapaliny jsou jedním z faktorů, které významně
ovlivňují produktivitu a ekonomii obrábění. Hlavním účelem
použití řezných kapalin je zvýšení trvanlivosti břitu řez-
ných nástrojů, zlepšení jakosti obráběného povrchu, usnadně-
ní odvodu třísek a snížení spotřeby energie.

Význam řezných kapalin se v současné době zvyšuje se stoupajícími požadavky kladenými na ně v souvislosti se zvyšujícími se řeznými rychlostmi a se zaváděním progresivních obráběcích operací a metod.

Doporučené řezné kapaliny pro litinu jsou:

Druh obráběného materiálu	Řezání závitů
ocelolitina	katol PP kalorex 100 řezný olej emulze
temperovaná litina	řepkový olej
litina šedá	na sucho emulze ložiskový olej

V poslední době se začíná také používat emulze nazývané Robol.

Do nedávné doby byla omezena možnost výběru vhodného nástroje pro danou technologii výroby a strojní vybavení. V podstatě byly normalizovány závitníky sadové s odstupňovaným velkým a středním průměrem závitu, které se používaly, jak pro ruční, tak i pro strojní řezání a závitníky maticové. Celý sortiment, tak jak jsme je donedávna znali, se pak od sebe odlišoval jen technologickou využitelností s ohledem na tvar a délku upínací části. Ukončené výzkumné a vývojové práce posledních let a široká činnost normalizačních organizací na mezinárodní úrovni v rámci RVHP a ISO, vyřešily v podstatě nejhlavnější základní problémy v oblasti hlavních rozměrů a prosadily do výroby značný, rozšířený sortiment závitníků. Spolu s novou lícovací soustavou závitů by měl zajistit vyhovující nástroje pro většinu operací řezání závitů. Je však potřebné, aby jejich použití znali dokonale všichni technologové a konstruktéři na závodech a využívali je podle návodu.

3. Návrh a provedení zkoušek pro ověření možnosti zvýšení užívaných parametrů řezání

Účelem zkoušek je přezkoušení stávajících předpisů řezných podmínek pro řezání vnitřních závitů, uvedených ve státních normativních, ve smyslu jejich případné úpravy.

Pro porovnání byly sestaveny dosud předepisované rychlosti a otáčky z podkladů našich i zahraničních. Jsou uvedeny v tabulce č. 4, ze které je patrné, že zahraniční předpisy se vesměs liší od našich předpisů, které mají hodnoty nižší. Např. při řezání vnitřních závitů do litiny jsou stávající předpisy pro řeznou rychlost následující:

M 3	-	$v = 3,34 \text{ m/min}$
M 6	-	$v = 4,71 \text{ m/min.}$
M16	-	$v = 6,28 \text{ m/min.}$
M27	-	$v = 5,34 \text{ m/min.}$

Předpokladem zkoušek je, že zvýšení řezné rychlosti nelze provést na úkor trvanlivosti břitů. Je nutné najít optimální parametry, které plně vyhovují ekonomickým požadavkům, tj. zvýšená řezná rychlost musí přinést celkovou úsporu času i v případě, že poklesne o určitou hodnotu trvanlivost břitu. Za tím účelem byly sestaveny diagramy VB - T i diagramy T - v podle předpisů, které jsou uvedeny v literárních pramenech.

3.1 Příprava zkoušek

Materiál

Litina ČSN 422425

Provedena kontrola předaného materiálu jak rozměrová, tak jakostní. Před započítím zkoušek byla ověřována tvrdost do daných vzorků litiny. Měření tvrdosti bylo provedeno aparátem Brinell. Tvrdost byla zjištěna podle třech měření s průměrnou hodnotou 202 HB.

U vzorků byla dodržována cca "r" mezi otvory, případně i k okraji vzorku.

Zkouškám byly podrobeny velikosti závitníků :

M 3 x 0,5, M 6 x 1, M 16 x 2, M 27 x 3.

Předvrtání otvorů

K předvrtání bylo použito vrtáků o průměrech uvedených v tabulce č. 4 podle revidované normy ČSN 014090.

Předvrtání i závitování bylo provedeno na vrtačkách: stolní VR 20 a VR 4.

Předvrtané otvory byly kontrolovány měkkými kalibry vyrobenými zvlášť k tomuto účelu.

Kontrola závitníků

Závitníky byly před provedením zkoušek kontrolovány podle normy ČSN 223007, případně ČSN 223001. Detailně byl proměřován závitník M 16 ČSN 223043.

Z každého balení všech závitníků byl vždy namátkově vybrán jeden k měření. Byly u nich proměřeny na univerzálním mikroskopu Zeiss tyto veličiny :

- velký průměr závitu za řezným kuželem a na konci závitníku
- střední průměr závitu za řez.kuželem a na konci závitníku
- malý průměr závitu za řezným kuželem a na konci závitníku
- úhel řezného kužele
- úchylka úhlu boku profilu
- úchylka stoupání na 10 závitů
- úhel hřbetu
- úhel čela
- úhel podbroušení závitové části
- obvodové házení závitové části vůči ose závitníku na středním průměru závitu i na vrcholu profilu závitu.

Provedeným měřením závitníků bylo zjištěno, že naměřené hodnoty odpovídají ČSN 223007 a ČSN 223008.

Při měření opotřebení závitníků bylo zjištěno:

a) některé závitníky mají již před zkouškou opotřebení po-

- škozeny bříty (patrně před kalením),
- b) u závitníku M6 ČSN 223070 jsou profrézovány drážky málo hluboko, takže u úhlu čela vznikl velký radius po frézování, což způsobuje, že u malého průměru závitu je tento úhel nulový, i když u velkého průměru závitu byla naměřena hodnota 6° ,
- c) u některých závitníků bylo zjištěno hrubé podbroušení řezných kuželů.

3.2 Protokol o hodnocení závitníku s neprůběžnou drážkou velikosti M 16 ČSN 223043, výrobce n.p. Náradí, závod Ždánice / 8 /

Uvedená velikost závitníku byla při zkouškách řezání závitu do litiny zvolena pro dlouhodobější podrobné zkoušky. Z tohoto důvodu byl tento závitník podrobněji zkontrolován.

Tato novější konstrukce závitníku je určena ke strojnímu řezání závitů v průchozích otvorech. K vyřízení jakostního závitu je určen jeden závitník, jehož řezný kužel zastává funkci předřezávacího, řezacího a dokončovacího závitníku.

Kontrola bylo podrobena :

Značení:

obsahuje: druh závitu	M
jmenovitý rozměr	16
lícovací značku	ISO 1
číslo normy	3043
označení materiálu	HSS

Značení je čitelné a trvanlivé.

Jakost povrchu:

Podle vizuální kontroly se na závitnících nevyskytují stopy po rzi, skvrny, povrchové trhliny, neobrobené plochy. Neopatrně byla poškozena řezná hrana závitníku, pravděpodobně při dopravě.

Provedení:

Závitačky mají broušený závit, podbroušený řezný kužel, šikmou neprůběžnou drážku a stopku se čtyřhranem. Čtyřhran, mazací drážky a předchodové místo závit-stopka jsou černé po tepelném zpracování, stejně tak i čelo řezné části a čtyřhranu. Čela jsou opatřena středícími důlky.

Drsnost povrhu:

Zjištěné hodnoty	Ra v μm
Řezný kužel	0,44
Čelo	0,4

Naměřené hodnoty (průměr z pěti měření) odpovídají podmínkám Ra - 0,8. Bok profilu nebyl měřen.

Střední průměr - odchylka od d_2 , průměr pěti měření:

Hodnoty za řezným kuželem	+ 23
Hodnoty na konci závitu	+ 5

Zjištěné hodnoty odpovídají podmínkám + 17 až +51 (ISO 1)

Stoupání:

Naměřené odchylky stoupání přes 10 závitů u vzorků činily v průměru $+ 7 \mu\text{m}$, odpovídaly proto podmínce: $\pm 10 \mu\text{m}$.

Úhel řezného kužele se pohyboval v rozmezí $8^{\circ} 10'$ až $8^{\circ} 20'$, takže odpovídal podmínce 8° .

Sklon zubové drážky kolísal v rozmezí $7^{\circ}30'$ až $8^{\circ}40'$.

Rozložení břitu bylo pravidelné, tj. naměřené hodnoty kolísaly v mezích $119^{\circ}30'$ až $120^{\circ}20'$, což odpovídalo podmínkám $120^{\circ} \pm 2^{\circ}$.

Házivost nepřesahovala 10 μm , měřeno bezdotykovým měřením na univerzálním mikroskopu Zeiss.

1. Q.V. 1980-1981

Tvrdost:

Hodnoty podle Vickerse na aktivní části závitníků dosahovaly téměř horní přípustné hranice, pohybovaly se od 798 do 836 HV. Předpis: 762 - 840 HV.

Tepelné zpracování:

Oduhličení povrchu, povrchové trhliny ani nadměrné množství nekovových vměstků nebylo pozorováno.

Základní struktura byla tvořena jemným homogenním martsitem se známkami popuštění.

Funkční zkouška:

Funkce závitníku byla, nezávisle na zkouškách ostatních, ověřována v oceli 12050.1 o tvrdosti 150-160 HB za stálého mazání řezným olejem.

Rychlost řezání: 12,4 m/min

Hloubka řezání: 2D

Maximální hodnoty krouticího momentu, měřené na tenzometrickém dynamometru: 12,0 až 15,6 Nm, v průměru 10 měření 13,8 Nm.

Kontrola vyříznutého závitu:

Při kontrole závitovým kalibrem M 16 4 HSH nebyly shledány žádné závady. Dobrá stránka šla lehce prošroubovat všemi závity v celé délce. Zmetkovou stranu nelze našroubovat.

Jakost hodnoceného závitníku byla srovnatelná se světovou špičkou.

3.3 Podmínky zkoušek

Pro vlastní řezání závitů do zkušebních vzorků bylo použito upínacích hlav pro závitníky značky:

MAS I - 1534 do $\varnothing$ 6 mm

"GB 3" (NDR) do $\varnothing$ 30 mm

Geometrie břitů zkoušených nástrojů nebyla měněna, tj. bylo používáno geometrie podle ČSN.

Chlazení

Chlazení se provádělo řeznou emulzí Robol, která byla přiváděna proudem.

Robol je emulgační olej obsahující EP přísady, které příznivě ovlivňují podmínky při odběru třísky, a proto lze dosáhnout podstatně vyšších výkonů a lepší ekonomie než stávající řezné kapaliny. Ve směsi s vodou vytváří emulzi zvláště ně zabarvenou. Používá se jako pomocný prostředek při třískovém obrábění. Zvláště je vhodný pro výkonné - rychlostní broušení a pro řezání závitů. Snižuje proti běžným kapalinám řezné síly až o 50 %. Má nízké povrchové napětí, zvýšený ochladič účinek a velmi příznivé korozivní vlastnosti.

Robol se převážně používá jako 3-8 %ní emulze ve vodě. Vyjímecně lze použít vyšší koncentraci ve vodě a nebo jako olej bez přídavku vody. Při koncentraci nižší než 5 % se doporučuje použít inhibitoru koroze Inkoru.

Při práci s olejem a emulzí je třeba udržovat čistotu pracovního prostředí a kapalin, dodržovat výměnné lhůty, pravidelně čistit nádrže a používat ochranné pomůcky. Při práci se nesmí jíst a kouřit. Při přestávkách k jídlu a po pracovní době musí mít pracovník možnost se řádně umýt v teplé vodě.

Dodavatel: OPP Praha západ, Řeporyje, Třebonická 611,
Praha 5-252 22

Balení: PE láhev à 25 kg; sud plech. à 200 kg

Cena: 316,- Kčs 1 láhev; 2.410,- Kčs 1 sud- VC.

Účel zkoušek

Hlavním účelem zkoušek bylo prověření stávajících předpisů řezných podmínek pro řezání vnitřních závitů do litiny, uvedených ve státních normativích za účelem jejich případné úpravy.

3.4 Vlastní zkoušky

Při zkouškách řezání vnitřních závitů do litiny byly provedeny podrobné zkoušky se střední velikostí závitníku M 16 ČSN 223043 a doplňující zkoušky velikostí M 3, M 6, M 27.

Měření opotřebení bylo prováděno s přihlédnutím k předpisům, které jsou uvedeny v normativích MS z r.1956 a to jak co do velikosti opotřebení, tak i pro trvanlivost břitů. Např. byly respektovány tyto předpisy:

Ø závitu	opotřebení v mm	trvanlivost v min.
M 3	0,25	20
M 6	0,35	30
M 16	0,75	100
M 27	1,00	160

Opotřebení, jako střední hodnota, bylo měřeno vždy na hřebetu posledního závitu řezného kužele, tj. byl zaveden z hlediska přesnosti prováděných zkoušek upřesněný požadavek oproti předpisům v normativích z r.1956.

Naměřené hodnoty byly vyneseny do tabulek č. 2 - 23. Tabulky uvádějí podmínky, za kterých byly prováděny zkoušky, tj. otáčky - n, řezná rychlost - v, krouticí moment M_k , výkon - N, chlazení, počet vyřezaných závitů do určitého otupení a poznámky charakterizující proces řezání.

Byly zjišťovány též podstatné rozdíly v opotřebení jednotlivých zubů téhož nástroje (např. M 6, M 16) a zjištěny závady v jakosti obráběné litiny, které byly příčinou nerovnoměrného otupení. Zjištěná nehomogenita obráběné litiny je patrná z foto č. 1 a 2. Z toho důvodu byly před závitováním kontrolovány všechny předvrtané díry a vyřazeny ty, které vykazovaly materiálové závady (cca 5%).

Měření krouticího momentu

Do zkoušek řezání bylo započato i měření krouticího momentu a to před zkouškami trvanlivosti a po ukončení zkoušky opotřebenými závitníky. Toto měření bylo prováděno za účelem posouzení vzrůstu krouticího momentu opotřebeného závitníku.

Měření M_k bylo prováděno prostřednictvím tenzometrického dynamometru pro měření krouticích momentů a osových sil používaného pro měření řezných sil při vrtání, řezání závitů a podobných operacích.

Dynamometr byl vyvinut na VŠST- KOEa byl připojen na tenzometrickou aparaturu TDA 3. Velikost M_k byla odečítána milivoltmetrem M1 10. Dynamometr i tenzometrická aparatura TDA 3 jsou uvedeny na foto č. 3 a 4. Foto 5,6-vlastní vrtání malého $\emptyset$.

Aparatura byla předem oceňována cejchovacím těmenem pro krouticí moment. Hodnoty pro cejchovní křivku jsou uvedeny v tabulce č.24 a zjištěná cejchovní křivka-diagram č. 1.

Chlazení

Pro řezání závitů do litiny byla připravena emulze emulgačního oleje Robol v poměru 100 litrů vody na 20 litrů oleje Robol. Tento mísící poměr byl určen po konzultaci s VÚOSO Praha.



Foto č. 1

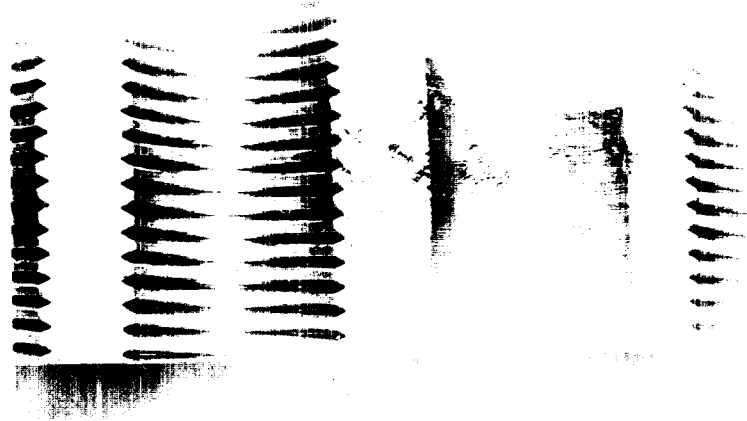


Foto č. 2

Archiw państwowy w Warszawie
 Oddział w Krakowie
 ul. Krakowska 10
 20-010 Kraków
 21.0.1992 519



Foto č. 3

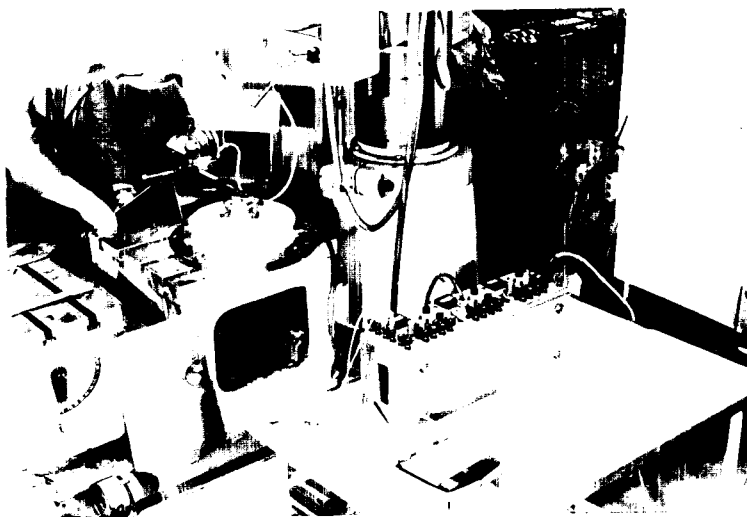


Foto č. 4

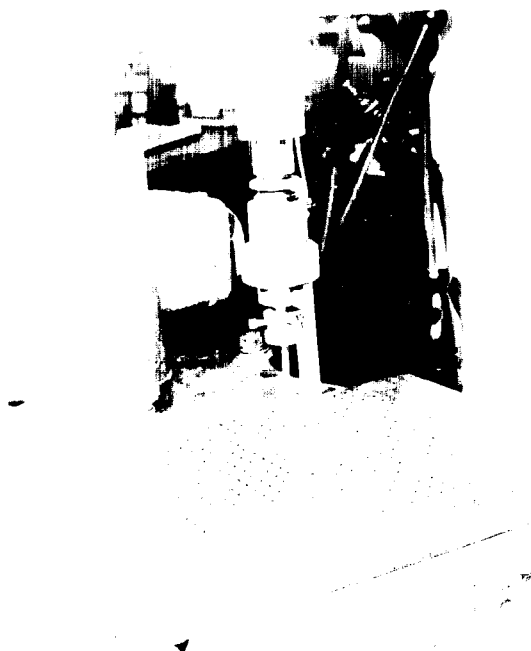


Foto č. 5

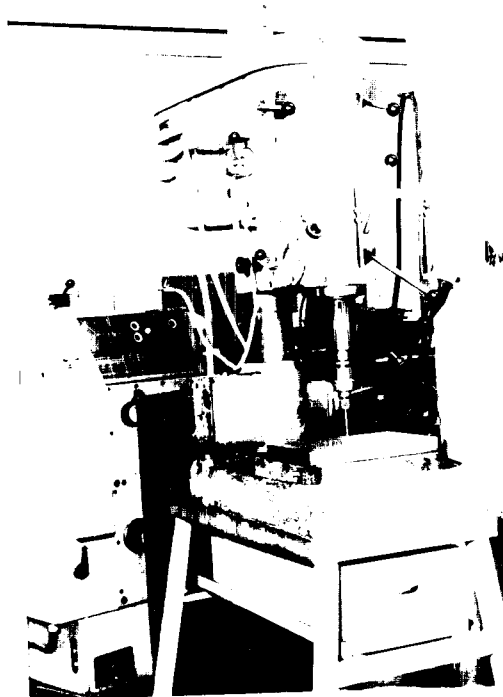


Foto č. 6

Přehled použitých otáček a řezných rychlostí uvedených v různých předpisech
v průběhu posledních let pro řezání vnitřních závitů závitníky.

Hočnoty platí pro závitování v materiálu 10 a - litine ČSN 422425

Průměr závitů	Průměr vrtáku	Stoup. závitů	MS 1956		MS 1967		Škoda Plzeň 1957		NDR Königssee 1967		Japonsko OSG 1972		NSR Prototyp 1968		AZNP 1974		Katalog SKF	
			NO	RO	NO	RO	NO	RO	NO	RO	NO	RO	NO	RO	NO	RO	NO	RO
M 3	2,50	0,5	-	-	178	355	425	637	657	1067	1592	2654	636	1214	637	849	531	1592
			-	-	1,7	3,3	4	6	6	10	15	25	6	12	6	8	5	15
M 6	5,00	1,0	155	246	120	250	212	318	318	531	796	1326	318	637	318	425	265	796
			2,9	4,7	2,3	4,7	4,0	5	6	10	15	25	6	12	6	8	5	15
M 16	14,00	2,0	65	104	63	125	80	119	119	199	299	498	119	239	100	119	100	299
			3,6	5,2	3,2	6,3	4	6	6	10	15	25	6	12	5	6	5	15
M 27	24,00	3,0	45	72	32	63	47	71	71	118	177	295	71	142	59	71	59	176
			3,9	6,1	2,7	5,3	4	6	6	10	15	25	6	12	5	6	5	15

Strojírenství Normativy		Řezání vnitřních závitů				Tabulka č. 5	
Jmenovitý rozměr nástroje M 3		Norma ČSN: 223043		Stoupání závitu 0,5 mm		Ø vrtáku pro předvrtání 2,5 mm	
Vzorek č. 1		Materiál obrobku ČSN 42 245			Obrobitelnost 10 a		
Otáčky n ot/min	Řezná rychlost v m/min	Délka vyřezan. závitu l m	Opotř. VB mm	M _k N m		N W	
				Před opotr.	Po opotr.	Před opotr.	Po opotr.
450	4,24	0,8	0,48	-	=	-	-
Počet vyřezaných závitů		Délka záv. m	Opotř. VB mm	Poznámky			
10	10	0,05	0,07	Tloušťka vzorku L=5 mm Chlazení Robol 20 % Kalibr šel dobře			
20	10	0,1	0,11				
40	20	0,2	0,19				
60	20	0,3	0,22				
80	20	0,4	0,26				
100	20	0,5	0,30				
120	20	0,6	0,35				
140	20	0,7	0,43				
160	20	0,8	0,48				

Strojírenství Normativy		Řezání vnitřních závitů				Tabulka č. 6	
Jmenovitý rozměr nástroje M 3		Norma ČSN 223043		Stoupání závitu 0,5 mm		Ø vrtáku pro předvrtání 2,5 mm	
Vzorek č. 2		Materiál obrobku ČSN 42 2425			Obrobitelnost 10 a		
otáčky n ot/min	Řezná rychlost v m/min	délka vyřez. závitů l m	opotr. VB mm	M _k N m		N W	
				před opotr.	po opotr.	před opotr.	po opotr.
1120	10,55	0,7	0,53	-	-	-	-
Počet vyřezaných závitů		délka záv. m	opotr.VB mm	Poznámky			
10	10	0,05	0,05	Tloušťka vzorku L=5 mm Chlazení Robol 20 % Kalibr šel dobře			
20	10	0,1	0,15				
40	20	0,2	0,20				
60	20	0,3	0,24				
80	20	0,4	0,29				
100	20	0,5	0,36				
120	20	0,6	0,45				
140	20	0,7	0,53				

Strojírenství Normativy		Řezání vnitřních závitů				Tabulka č. 7	
Jmenovitý rozměr nástroje M3		Norma ČSN 223043		Stoupání závitu 0,5 mm		Ø vrtáku pro předvrtání 2,5 mm	
Vzorek č. 3		Materiál obrobku ČSN 42 2425			Obrobitelnost 10 a		
otáčky n ot/min	řezná rychlost v m/min	délka výřez. l m	opotr. VB mm	M_k Nm		N W	
				před opotr.	po opotr.	před opotr.	po opotr.
450	4,24	-	-	-	-	-	-
Počet vyřezaných závitů		délka záv. m	opotr.VB mm	Poznámky			
10	10			Tloušťka vzorku L= 5 mm Nechlazeno Závitník zadřen při vyjíždění			

Strojírenství Normativy		Řezání vnitřních závitů				Tabulka č. 9	
Jmenovitý rozměr nástroje M6		Norma ČSN 223070		Stoupání závitu 1,0 mm		Ø vrtáku pro předvrtání 5,0 mm	
Vzorek č. 1		Materiál obrobku ČSN 42 2425			Obrobitelnost 10 a		
Otáčky n ot/min	řezná rychlost v m/min	délka výřez. závitů l m	opotr. VB mm	M _k Nm		N W	
				před opotr.	po opotr.	před opotr.	po opotr.
280	5,27	6,24	0,465	1	1,5	160	320
Počet vyřezaných závitů		délka záv. m	opotr.VB mm	Poznámky			
5	5	0,06	0,015	Tloušťka vzorku L=12 mm Chlazení Robol 20 % Citlivost 0,5- hodnota, čtená na tenzometrické aparatuře TDA 3, měří se při této citlivosti moment kroucení a výkon.			
10	5	0,12	0,02				
20	10	0,24	0,02				
40	20	0,48	0,035				
60	20	0,77	0,035				
80	20	0,96	0,04				
120	40	1,44	0,045				
170	50	2,04	0,06				
220	50	2,64	0,09				
270	50	3,24	0,1				
320	50	3,84	0,13				
370	50	4,44	0,24				
420	50	5,04	0,28				
470	50	5,64	0,43				
490	20	6,24	0,465				

Strojírenství Normativy		Řezání vnitřních závitů				Tabulka č.10	
Jmenovitý rozměr nástroje M6		Norma ČSN 223070		Stoupání závitu 1,0 mm		Ø vrtáku pro předvrtání 5,0 mm	
Vzorek č. 2		Materiál obrobku ČS N 42 2425			Obrobitelnost 10 a		
otáčky n ot/min	řezná rychlost v m/min	délka vyřez. závitů l m	opotr. VB mm	M_k Nm		N W	
				před opotr.	po opotr.	před opotr.	po opotr.
710	13,37	2,04	0,18	0,5	-	480	-
Počet vyřezaných závitů		délka záv. m	opotr.VB mm	Poznámky			
10	10	0,12	0,02	Tloušťka vzorku L=12 mm Chlazení Robol 20 % Citlivost 0,5			
20	10	0,24	0,03				
40	20	0,48	0,04				
70	30	0,84	0,055	Zalomen při dojetí do dna Nedovrtená díra. Opotřebování probíhalo ale rychleji než u 1.3.			
120	50	1,44	0,13				
170	50	2,04	0,18				
220	50						

Strojírenství Normativy		Řezání vnitřních závitů				Tabulka č. 11	
Jmenovitý rozměr nástroje M6		Norma ČSN 223070		Stoupání závitu 1,0 mm		Ø vrtáku pro předvrtání 5,0 mm	
Vzorek č. 3		Materiál obrobku ČSN 42 2425			Obrobitelnost 10 a		
otáčky n ot/min	řezná rychlost v m/min	délka vyřez. závitů l m	opotr. VB mm	M _k Nm		N W	
				před opotr.	po opotr.	před opotr.	po opotr.
710	13,37	5,28	0,31	0,5	1	400	400
Počet vyřezaných závitů		délka záv. m	opotr.VB mm	Poznámky			
10	10	0,12	0,015	Tloušťka vzorku L=12 mm Chlazení Robol 20 % Citlivost 0,50			
20	10	0,24	0,02				
40	20	0,48	0,03				
90	50	1,08	0,035				
140	50	1,68	0,07				
190	50	2,28	0,1				
240	50	2,88	0,14				
290	50	3,48	0,18				
340	50	4,08	0,21				
390	50	4,68	0,26				
435	45	5,28	0,31	Došly díry- zkouška už nepokračovala .			

Strojírenství Normativy		Řezání vnitřních závitů				Tabulka č. 13	
Jmenovitý rozměr nástroje M 16		Norma ČSN 223043		Stoupání závitu 2,0 mm		Ø vrtáku pro předvrtání 13,9 mm	
Vzorek č. 2		Materiál obrobku ČSN 42 2425			Obrobitelnost 10 a		
otáčky n ot/min	řezná rychlost v m/min	délka vyřez. závitů l m	opotr. VB mm	M _k Nm		N W	
				před opotr.	po opotr.	před opotr.	po opotr.
250	12,57	3,0	0,58	10,4	17,0	320	400
Počet vyřezaných závitů		délka záv. m	opotr.VB mm	Poznámky			
5	5	0,25	0,1	Tloušťka vzorku L=50 mm Chlazení Robol 20 % Citlivost 5			
10	5	0,5	0,15				
15	5	0,75	0,19				
25	10	1,25	0,22				
35	10	1,75	0,27				
50	15	2,50	0,42				
60	10	3,00	0,58				

Strojírenství Normativy		Řezání vnitřních závitů				Tabulka č. 14	
Jmenovitý rozměr nástroje M 16		Norma ČSN 223043		Stoupání závitu 2,0 mm		Ø vrtáku pro předvrtání 13,9 mm	
Vzorek č. 3		Materiál obrobku ČSN 42 2425			Obrobitelnost 10 a		
otáčky n ot/min	řezná rychlost v m/min	délka vyřez. závitů l m	opotr. VB mm	M _k Nm		N W	
				před opotr.	po opotr.	před opotr.	po opotr.
90	4,53	2,5	0,45	11,5	-	160	-
Počet vyřezaných závitů		délka záv. m	opotr.VB mm	Poznámky			
5	5	0,25	0,1	Tloušťka vzorku L=50 mm Chlazení Robol 20 % Citlivost 5 Kalibr šel těžko, zadřeny boky.			
10	5	0,5	0,14				
20	10	1,0	0,20				
30	10	1,50	0,25				
50	20	2,50	0,45				

Strojírenství Normativy		Řezání vnitřních závitů				Tabulka č. 15	
Jmenovitý rozměr nástroje M 16		Norma ČSN 223043		Stoupání závitu 2,0 mm		Ø vrtáku pro předvrtání 13,9 mm	
Vzorek č. 4		Materiál obrobku ČSN 42 2425			Obrobitelnost 10 a		
otáčky n ot/min	řezná rychlost v m/min	délka vyřez. závitu l m	opotr. VB mm	M _k Nm		N W	
				před opotr.	po opotr.	před opotr.	po opotr.
355	17,85	6,75	0,6	11,0	12,3	480	480
Počet vyřezaných závitů		délka záv. m	opotr.VB mm	Poznámky			
5	5	0,25	0,03	Tloušťka vzorku L=50 mm Chlazení Robol 20 % Kalibr šel stále dobře.			
10	5	0,50	0,04				
15	5	0,75	0,05				
35	20	1,75	0,08				
55	20	2,75	0,11				
75	20	3,75	0,24				
95	20	4,75	0,33				
115	20	5,75	0,41				
135	20	6,75	0,60				

Strojírenství Normativy		Řezání vnitřních závitů				Tabulka č. 16	
Jmenovitý rozměr nástroje M 16		Norma ČSN 223043		Stoupání závitu 2,0 mm		Ø vrtáku pro předvrtání 13,9 mm	
Vzorek č. 5		Materiál obrobku ČSN 42 2425			Obrobitelnost 10 a		
otáčky n ot/min	řezná rychlost v m/min	délka vyřez. závitů l m	opotr. VB mm	M _k Nm		N W	
				před opotr.	po opotr.	před opotr.	po opotr.
500	25,1	5,5	0,45	9	9,8	480	320
Počet vyřezných závitů		délka záv. m	opotr.VB mm	Poznámky			
5	5	0,25	0,11	Tloušťka vzorku L=50 mm Chlazení Robol 20 %			
10	5	0,50	0,13				
15	5	0,75	0,13				
25	10	1,25	0,15				
50	25	2,50	0,17				
70	20	3,50	0,26				
90	20	4,50	0,36				
110	20	5,50	0,45	Kalibr šel dobře.			

[illegible]

Strojírenství Normativy		Řezání vnitřních závitů				Tabulka č. 18	
Jmenovitý rozměr nástroje M 16		Norma ČSN 223043		Stoupání závitu 2,0 mm		Ø vrtáku pro předvrtání 13,9 mm	
Vzorek č. 7		Materiál obrobku ČSN 42 2425			Obrobitelnost 10 a		
otáčky n ot/min	řezná rychlost v m/min	délka vyřez. závitu l m	opotř. VB mm	M _k Nm		N W	
				před opotř.	no opotř.	před opotř.	no opotř.
125	6,28	-	-	10,5	-	160	-
Počet vyřezaných závitů		délka záv. m	opotř. VB mm	Poznámky			
5	5			Tloušťka vzorku L = 50 mm Nechlazeno Nastalo zadření.			

Strojírenství Normativy		Řezání vnitřních závitů				Tabulka č. 19	
Jmenovitý rozměr nástroje M 16		Norma ČSN 223043		Stoupání závitu 2,0 mm		Ø vrtáku pro předvrtání 13,9 mm	
Vzorek č. 8		Materiál obrobku ČSN 42 2425			Obrobitelnost 10 a		
otáčky n ot/min	řezná rychlost v m/min	délka vyřez. závitů l m	opotr.VB mm	M _k Nm před opotr. po opotr.		N W před opotr. po opotr.	
250	12,57	6,0	0,53	10,5	11,5	320	360
Počet vyřezaných závitů		délka záv. m	opotr.VB mm	Poznámky			
5	5	0,25	0,05	Tloušťka vzorku L=50 mm Chlazení Robol 20 % x) sledovaný hřeben=0,75 ostetní hřebeny Ø = 0,53			
10	5	0,50	0,07				
30	20	1,50	0,12				
60	30	3,00	0,20				
90	30	4,40	0,34				
120	30	6,0	0,75 ^{x)}				

Strojírenství Normativy		Řezání vnitřních závitů				Tabulka č. 22	
Jmenovitý rozměr nástroje M 27		Norma ČSN 223070		Stoupání závitu 3,0 mm		Ø vrtáku pro předvrtání 23,75 mm	
Vzorek č. 2		Materiál obrobku ČSN 42 2425			Obrobitelnost 10 a		
otáčky n ot/min	řezná rychlost v m/min	délka vyřez. závitu l m	opotr. VB mm	M _k Nm		N W	
				před opotr.	po opotr.	před opotr.	po opotr.
180	15,25	1,5	0,67	76	120	1600	2480
Počet vyřezaných závitů		délka záv. m	opotr.VB mm	Poznámky			
5	5	0,25	0,03	Tloušťka vzorku L=50 mm Chlazení Robol 20 % Citlivost 25			
10	5	0,5	0,07				
20	10	1,0	0,13				
30	10	1,5	0,67				

Strojírenství Normativy		Řezání vnitřních závitů				Tabulka č. 23	
Jmenovitý rozměr nástroje M 27		Norma ČSN 223070		Stoupání závitu 3,0 mm		Ø vrtáku pro předvrtání 23,75 mm	
Vzorek č. 3		Materiál obrobku ČSN 42 2425			Obrobitelnost 10 a		
otáčky n ot/min	řezná rychlost v m/min	délka vyřez. závitů l m	opotr. VB mm	M _k Nm		N W	
				před opotr.	po opotr.	před opotr.	po opotr.
250	21,0	5,0	0,53	68	96	1340	2880
Počet vyřezaných závitů		délka záv. m	opotr.VB mm	Poznámky			
5	5	0,25	0,06	Tloušťka vzorku L=50 mm			
9	4	0,45	0,13	Chlazení Robol 20 %			
15	6	0,75	0,19	Citlivost 45			
25	10	1,25	0,20				
40	15	2,0	0,27				
60	20	3,0	0,32				
80	20	4,0	0,40				
100	20	5,0	0,53				

Hodnoty pro cejchovní křivku

1 mm = 45 Nm

Tabulka č. 24				
mm	zatěžování mV	odlehčování mV	M _k	
			Ø mV	Nm
0	0	0	0	0
0,1	2,3	2,3	2,3	4,5
0,2	4,5	4,4	4,45	9,0
0,3	6,6	6,6	6,6	13,5
0,4	8,8	8,7	8,75	18,0
0,5	11,2	11,0	11,1	22,5
0,6	13,3	13,2	13,25	27,0
0,7	15,5	15,4	15,45	31,5
0,8	17,7	17,6	17,65	35,0
0,9	19,8	19,7	19,75	39,5
1,0	22,0	-	22,0	45,0

Za účelem porovnání naměřených velikostí opotřebení byly sestaveny diagramy, které dovolují analýzu výsledků. Jsou to diagramy závislosti VB-T, t.j. průběh opotřebení na čase, případně na délce vyřezaného závitu.

Z diagramů č.2-4 je patrné, jak se zvyšováním řezné rychlosti roste opotřebení.

U vybrané velikosti závitníku (např. M 16 x 2) bylo sledováno opotřebení v závislosti na době obrábění a z takto získaných hodnot sestaven diagram VB-T. Pro zvolené kritérium opotřebení $VB_k = 0,45$ mm byl sestaven T-v diagram v lineárních souřadnicích. Byl proveden v rozsahu rychlostí > m/min až 25 m/min. Vlivem použité řezné kapaliny se projevil zajímavý průběh co do délky vyřezaných závitů. Délka vyřezaného závitu s rostoucí rychlostí stoupala až cca do 18m/min a potom začala klesat. Podle tohoto průběhu bylo usouzeno na možnost zvýšit řeznou rychlost ze stávajících normativů. Všechny, v průběhu zkoušek vyřezané závity, byly kontrolovány závitovými kalibry.

Z důvodu, že byly při zkouškách použity řezné rychlosti vyšší než předepisují stávající normativy a tyto rychlosti byly za účelem zkrácení zkoušek ještě zvyšovány, byl kontrolován též vliv řezné rychlosti na jakost zhotoveného závitu.

Případné závaży vzniklé při zkouškách jsou uvedeny v poznámkách jednotlivých tabulek.

4. Vyhodnocení zkoušek s uvedením racionalizačních opatření

Řezání vnitřních závitů závitníky představuje náročný technologický úkon, který se stává do určité míry omezujícím činitelem ve strojírenské výrobě.

Nutno si uvědomit, že cca 20 % veškerých spojů činí spoje závitové, takže jakékoliv zproduktivnění závitovacích operací se výrazně projevuje na strojírenské výrobě.

Pro dělení optimálních výsledků jak co do jakosti, tak i produktivity práce, je třeba vytvořit tyto předpoklady:

- opatřit závitník geometrií břitu, která odpovídá obráběnému materiálu,
- správně provést předvrtání, případně i další úpravu otvoru určeného k závitování,
- vhodně volit stroj a upínací zařízení,
- neprovádět nezdůvodněné hloubky závitu,
- používat vhodné řezné kapaliny, např. pro obrábění litiny Robol.

Při dodržení těchto základních pravidel správné technologie je možno docílit nejen rozměrově přesných závitů, ale i zproduktivnit výrobu hlavně použitím vyšších řezných rychlostí.

Zvýšení řezné rychlosti je do určité míry opodstatněno zavedením nového závitového profilu ISO a novou závitovou líčovací soustavou. Obě tato opatření přinášejí určité výhody, které přispívají k usnadnění procesu řezání závitu.

Též rovnoměrnější tepelné zpracování materiálu závitníků, materiálů pro závitníky a vývoj řezných kapalin dovolují zvýšit řezné rychlosti.

Zkouškám do litiny byly podrobeny závitníky maticové i závitníky s neprůběžnou drážkou. Všechny jednorázové závitníky pracovaly v průchozích otvorech s dobrými výsledky.

Závitníky sadové nebyly zkoušeny. Dá se však podle vyhodnocení výsledků předpokládat, že příznivější dělení třísky u těchto závitníků v sadě i zde dovolí podstatné zvýšení řezné rychlosti, aniž by se znatelně projevilo snížení trvanlivosti bříty.

V dosavadních jednotných normativích z r.1967, Vrtání II, Díl I - CNN 10-22-2-I/II jsou uvedeny řezné rychlosti pro závitníky ČSN 223010, 223040, 223062, 223070, 223075, tj. pro závitníky sadové a maticové.

Porovnáním hodnot naměřených při zkouškách možno usoudit, že řezné rychlosti zde uvedené je možno použít jako výchozí i pro jednorázové závitníky při dosažení cca stejných trvanlivostí. (Měřeny jsou trvanlivosti z normativu MTS-N-SB II z r.1956.)

Přispívají k tomu nejen důvody dříve zmíněné, ale i pokroková konstrukce závitníků.

Výjimku tvoří závitníky malých průměrů pod M 3 včetně. Řezné rychlosti je sice možno zvýšit i u těchto závitníků, zejména však je-li přihlíženo pouze k jejich opotřebení. Otázkou zde zůstává jakost závitníků i vyřezaného závitu, která je uspokojující pouze za předpokladu, odpovídá-li posuv vřetene stroje, tj. vrtačky, přesně stoupání závitníku.

Vyskytují-li se značnější rozdíly, musí je vyrovnávat závitník osovou silou při řezání. U malých průměrů je výška profilu závitu na řezném kuželi tak malá, že nevyvolí žádnou osovou sílu pro vyvození axiálního pohybu v upínací hlavičce a závity tím nejsou jakostní.

Podbroušení řezného kužele u těchto závitníků nebylo shledáno uspokojivým.

Zvýšená řezná rychlost způsobuje dále tepelná zatížení břitů u závitníků. I tato otázka byla zkoumána. Dosavadní údaje v literatuře o výši teplot při řezání závitů se liší a jsou uváděny teploty cca 150° C.

Na VŠST byla proto navržena metodika zkoušek za účelem ověření závislosti teploty na podmínkách řezání. Teploty, které byly naměřeny při ověřovacích experimentálních zkouškách při řezání vnitřních závitů M 36 závitníky, byly až dvojnásobné, tj. cca 300° C.

Zabudované termočlánky do těles matic nejenže zaznamenaly vyšší teploty, ale současně ověřily i příznivý účinek moderních řezných kapalin, např. Robolu při řezání závitů do litiny, který do značné míry teplotu řezání snižuje.

Posouzení jakosti vyřezaných závitů

Při použití zvýšených řezných podmínek bylo dosaženo stejné jakosti závitu, ať již co do rozměru - měreno závitovým kalibrem - tak co do jakosti povrchu, která byla zjišťována řezem v ose závitu (viz foto č.1 a 2).

Před kontrolou jakosti nutno věnovat zvýšenou pozornost vyčištění vnitřních závitů. Zejména musí být odstraněny drobné prachové třísky, které běžně při opracování litiny vznikají a ulpívají v závitech.

Není-li popsán postup zachován, nelze objektivně hodnotit rozměrovou přesnost závitu a je ovlivněna nepříznivě životnost závitového kalibru.

Pro posouzení účinku řezných kapalin na parametry řezání byly provedeny porovnávací zkoušky, tj. řezání závitu bez použití řezné kapaliny (za sucha) a s použitím řezných kapalin Calorex a Robol.

Výsledky řezání závitů za sucha byly negativní. Podle naměřených hodnot u velikosti M 3, vzorek č.3 a M 16, vzorek č.7 (viz tabulky 7 a 18) nastalo zadření po vyřezání 5-10 závitů. Při použití řezné kapaliny Calorex byly výsledky horší než při použití řezné kapaliny Robol; viz např. velikost M 16.

Ze souboru těchto zkoušek jednoznačně vyplývá, že nejvýhodnější a prokazatelně efektivní je použití řezné emulze Robol, která dovoluje podstatné zvýšení řezných rychlostí.

Pro používání uvedené emulze přispívá i ta skutečnost, že nebyly při těchto zkouškách shledány závady po stránce zdravotní. Použité ředění 100 : 20 je sice ředěním optimálním, avšak pro docílení ekonomického efektu je možno použít i ředění o podílu menším než 20 na 100 litrů vody. Toto ředění však nebylo již ověřováno.

Výhodnost emulgačního 20 %ního oleje Robol proti Calorexu 100 je zřejmá z tab. č. 12, 17 a diagramu č. 2. Tyto orientační výsledky by měly být podkladem k provedení dalších dlouhodobějších zkoušek.

Skutečnost, že při použití uvedeného řezného emulgačního 20 %ního oleje Robol s rostoucí rychlostí klesalo nejprve opotřebení a to až do určité, optimální řezné rychlosti (viz diagram č. 4) byla podrobně sledována a ověřena při zkouškách se závitníkem M 16, při tvorbě T-v diagramu a částečně též z výsledků zkoušek závitníku M 6.

Maximální hodnoty trvanlivosti dosahovaly tyto závitníky v rozsahu řezných rychlostí od 12,5 m/min do 25 m/min (viz diagram č. 2, 4). Docílené výsledky by bylo třeba ještě upřesnit potřebným větším počtem zkoušek.

Podle vyhodnocení provedených zkoušek možno však již nyní učinit závěr, že při řezání závitů do litiny podstatně ovlivňuje výše uvedená řezná kapalina velikost řezné rychlosti.

Z výsledků ostatních zkoušek vyplývá proto možnost značného zvýšení řezných rychlostí při řezání závitu do litiny.

Při dodržení výše uvedených podmínek je možno stanovit řezné rychlosti vyšší o 250 % oproti hodnotám stávajících normativů (viz tabulka č. 24).

Tabulka č. 24 uvádí výpis otáček a řezných rychlostí z normativu CNN 10-20-2-I/II a nově navržené otáčky a řezné rychlosti pro řezání vnitřních závitů do litiny.

Obrobitelnost
9 a - 10 aMater. nástroje
R0

Řezání vnitřních závitů

Chlazení: dle tabulky na str. 25

ČSN 223042

223043

ON 223044

223070

průměr závitníku D mm	Řezání závitů M					
	průměr vrtáku D ₁ mm	posuv P mm/ot	stávající v normat.		navržené	
			n min	v m/min	n min	v m/min
3	2,5	0,50	355	3,3	880	8,3
4	3,3	0,70	355	4,5	880	11,1
5	4,2	0,80	250	3,9	625	9,8
6	5,0	1,00	250	4,7	625	11,8
8	6,7	1,25	224	5,6	560	14,1
10	8,4	1,50	180	5,7	450	14,1
12	10,2	1,75	180	6,8	450	17,0
14	11,9	2,00	125	5,5	320	14,1
16	13,9	2,00	125	6,3	320	16,1
18	15,3	2,50	90	5,1	225	12,7
20	17,3	2,50	90	5,7	225	14,1
22	19,3	2,50	90	6,2	225	15,5
24	20,75	3,00	63	4,7	160	12,1
27	23,75	3,00	63	5,3	160	13,6
30	26,25	3,50	45	4,2	120	11,3
36	32,75	3,00	45	5,1	120	13,6
42	38,75	3,00	32	4,2	80	10,6
48	44,50	3,00	32	4,8	80	12,1
52	48,50	3,00	32	5,2	55	9,0

5. Závěr a ekonomické zhodnocení zadaného úkolu

V ekonomickém hodnocení řezání vnitřních závitů do litiny je nutno porovnat zvýšené náklady používáním řezné kapaliny Robol, dále snížení trvanlivosti břitu závitníku zvýšenou řeznou rychlostí s celkovým dosaženým ekonomickým výsledkem.

I když docílené výsledky by bylo třeba ještě upřesnit potřebným větším počtem zkoušek, je možné již provést určité závěry.

Jak bylo uvedeno v kapitole 4., ovlivnila řezná kapalina podstatně řezné rychlosti při řezání vnitřních závitů do litiny, takže zvýšení řezné rychlosti a otáček o 250 % oproti hodnotám stávajícím je reálné.

Jedním z dalších předpokladů mimo řezných kapalin bylo i zavedení nového závitového profilu ISO a nové závitové lícovací soustavy. Nový profil ISO o větším zaoblení špičky na malém průměru závitu šroubu přináší nejen výhodu zvýšené dynamické pevnosti, ale je též lépe vyrobitelný v důsledku většího radiusu.

Řezné nástroje mají větší zaoblení špičky a tím větší trvanlivost břitu. Mohou pracovat při vyšší řezné rychlosti a z důvodu, že nová závitová soustava přináší i rozšíření výrobních tolerancí, má při zachování jakosti nižší výrobní náklady, zejména uvolněním tolerancí matice.

Nevýhodou je poněkud snížená nosná hloubka závitu u jemných stoupání a změna závitových měřidel.

Největším přínosem po stránce racionalizace procesu řezání vnitřních závitů do litiny zůstává použití řezného emulgačního oleje Robol.

Vzhledem k tomu, že zvýšení řezných rychlostí a otáček o 250 % bude mít za následek pokles pracnosti řezání závitu do litiny se všemi průvodními jevy, tj. poklesem mzdových nákladů a zejména až už absolutní nebo relativní úsporu počtu pracovníků, jeví se použití Robolu i přes jeho vyšší pořizovací náklady z hlediska národního hospodářství nejen jako účelné, ale přímo nutné.

Celkový ekonomický přínos je tím zajištěn.

Závěrem děkuji Prof. ing. Jaroslavu Draskému CSc za obětavé vedení, ing. Stanislavu Smékalovi, ing. Jiřímu Cejnarovi a pracovníku dílen Jiřímu Jančovi za cenné připomínky a pomoc při vypracování diplomové práce.

6. Použitá literatura:

1. Z. Přikryl - Obrábění, I díl, SNTL Praha 1957
2. E. Schmidt - Příručka rezných nástrojů
3. V. Roček - Strojní závitníky, SNTL Praha 1974
4. Firemní podklady n.p. Náradí, závod Ždánice
5. Normy ČSN
6. Normativy
7. Obráběcí stroje 1971
8. Podklady VŠST Liberec - Protokoly o zkouškách