

JEMNÁ MECHANIKA A OPTIKA

LISTOPAD 1966

11



CENA KČS 5,—

SNTL — NAKLADATELSTVÍ TECHNICKÉ LITERATURY

JEMNÁ MECHANIKA A OPTIKA

Fachzeitschrift des tschechoslowakischen Ministeriums für allgemeinen Maschinenbau. Monatlich herausgegeben vom © Verlag technischer Literatur, Praha. Redaktion: ÚVOJM, Přerov, Tschechoslowakei. Bezug durch „Artia“, Ve smečkách 30, Praha 1 – Nové Město

20 Jahre der tschechoslowakischen Uhrenindustrie (Z. Martinek) 313 Lebensdaueruntersuchungen an Kleinuhren (E. Frankenstein) 317

Zur Untersuchung der Qualität einer Kleinuhrenfertigung werden Lebensdaueruntersuchungen vorgenommen, indem das Verhalten von Uhren über längere Zeit registriert wird. Da einesteils die Ergebnisse weitgehend vom zufälligen Verhalten der jeweiligen Exemplare abhängen und andererseits erst nach einer sehr langen Zeitdauer Aussagen gemacht werden können, ist es notwendig alle Bauteile der Uhr, die im Betrieb Veränderungen unterworfen sind, gezielten Untersuchungen zu unterwerfen. Es wird über verwandte Untersuchungsmethoden und Ergebnisse berichtet.

Temperaturmessungen in Armbanduhren (K. Franze) . . . 322

Verschiedene Gründe machen eine Temperaturmessung in Armbanduhren erforderlich. Mit Miniaturhalbleiterwiderständen ist es möglich, die Temperaturen der einzelnen Bauteile zu messen. Eine Schaltung für diesen Zweck wird beschrieben. Die Ergebnisse geben Auskunft über die Temperaturen in Abhängigkeit von den Tragbedingungen und der Umgebung und über den Verlauf von Ausgleichvorgängen. Die Ausführung von einzelnen Prüfungen wird beschrieben und der Einfluß verschiedener Faktoren wird analysiert.

Ein Gerät zur Messung der Schwingamplituden von Unruhschwingsystemen (R. Becker) 325

Es werden die Grundlagen und der Aufbau eines Meßgerätes beschrieben, das die berührungslose Messung der Schwingamplituden von Unruhschwingsystemen ermöglicht. Die Winkelmessung wird hier bei bekanntem Schwingungsverhalten des Unruhschwingers auf eine Zeitmessung zurückgeführt. Das Ergebnis der Zeitmessung liegt für jede Schwingamplitude als Impulszahl vor. Die Impulse werden in einer Speicherkette aus bistabilen Multivibratoren gespeichert, nach beendeter Amplitudenmessung abgefragt und mit einem einfachen Registriergerät registriert. Die wichtigsten Gerätebaueinheiten werden in Konzeption und Aufbau beschrieben; Meßergebnisse werden mitgeteilt.

Strukturuntersuchungen an galvanischen Abscheidungen und Zustand funktioneller Oberflächen von Rubin (H. E. Hintermann) 329

Im ersten Teil des Aufsatzes wird über Wechselbeziehungen zwischen der Struktur und den mechanischen Eigenschaften von galvanischen Niederschlägen und ihren elektrochemischen Abscheidungsparametern berichtet. Es ist der Zweck dieser Untersuchungen, Erkenntnisse darüber zu gewinnen, welche Struktureigenschaften für gewisse mechanische Eigenschaften eines Körpers verantwortlich sind und wie diese Strukturen erzeugt werden können. Der zweite Teil befaßt sich mit Untersuchungen des oberflächenzustandes von und des Verschleißes an funktionellen Oberflächenflächen von Uhrensteinen. Es wird eine Methode zur elektronenoptischen Abbildung von Verschleißzonen kleiner 100μ auf Werkstücken der Mikro-mechanik angegeben.

Meßgeräte CARY hohen Präzision (R. Droz) 334

Es wird eine Auskunft über Anfänge der Fertigung von Lehren und Meßgeräten für äußere und innere Messungen gegeben und anschließend wird das ganze Sortiment der von der Firma CARY, Le Locle (Schweiz) hergestellten Grundfeinmessgeräten beschrieben: Komparatoren, Meßgeräte mit absolutem Wert, Universal-Messköpfe, Dynamometer und andere. Eine spezielle Aufmerksamkeit wird Endmaßen mit Zubehör und dem elektronischen Komparator Messeltron für Messung und Kontrolle bei der Automatisierung von Erzeugungszyklen gewidmet. Abschließend wird ein Gerät zum halbautomatischen und automatischen Zählen und Packen von Einzelteilen und ein Überschallgenerator zum Schweißen von verschiedenen Materialien im Feingerätebau beschrieben.

Die Technik der Zeitmessung beim Sport (F. Leu) 337

Es werden technische Anforderungen an die Meßgenauigkeit der Zeitangabe bei Sportveranstaltungen behandelt und drei von der Firma OMEGA entwickelte elektronische Zeitmeßgeräte, ihre Eigenschaften und Anwendungsgebiete beschrieben. Diese Geräte haben einen recht beachtlichen technischen Stand erreicht und ermöglichen die Resultate schnell und genau zu ermitteln.

Neue technologische Verfahren in der Fertigung von Uhrenteilen (G. A. Kruglov) 341

In der Uhrenindustrie werden in breitem Masse zur Bearbeitung Diamantwerkzeuge benutzt, welche die Erreichung der 10. bis 13. Klasse der Oberflächengüte und der 1. bis 2. Klasse der Genauigkeit erlauben. In der vorliegenden Arbeit werden Methoden der Gratentfernung und der Aufschweißung von Befestigungsschellen zu Zifferblättern beschrieben. Das Schleifen und Polieren des rostfreien Stahles und das Polieren von Kleinradzähnen wird kurz behandelt und abschließend werden Richtungen der automatischen Uhrenmontage angedeutet.

Übersicht über ausgewählte Methoden der Werkzeugfertigung (E. Bezpalko) 346

Der Beitrag stellt eine Übersicht von wichtigsten Verfahren der Werkzeug- und Vorrichtungsfertigung dar, welche in der Werkzeugmacherei der Feinwerkbetriebe in Blone bei Warschau benutzt werden. Die Eigenschaften und Benutzung von Hartmetallwerkzeugen und die Anwendung einer Etalonplatte für die Erzeugung von Ausschneide- und Eichstempeln werden behandelt.

Elektronische Hochpräzision-Zeitmeßgeräte (A. Modr) . . . 349

Von einer genauen Zeit- und Frequenzinformation hängt der weitere Fortschritt einer ganzen Reihe von Wissenschaften und technischen Gebieten ab. Diese Information kann durch ein System einer Zeit- und Frequenzeinheitlichkeit realisiert werden, welches auf einer Kombination der Draht- und drahtlosen Distribution der Normalfrequenz, bzw. auch auf der Distribution der Kode-Zeitinformation, und auf der Benutzung von syntonsierten Eichfrequenzen gegründet ist. Der Verfasser gibt eine Definition des „Systems der einheitlichen Zeit und Frequenz“ und zeigt Mittel zu dessen Realisation.

Eine Baukastenlösung von Montagemaschinen (Šicko) . . . 352

Der Verfasser beschreibt perspektive Richtungen, welche in der Entwicklung von automatischen Einrichtungen und Straßen für Montageoperationen in Maschinenbau- und elektrotechnischen Betrieben zu sehen sind und welche in der Forschungsanstalt für Mechanisierung und Automatisierung (VUMA) in Nové Město nad Váhom, ČSSR, ausgearbeitet werden.

Technische Steine im Uhrenbau (S. Čech) 356

Es wird über die Materiale für die Erzeugung der technischen Steine berichtet und Beispiele der Anwendung von technischen Steinen in verschiedenen Fachgebieten der Feinmechanik werden gegeben. Typische Beispiele von Erzeugnissen werden erwähnt.

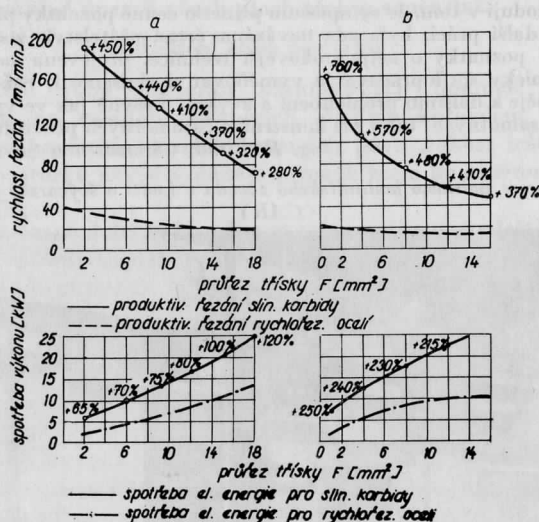
PŘEHLED VYBRANÝCH METOD POUŽÍVANÝCH PŘI VÝROBĚ NÁŘADÍ A LISOVADEL RAZNÍKŮ

Článek je přehledem nejzajímavějších metod výroby nářadí a přípravků, kterých se používá v nářadovnách Závodů přesné mechaniky v Bloní. Je pojednáno o vlastnostech a použití nářadí ze slinitých karbidů a o použití etalonové desky pro výrobu držáků vystřihovacích a kalibrovacích razníků.

1. Výroba nářadí ze slinitých karbidů

Masové použití nářadí ze slinitých karbidů přináší ve všech oblastech průmyslu velký užitek. Přes vysokou cenu slinitých karbidů, používá se jich ve velké míře při obrábění řezáním, na nářadí k tváření a jako součástek kalibrů a kontrolních měřidel. Slinité karbidy jsou asi 20krát dražší než rychlořezná ocel. Je to způsobeno drahými surovinami, jako jsou wolfram a kobalt, kterých se při výrobě slinitých karbidů používá. V praxi je však stejné používání slinitých karbidů ekonomičtější než používání rychlořezné oceli. Provedené zkoušky a pozorování ukazují na tyto výhody:*)

1. Při použití řezného nářadí ze slinitých karbidů se krátí hlavní doba obrábění o 60—80 % ve srovnání s použitím rychlořezné oceli. Dosáhne se toho díky možnosti zvýšení rychlosti řezání.
2. Zvýšení výrobní kapacity dílny. Při stejném počtu obráběcích strojů a strojním parku, který není starší než asi 10 let, zvýší se výrobní kapacita asi o 30 % a při použití nových obráběcích strojů, speciálně přizpůsobených k řezání slinitými karbidy, zvyšuje se kapacita ještě několikanásobně.
3. Velmi dobré řezné vlastnosti a vysoká odolnost nářadí ze slinitých karbidů. Produktivita obrábění a tvrdost řezných hran je zvláště velká. To dovoluje používat velké rychlosti obrábění při velkém průřezu třísky. Produktivita obrábění tvrdokovového nářadí ve srovnání s uhlíkatou a rychlořeznou ocelí se dá vyjádřit poměrem 1 : 3 : 10. Vysoká odolnost slinitých karbidů při jejich použití na výrobu nářadí zaručuje opakovatelnost rozměrů obráběných součástek, což je zvláště podstatné v přesné mechanice. Odolnost nářadí lze ještě více zvětšit pomocí oscilačního obrábění na čisto nebo ostřením nářadí, např. elektrochemickou metodou, která se nyní zavádí v širokém měřítku.
4. Zmenšení spotřeby elektrické energie na jednotku průřezu vytvářených třísek (obr. 1). Lze ho dosáhnout při obrábění vysokými rychlostmi za vysoké teploty a za zmenšených odporů obrábění.



Obr. 1 – Produktivita řezání a spotřeby elektrické energie při řezání rychlořeznou ocelí a slinitými karbidy
a) řezání (obrábění) litiny, b) řezání oceli Cr – Ni

5. Lepší jakost výrobků.

Při řezání nářadím ze slinitých karbidů získáme větší přesnost rozměrů i geometrických obrysů. Existuje rovněž mož-

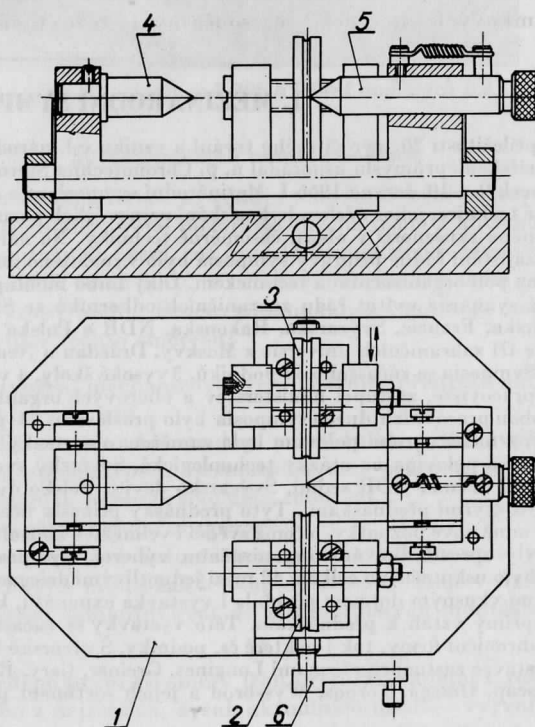
*) Podle údajů Institutu obrábění řezáním

nost zjednodušení některých procesů obrábění pomocí současného obrábění nahrubo a načisto.

6. Úspora wolframu.

Jeden kg slinitých karbidů s obsahem 0,78—0,94 kg wolframu má stejnou produktivitu obrábění jako 20—40 kg rychlořezné oceli s obsahem 20 % wolframu, což činí 4—8 kg wolframu. Slinité karbidy využívají tedy lépe wolframu, průměrně 7krát lépe než rychlořezná ocel. Z hlediska deficitnosti tohoto kovu má použití slinitých karbidů místo rychlořezné oceli velký hospodářský význam.

Analogické závěry lze formulovat při použití nářadí ze slinitých karbidů při lisování v zápustce (při ražení). Díky velké tvrdosti s odolnosti proti otěru převyšují nástroje ze slinitého karbidu svými vlastnostmi nástroje z oceli. Při použití nástrojů ze slinitých karbidů dochází ke značnému snížení nákladů na spotřebu nástrojů na jednotku výroby a ke značnému zvýšení přesnosti rozměrů.



Obr. 2 – Válcovací stroj na profilové kotouče

1 – základna, 2, 3 – profilové válce, 4 a 5 – hroty pro upnutí profilového kotouče
6 – regulační šroub

Vysoce produktivní práce nástroje ze slinitého karbidu lze dosáhnout cestou přiměřené volby materiálu. Nesprávně zvolený materiál může být příčinou špatných výsledků a dokonce při použití málo odolných materiálů příčinou ztrát. Z tohoto důvodu je třeba mít na zřeteli při volbě vhodné značky materiálu ze slinitého karbidu druh opracovávaného materiálu, stav obráběcích strojů a podmínky obrábění.

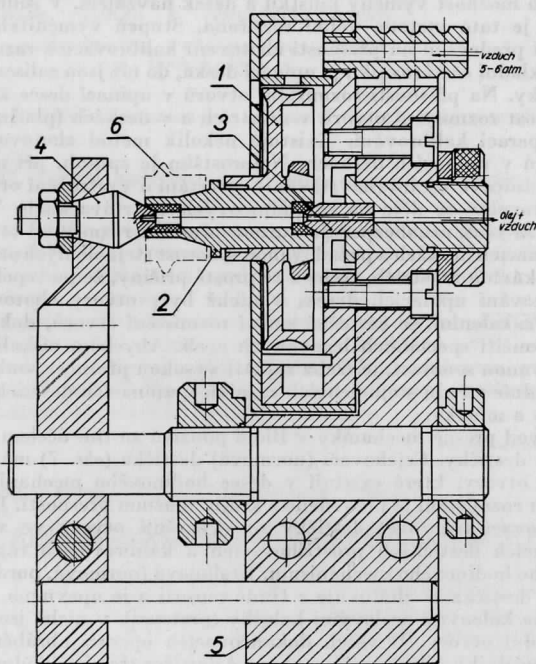
Popsané výhody, vyplývající z použití nástrojů ze slinitých karbidů, jsou dosažitelné nicméně jen tehdy, použijeme-li nástrojů na vhodných obráběcích strojích, jsou-li nástroje vyráběny předepsaným postupem a je-li správně zaškolená obsluha, která musí znát základní principy práce se slinitými karbidy.

Závod přesné mechaniky v Bloní používá ve zvláště širokém měřítku kotoučových modulových a šnekových fréz ze slinitého karbidu k frézování ozubených kol, ozubených výsečí a pastorků. Zhotovují se buď celé ze slinitého karbidu nebo se zuby ze slinitého karbidu, které jsou zapájeny do jádra oceli.

Technologie výroby kotoučových modulových fréz ze slinutých karbidů používaná v našem závodě zahrnuje následující operace:

1. soustružení vnějšího a vnitřního průměru předběžně spekaného polotovaru;
2. počáteční broušení mezizubních mezer;
3. konečné spekání (provádí se v hutním kombinátu Baildon);
4. broušení otvoru;
5. broušení bočních ploch;
6. broušení předních ploch zubů k dosažení jejich přesné rozteče;
7. předběžné podbroušení zadních ploch zubů;
8. broušení profilu zubů profilovým kotoučem (tato operace se vykoná za 3—4 přejetí nástroje);
9. ostření frézy (v případě potřeby).

Operace broušení profilu zubů se provádí na speciálním stroji na podbroušení fmy Safag – typ „124“ (Švýcarsko) pomocí měděného, duraluminiového nebo ocelového profilového kotouče, jehož profilová plocha je diamantovým práškem potřebné zrnitosti, vtačeným pomocí profilových válečků (obr. 2). Profil kotouče se zhotovuje na soustruhu a pro moduly $m = 0,1–0,2$ mm se vyváluje na výše uvedených válečcích. Velikost zrna diamantového prášku na hrubé broušení je 100—220 mikronů, ale na konečné opracování 15—30 mikronů. Brousí se při počtu otáček profilového kotouče $n = 60\,000$ ot/min, kotouč je poháněn vzduchovou turbínkou (obr. 3), vnější průměr kotouče 10—12 mm.



Obr. 3 – Vzduchová turbinka

1 – rotor, 2 – vřeteno, 3 a 4 – upínací hroty, 5 – kostra, 6 – nástroj (profilový kotouč)

Spotřeba času na zhotovení fréz ze slinutého karbidu:

u kotoučových modulových – asi 12 hodin,

u šnekových asi 60 hod., z toho

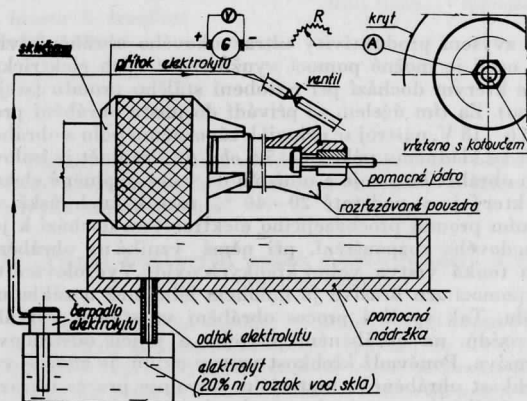
asi 50 % času se využije na podbroušení zubů.

Trvanlivost šnekových fréz ze slinutých karbidů (do běžného přeoštění při frézování ozubených kol z mosazi činí kolem 120 hod., a do úplného opotřebování 220—280 pracovních směn. Trvanlivost kotoučových fréz modulových ze slinutých karbidů je o polovinu menší.

Náš závod používá ve velké míře vložky ze slinutých karbidů do upínacího pouzdra soustružnických automatů na tvarové podélné soustružení. Po zapájení vložky z tvrdokovu (slinutého karbidu) do lunetového upínacího pouzdra a po operacích broušení vnějšího průměru pouzdra a vnitřního průměru vložky následuje operace proříznutí pruživé části pouzdra elektroanodovou metodou (obr. 4) na speciálním obráběcím stroji, vyrobeném k tomu účelu v našem závodě.

Vedle tradičního způsobu zhotovení matic z tvrdokovu metodou jejich dělení a broušení profilu podle šablony na kopírovací brusce zavádějí nyní Závody přesné mechaniky v Blni do výroby metody obrábění matic ultrazvukem na ultrazvukové

obráběčce typu „DU-01“ vyrobené varšavskou polytechnikou. V procesu ultrazvukového obrábění vykonávají práci drobení opracovávaného materiálu abrasivní zrnka (karbid křemíku, karbid bóru, diamant), dodávaná na místo obrábění jako vodní emulze. Zrnka dostávají úder od nástroje, který kmitá v axiálním směru. Zdrojem přímého opětovného pohybu vpřed a zpět je magnetostrikční měnič, který mění proud vysoké frekvence vytvářený generátorem stroje v mechanické kmity s amplitudou řádu několika mikronů. Měnič se stlačuje a prodlužuje vlivem rychle se měnícího magnetického pole a předává své pohyby prostřednictvím mechanického transformátoru amplitudy (koncentrátor ultrazvukové energie) nástroji (pracovní nástavec) již s příslušně zvětšenou amplitudou. Jev kavitace, který doprovází proces drobení, ulehčuje odstraňování rozdrobených částic materiálu obráběného na stroji a využitých abrasivních zrn a napomáhá výměně abrasiva pod čelní plochou nástroje.



Obr. 4 – Schéma prořezání lunetového pouzdra s vložkou ze slinutých karbidů elektroanodovým způsobem

Materiály, z nichž jsou nástroje vyráběny, musí mít podobné vlastnosti jako materiály koncentrátorů (ukazatel odolnosti opotřebení a meze únavy). Dobré vlastnosti vykazuje Monelův kov, uhlíkové oceli, nerez ocel a jiné. Minimální rozměry obráběného povrchu jsou ohraničeny konstrukcí obráběcího stroje a tuhostí nástroje (tvrdostí). Je nutno uvést, že v důsledku připojení nástroje se mění frekvence rezonančních kmitů systému měnič—koncentrátor. Stupeň změny závisí na hmotě nástroje. Zmenšení frekvence kmitů vyvolané připojením nástroje nesmí překročit 25—30 %. Ke zmenšení ztrát energie předávané koncentrátorem musí být nástroje vyrobeny velmi přesně a těsně slícovány. Drsnost povrchu styčné plochy musí mít rozsah $\Delta 9–\Delta 10$. Čelní plocha nástroje musí být přesně kolmá k ose nástroje a koncentrátoru. Odchyly od kolmosti vedou ke zmenšení produktivity a přesnosti obrábění vlivem nerovnoměrné práce všech bodů pracovní plochy nástroje a k nepřesnosti otvoru, který se vytváří. Při obrábění povrchů větších rozměrů a povrchů o složitých konturách je někdy účelnější použít více-
stupňového obrábění.

Při projektování nástrojů je nutno brát v úvahu nepřesnosti průměru vrtaného otvoru (tzv. rozřazování) vyvolané prací bočních ploch nástroje. Hodnota tohoto zkršení je asi 2—3krát větší než průměr zrn abrazivu a roste se zvětšováním hloubky opracování.

Produktivnost ultrazvukového obrábění závisí na mnoha faktorech:

a) na rozměru zrn a druhu abrasivního materiálu – produktivita je tím vyšší, čím tvrdší je abraziv (brusivo);

b) na druhu kapaliny; je prakticky dokázáno, že nejlepší výsledky dává voda, a v případě zvláště velkých požadavků na čistotu opracovávaného povrchu – vřetenový olej;

c) velmi velký vliv na produktivitu obrábění má koncentrace brusiva v kapalině. Výzkum ukázal, že optimální koncentrace brusiva v kapalině kolísá v mezích 30—50 %. Při menším obsahu brusiva je produktivita větší, poněvadž počet zrn, která konají podstatnou práci, je malý. Při příliš velkém obsahu brusiva v kapalině se snižuje produktivita obrábění, protože kapalina je příliš hustá, zrna si navzájem překážejí, je snížena výměna a přístup brusiva do pásma obrábění;

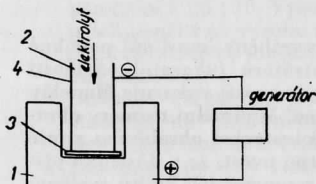
d) produktivita ultrazvukového obrábění závisí ve značné míře na způsobu přívodu brusiva;

e) frekvence ultrazvukových kmitů v nejužívanějším pásmu od 18 do 24 kHz nemá podstatný vliv na produktivitu;
f) vliv amplitudy ultrazvukových kmitů na produktivitu obrábění je velmi značný.

Střední produktivitu ultrazvukového obrábění různých materiálů a opotřebení nástrojů ukazuje následující tabulka:

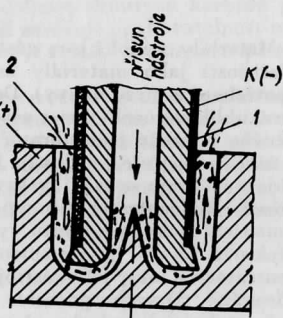
Druh obráběného materiálu	Produktivita obrábění v mm ³ /min.	*) Poměrné opotřebení nástrojů v %
Sklo	1 000	1
Achát	320	5
Slinuté karbidy	40	50—70
Ocel rychlořezná	7	100
Diamant	0,005	1 000

Další zvýšení produktivity ultrazvukového obrábění tvrdokovů a oceli je možné pomocí využití některých elektrických jevů, ke kterým dochází při působení stálého proudu (stejněsměrného). Za tím účelem se přivádí do místa obrábění proud o napětí 6—18 V, nástroj se připojí k zápornému pólu a obráběný předmět ke kladnému pólu (obr. 5 a obr. 6). Předmět je izolován od stolu obráběcího stroje a umístěn do vany naplněné elektrolytem, který je v podstatě 20—40 % roztok kuchyňské soli. Působením proudu procházejícího elektrolytem dochází k jevu tzv. anodového rozpouštění, při němž vzniká na obráběném povrchu tenká vrstva velmi křehkých oxidů. Vydrolování této vrstvy pomocí zrn brusiva je mnohem lehčí než u základního materiálu. Tak spočívá proces obrábění ve stálém vytváření vrstvy oxidů na obráběném povrchu a jejich odstraňování zrny brusiva. Poněvadž křehkost vrstvy oxidů je značně vyšší než křehkost obráběného materiálu, dovoluje proces ultrazvukového obrábění ve spojení s anodovým rozpouštěním zvětšit produktivitu obrábění kalených ocelí třikrát a slinutých karbidů 2,5krát a zmenšuje opotřebení nástrojů 2—4krát.



Obr. 5 - Princip ultrazvukového hloubení s použitím elektrolytu

1 - výrobek, 2 - elektrolyt, 3 - nástroj, 4 - izolace elektrody



Obr. 6 - Průřez ponořující se elektrodou

a - anoda (výrobek), k - katoda, 1 - izolace elektrody, 2 - elektrolyt

Rozměry zrn brusiva jsou podmíněny charakterem obrábění a kolísají v mezích 0,1—0,004 mm. V procesu obrábění vykonávají řezání nejen zrna, která jsou pod čelní ploškou nástroje, ale i zrnka mezi stěnami obráběného otvoru a boční plochou nástroje. Výsledkem je vznik výše uvedeného jevu nepřesnosti kulatosti otvoru. Těchto chyb se lze částečně vystříhat, jestliže příslušně zmenšíme rozměry nástroje. Opotřebení nástroje v procesu obrábění vyvolává kuželovitost otvoru s úhlem sklonu tvořící přímkou kolem 1,5 %.

Tyto chyby lze kompenzovat takto:

- první způsob je použití nástrojů s kuželovitostí směrem opačným než v obráběném otvoru;
- druhý způsob je v rozdělení operací na dva postupy - předběžný (počáteční) a dokončovací. Předběžný postup se provádí nástrojem, jehož rozměry jsou o 0,2—0,4 mm menší než požadované;
- třetí způsob spočívá v dlabání - obrábění (hloubení) průchozích otvorů, kdy nástroj při výstupu z otvoru kalibruje otvor svou neopotřeбенou částí.

*) Poměrné opotřebení se vyjadřuje poměrem opotřeбенého objemu materiálu nástroje k objemu „odebraného“ materiálu

Přesnost obrábění otvorů závisí na velikosti brusiva. Např. při hloubení otvorů do nástrojové oceli dosáhneme těchto výsledků:

- při zrnitosti brusiva 200 - odchylky ± 50 mikronů
- při zrnitosti brusiva 800 - odchylky ± 10 mikronů
- při zrnitosti brusiva 2000 - odchylky ± 2 mikrony

Všeobecně dosažitelná přesnost ultrazvukového hloubení je v mezích 6.—10. třída přesnosti podle ISA a při pečlivějším obrábění získáme dokonce lepší výsledky.

Drsnost povrchu závisí na zrnitosti brusiva, na amplitudě kmitů, druhu obráběného materiálu a způsobu přívodu a výměny opotřeбенého brusiva. Zajímavou okolností je fakt, že drsnost dna slepých otvorů je větší než jejich válcového povrchu. Např. při hloubení ve skle pro brusivo zrnitosti 100 bylo dosaženo maximální výšky mikronerovnosti dna $R_z = 4$ mikrony ($\nabla 8$), naproti tomu u cylindrického povrchu 8 mikronů ($\nabla 6$), pro zrnitost 800 - odpovídající 2 mikronům a 3 mikronům ($\nabla 8$ — $\nabla 9$). U slinutých karbidů je získávaná maximální výška mikronerovnosti 7krát menší ($\nabla 11$ — $\nabla 12$).

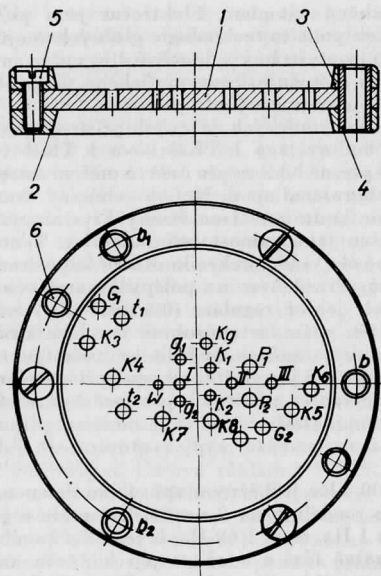
II. Použití cejchovací destičky k výrobě držáků vystřihovacích a kalibrovacích razníků

Dlouho byla v době rozvoje hodinářského průmyslu neřešitelným problémem sériová výroba vzájemně vyměnitelných desek a můstků s přesným rozmístěním otvorů. Tento problém rozřešily souřadnicové vyvrtávačky, které dovolily zhotovovat přesné vystřihovací a kalibrovací razníky na otvory. Použití kalibrování otvorů značně zmenšilo chyby v rozmístění otvorů a dalo možnost výměny můstku a desek navzájem. V současné době je tato metoda velmi rozšířena. Stupeň vyměnitelnosti závisí především na přesnosti zhotovení kalibrovacích razníků.

Základní částí razníku je upínací deska, do níž jsou zalisovány razníky. Na přesnosti rozmístění otvorů v upínací desce závisí přesnost rozmístění otvorů v můstcích a v deskách (platinách) po operaci kalibrování. Existuje několik metod zhotovování otvorů v upínacích deskách. Nejprostším je způsob, při němž souřadnicové vrtání (navrtávání), vyvrtání a vystružení otvorů pod razníky se děje na souřadnicových vyvrtávacích. Tato metoda však nezabezpečuje nutnou přesnost rozmístění otvorů v upínacích deskách a požadovanou souosost stejnohých otvorů v deskách a můstcích, třeba z té prosté příčiny, že po tepelném opracování upínacích desek, v nichž byly otvory zhotoveny před zakalením, se částečně změnilo rozmístění otvorů, dokonce při použití speciálních legovaných ocelí. Abychom získali požadovanou souosost, je třeba zajistit vysokou přesnost souhlasu souřadnic středů stejnohých razníků v upínacích deskách po desky a můstky.

Závod přesné mechaniky v Bělově používá za tím účelem normové destičky. Cejchovací (normová) destička (obr. 7) má všechny otvory, které existují v desce hodinového mechanismu. Jejich rozmístění je provedeno s krajní možnou přesností. Podle cejchovací (vzorové) destičky se vybrušují otvory ve všech upínacích destičkách prostřihovacích a kalibrovacích razníků daného hodinového mechanismu. Etalonová (normová, porovnávací) destička se zhotovuje z tvrdé mosazi a je upevněna mezi dvěma kalenými ocelovými kolečky (prstenci), v nichž jsou tři základní otvory. U všech dokončovacích operací obrábění se upínací desky připevňují k etalonové destičce třemi základovými kolíky. Upínací deska se velmi pečlivě chrání (uschovává), má svůj atest a periodicky se kontroluje. Otvory v upínacích deskách se předem zhotovují v materiálu, který nebyl tepelně zpracován. Průměr otvoru je větší než vodící průměr razníků. Dále se pak upínací deska podrobí tepelnému zpracování. Vybrušování otvorů v upínací desce do potřebného průměru se provádí v našem závodě podle normové destičky na přesné brusce typ „Mus-100“ firmy Alb. Tripet (Švýcarsko). Za tím účelem se upínací deska upevňuje třemi kolíky v cejchovací desce a připevňuje se v upínací desce stroje. Vystředění potřebného otvoru upínací desky se provádí pomocí vzájemného ustavení otvoru v cejchovací destičce mikroskopem připevněným na stroji. Po ustavení se cejchovací destička sejme a otvor v upínací desce se vybruší na žádaný rozměr. Výše uvedené operace se opakují pro každý otvor upínací desky. Do otvorů upínací desky vybrušených tímto způsobem se zalisují velmi přesně broušená redukční pouzdra, v nichž jsou otvory lícované podle vodícího průměru razníku. Technologie výroby redukčních pouzder zaručuje souosost vnějšího a vnitřního průměru v mezích dvou mikronů. Popsanou metodou možno zhotovovat upínací desky i bez redukčních pouzder.

Uvedený způsob předpokládá zakalení upínacích pouzder do tvrdosti HRC. 58 + 60. Při dokončovacím obrábění se otvory brousí trnem s diamantovým práškem. Tato metoda dovoluje vyrábět otvory rozmístěné podle souřadnic v upínací desce v toleranci ± 0,005 mm.



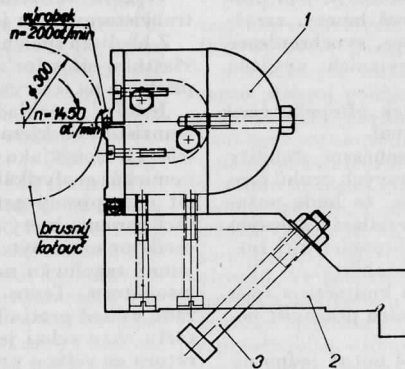
Obr. 7 – Normová destička ke zhotovení upínacích desek prostřihovacích a kalibrovacích razníků k vestavnému kroku

1 – normová destička, 2 a 3 – prstence, 4 – pouzdro, 5 – šroub, 6 – kolík

Používání zakalených upínacích desek značně zvýšilo odolnost razníků.

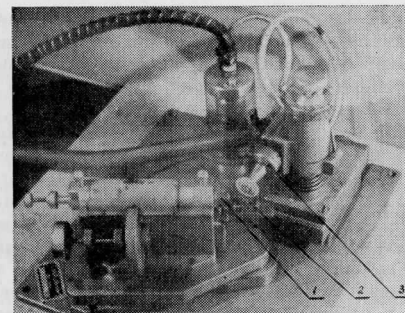
III. Použití epoxydových a polyesterových pryskyřic k výrobě razníků

Závody přesné mechaniky v Blni používají epoxydových pryskyřic a polyesterových pryskyřic k zalévání razníků v upínacích destičkách, k vyplnění profilu otvoru kolem razníku ve stírači a k zaplnění vodících pouzder k horní desce razníku. Závod používá domácí epoxydovou pryskyřici „EPIDIAN 5“, která tvrdne ve studeném stavu s tužidlem „Z 1“ a s těmito druhy práškových pojidel: DISULFID molybdenu, grafit, hliníkový prášek. Technologie přípravy hmoty a zalévání detailů razníků se provádí klasickou metodou.



Obr. 8 – Magnetická luneta k broušení vrtáků a kontrolních válečků

1 – permanentní magnet, 2 – podstavec zařízení, 3 – upínací šroub



Obr. 9 – Fotografie zařízení k broušení šroubovice vrtáků malého průměru

1 – sklářské vrtákem, 2 – stavitelná opěra, 3 – vzduchová turbinka s nástrojem

Použití pryskyřic na výrobu nářadí je velmi všestranné, dává velké možnosti rychlé výroby prototypů a urychluje zavedení nových druhů výroby.

IV. Výroba šroubových vrtáků malých rozměrů a výroba kontrolních válečků

Závod přesné mechaniky v Blni vyrábí šroubovitě vrtáky \varnothing od 0,2 do 2,0 mm se zesílenou stopkou. Po obrábění na autotech a tepelném zpracování se současně brousí po celé šířce stopky její průměr a vnější průměr vrtáku na magnetické lunetě (obr. 8). Šroubovice vrtáku se brousí in zařízení (obr. 9), které projektovávají naši konstruktéři a které zajišťuje vysokou produktivitu. Kromě toho vyrábí závod soupravy kontrolních válečků o průměrech od 0,3 do 15 mm se stupňováním průměru po 0,01, 0,02 a 0,05 mm. Tolerance vnitřního průměru – 0,002 mm, drsnost povrchu – $\nabla 10$. Existují možnosti brousit válečky od průměru 0,05 mm výše.

Zavedení výroby nástrojů podle výše popsané výrobní metody v našem závodě, zavedení speciálního vybavení a zařízení umožnilo rozřešit řadu otázek týkajících se jakosti a opotřebenosti těchto nástrojů při sériové výrobě.