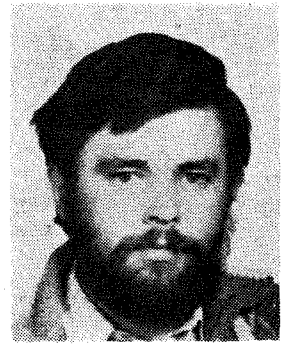


Keményfémek alkalmazása a BHG szerszámgyártásában

DEÁK ERNŐ
BHG



ÖSSZEFOGLALÁS

A BHG Híradástechnikai Vállalat 1982-től foglalkozik keményfém szerszámok fejlesztésével. A cikk a keményfém megmunkálásán és alkalmazásán kívül foglalkozik a keményfém tulajdonságaival és alkalmazásának gazdasági kihatásaival. (#)

1. Bevezető

Napjaink nagy tömegben történő alkatrészgyártásának egy igen elterjedt és korszerű technológiája a keményfémbetétes szerszámok alkalmazása. Az elektronikai berendezésekhez és készülékekhez szükséges milliós nagyságrendű alkatrészek előállítására nagy teljesítményű szerszámokat igényel, melyet keményfém betétes szerszámmal lehet elérni.

A keményfém napjainkban már nem tekinthető újdonságnak, de ennek ellenére elterjedése nem elégséges. A hidegalakító szerszámok keményfémbetétjeivel jelentős eredmények érhetők el.

A keményfém alkalmazása során figyelembe kell venni a műszaki gazdasági lehetőségeket.

A hazai és külföldi példák azt mutatják, hogy a szerszám éltartósága, szerszámköltségek növekedése mellett, a gyártott alkatrészek minőségi javulását is eredményezi.

A BHG 1980-ban indította be a keményfém-szerszám fejlesztési programját. A több milliós darabszámú „S” típusú jelfogó rugó szétcsípő szerszámát készítette el keményfémbetétekkel. Ezenkívül különböző automata gépek vezető hüvelyeinél, üregelő szerszámbetéteknél, csavarzömítő matricáknál és fejezőknél alkalmaz keményfémeket.

A BHG a keményfémprogram keretén belül a 20 pólusú anyadugaszhoz keményfém szerszámot vásárolt az NSZK-beli Geissler cégtől. Egyidejűleg keményfémgyártási technológia megvásárlására kötöttünk 4 vállalattal szerződést a Danuvia gesztorsága mellett.

2. A keményfém-szerszámok létjogosultsága és gazdasági kihatása

A híradástechnikában az alkatrészek nagy sorozatban való gyártása esetén a keményfém-szerszámok gazdasági előnyei a következők:

- rendkívül hosszú élettartam,
- a hagyományos acélszerszámokkal összeha-

DEÁK ERNŐ

1982-ben szerezte diplomáját a Bánki Donát Gépipari Műszaki Főiskola gépgyártástechno-

lógia szakán. Jelenleg a BHG Híradástechnikai Vállalat Szerszámfejlesztő Laboratóriumában dolgozik, mint üzemmérnök.

sonlítva, a darabszám függvényében a szerszámigény tizedére csökkenthető,

- a munkadarab minőségi javulást mutat,
- egy élezéssel a legyártható darabszám 10–15-szöröse érhető el a hagyományos szerszámokkal szemben. Ez maga után vonja a gépkihasználás növekedését, mivel ritkábban kell szerszámcsereát alkalmazni. Az élezésre fordított idők összességében csökkennek.

A BHG tapasztalati adatai szerint keményfém kivágó szerszámmal 3–3,2 millió gépi löketség lehet elérni egy élezéssel. Ez kétféle (20 pólusú dugasz) szerszám esetében 6–6,4 millió alkatrészt jelent, ahol a munkadarab anyaga KRK alpakka. Az említett példa alapján és a keményfém élezésének ismeretében könnyen meghatározható a szerszám élettartama. Célszerű a szerszámot már akkor élezni mielőtt a vágóéleken a legkisebb lekerekedések mutatkoznának, mivel ez a szerszám élettartamát rendkívül megnöveli, és ilyen feltételek mellett maximálisan 0,05 mm-t forgácsolunk. Figyelembe véve a szerszámélek kb. 6 mm felhasználhatóságát ez 120 élezést jelent, a szerszámmal legyártható darabszám ekkor kb. $3,6 \times 10^8$. Ezek az adatok természetesen akkor helytállóak ha a szerszám kezelése és karbantartása szakszerűen történik, és megfelelő merevségű, pontos vezetésű, gyors préseken üzemeltetjük.

3. A keményfém tulajdonságai

3.1. Kopásállóság

A keményfém egyik legjellemzőbb tulajdonsága a kopásállóság. Ez a tulajdonság olyan jelenséghez kötött, amely a fém felületén játszódik le. Ha két fémfelület egymáson elmozog, úgy mindkét fémfelületről anyagrések válnak le. A fémeknek az anyag lehardásával szembeni ellenállóképességét kopásállóságnak nevezzük.

A keményfém kopásállósága növekszik, ha a kobalt-

Beérkezett: 1984. I. 16.

tartalom és a WC szemcsenagyság csökken. Az 1. ábra a száraz és nedves kopásállóságot mutatja.

A kopásállóság a keménységgel szoros összefüggésben van. A 2. ábra száraz kopásállóságot a keménység függvényében ábrázolja.

3.2. Keménység

A keményfémeknél a keménységet 30 N terhelés mellett Vickers-módszer szerint határozzák meg. Ennél az alacsony terhelés mellett az anyagban nem képződnek zavaró repedések. A keménység a kötőfém tartalom csökkenésével nő, valamint a WC-Co keményfém csökkenő szemcsenagyságával ugyancsak nő (1. 3. ábra).

3.3. Egyéb jellemzők

A legjellemzőbb tulajdonságok mellett a mechanikai, a termikus és a villamos tulajdonságokat is vizsgálják. A porozitás és a korrózióval szembeni ellenállás is jellemzi a keményfémeket.

A mechanikai tulajdonságokat húzó-, nyomó- és hajlítóvizsgálatokkal határozzák meg. A keményfémeket a gyártáskor leginkább nyomó igénybevételnek teszik ki, mivel ezt az igénybevételt tűri el a legjobban (4. ábra).

4. Keményfémek megmunkálása

A keményfémek megmunkálása két állapotban végezhető el. Az egyik állapot amikor a keményfém csak előzsugorított, ilyenkor az anyag úgynevezett kréta állapotban van, a másik állapot az amikor az anyag készrezsugorítása is megtörtént és elérte végleges keménységét. Mindkét esetben nagy technológiai fegyelmekkel kell megmunkálni. A keményfém megmunkálása során mindig nagy merevségű és pontosság megmunkálógépet kell alkalmazni.

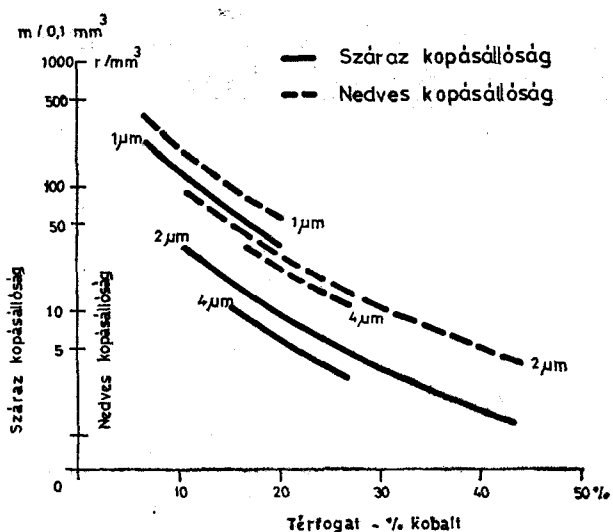
4.1. Előzsugorított keményfém megmunkálása

A kréta állapotú keményfém szakítószilárdsága igen kicsi, ezért könnyen törik és épp ezért a megmunkálás során a sarkok hamar kipattannak. Az 5. ábra a keményfém szilárdságát szemlélteti kréta állapotban. Az előzsugorított állapotú keményfém fúrása és köszörülése minden nehézség nélkül elvégezhető. A marás, fűrészelés esetében már nehézségek keletkeznek, mivel a sarkok kitöredeznek, a forgácsoló erő hatására könnyen eltörnek, ezért csak a köszörülést lehet számításba venni. A köszörülés gyémánt tárcsával oldható meg a legbiztosabban.

A fúrás általában kis fordulatszámra, a fúró gyakori kiemelésével és a forgács állandó eltávolításával megbízhatóan elvégezhető.

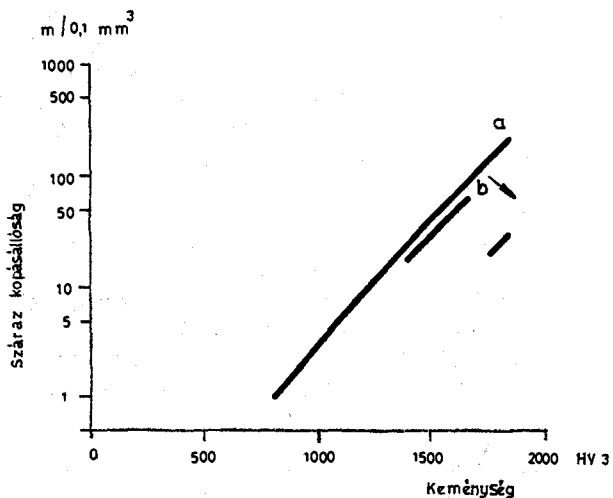
A kréta állapotú keményfém megmunkálása során hűtés nem alkalmazható, mivel nagyon porózus anyag és a nedvesség hatására szétmállik. A levegő páratartalmát is könnyen felveszi, ezért a tárolása gondot okoz.

Az előzsugorított keményfém megmunkálása során a méreteknél figyelembe kell venni a zsugorodási ráhagyást, amely egy szorzószámmal jellemezhető. Ter-



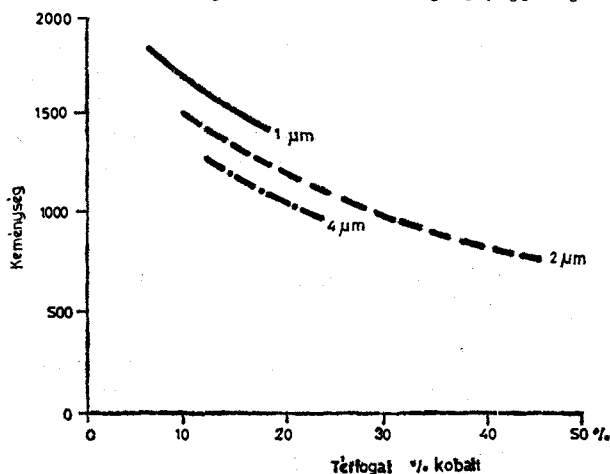
1. ábra. Száraz és nedves kopásállóság

H924-1



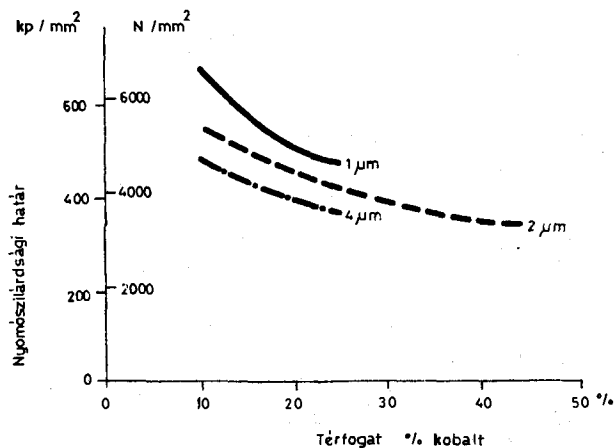
2. ábra. Száraz kopásállóság a keménység függvényében

H924-2



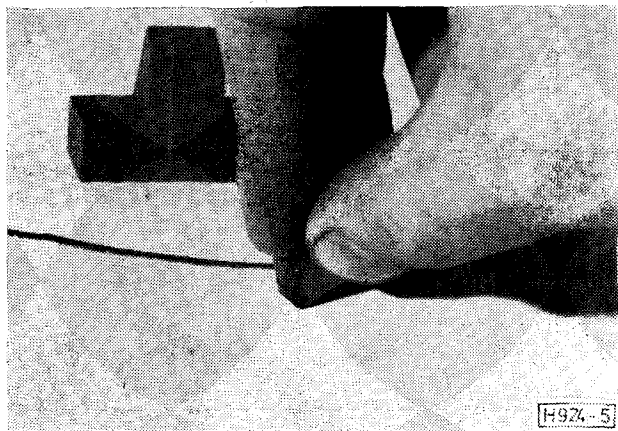
3. ábra. A keménységváltozás az összetétel függvényében

H924-3



H924-4

4. ábra. A nyomószilárdság változása az összetétel függvényében



H924-5

5. ábra. A keményfém szilárdsága kréta állapotban

mészeten a méret meghatározásánál még figyelembe kell venni a megmunkálási ráhagyást is.

Pl. egy munkadarab egyik mérete 9.95 mm. Az előmunkálás mérete a következő lesz: $0,05\ \text{mm}$ -t ráhagyunk a készremunkálásra és a zsugorodási szorzószám 1,29 akkor $(9.95 + 0,05)$ szorozva $1.29 = 12.9\ \text{mm}$. Különböző keményfém összetételeknél zsugorodási szorzószám változik. A szorzószámot mindig a gyártómű adja meg.

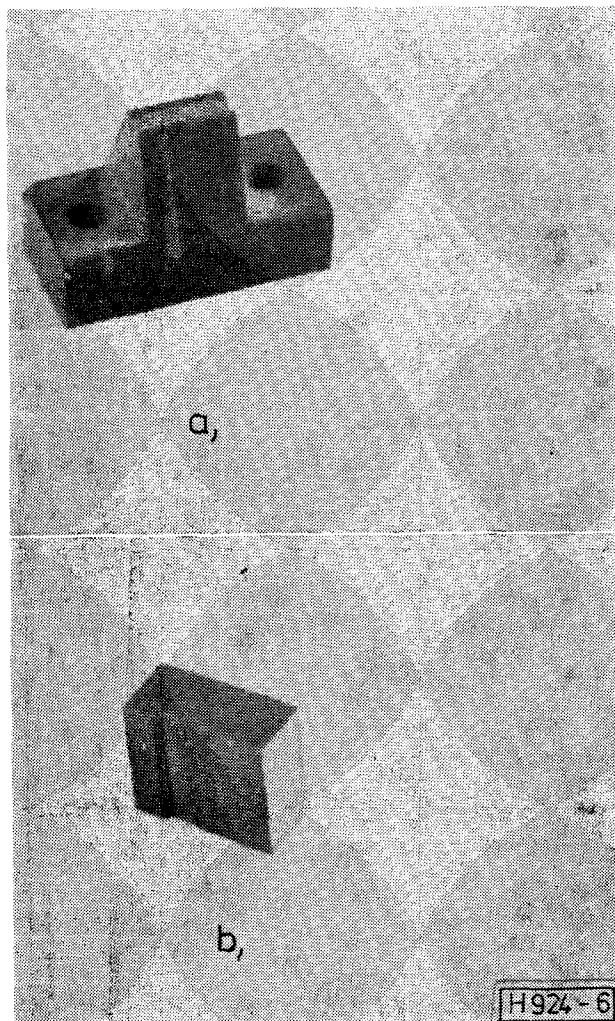
4.2. A keményfém készrezsugorítása

A keményfémeket speciális hőkezeléssel lehet készrezsugorítani. A hőkezelés hidrogén védőgázban vagy vákuumkemencében történik. A keményfém a készrezsugorítás után nyeri el végleges szilárdságát.

4.3. A keményfém kemény megmunkálása

A keményfém nagy keménysége miatt csak speciális technológiákkal munkálható meg. Hőkezelés után a keményfém eléri a 70–72 HR_c keménységet.

Laboratóriumban a keményfém megmunkálását



H924-6

6. ábra. Keményfémbetétek

a következőkben leírtak szerint végeztük. A megmunkálás kétféleképpen történt:

- köszörülés,
- szikraforgácsolás.

A 6. ábra két keményfémbetét fényképét mutatja be. A fenti ábrán levő betéteket két lépésben munkáltuk meg. Az első lépésben a fazonos részt, megmunkálási ráhagyással, huzalos szikraforgácsolással végeztük, majd a készremunkálást gyémánttárcsás köszörüléssel készítettük. A fazonos részt optikai köszörűgépen köszörültük. Itt említeném meg, hogy a keményfém megmunkálási pontosságának betartása érdekében az eddig alkalmazott 50-szeres projektor rajzok nem megfelelőek. Ezért a Fejlesztési Intézetben levő AUTER berendezéshez számítógépes programot készítettünk, amely a plotteren nagy pontosságú vékony vonalú ábrákat biztosít. Ennek segítségével ezredmilliméteres pontosság betartása vált lehetővé. A keményfém betét esetén a nagy pontosságra azért van szükség, hogy a betétek ne lélegezzenek, mert az töréshez vezet. A betéteket keretbe helyeztük nulla illesztésű pontossággal. A keményfém megmunkálás esetén a munkadarabot minden esetben intenzíven hűteni kellett.

4.3.1. Keményfém megmunkálása szikraforgácsolással

A szikraforgácsolásnál minden esetben figyelembe kell venni, hogy a vágott felületen beégések és repedések keletkeznek. A felületi hibák elkerülése végett a szikraforgácsolás minden esetben utómegmunkálást igényel. Az utómegmunkálást köszörüléssel végezzük.

Az előbb említett hátrányok miatt mindig ráhagyással kell elkészíteni az alkatrészeket. A keményfém megmunkálása huzal és tömbelektródás szikraforgácsoló gépen történik. A huzal-szikraforgácsolás esetén az elektróda anyaga sárga-, ill. vörösréz huzal volt. Süllyesztékes megmunkálásnál Wolfram-elektrodát alkalmaztunk.

A süllyesztékes szikraforgácsolással csak másodrendű felületeket munkáltunk meg. Pl. csavarfej-süllyesztést, mert a felületi repedéseket nem tudjuk kiküszöbölni. Ez a megmunkálás lassú és ezáltal gazdaságtalan.

Huzal-szikraforgácsolás esetén a hűtést, öblítést ionizált vízzel biztosítottuk. Ezen a téren kedvező eredményeket értünk el, mert a köszörülési megmunkálás ráhagyását minimálisra csökkentettük.

4.3.2. Keményfémek köszörülése

A nagy keménységű keményfémeket kizárólag gyémánttárcsával tudjuk megmunkálni. A köszörülést igen nagy merevségű gépen kell végezni. A köszörülés harmadik fő követelménye, hogy intenzív hűtést, kenést kell alkalmazni. Ezekre a követelményekre Jung HF 50-es köszörűgép megfelel. Amíg a síkköszörülésnél a hűtés, kenés megvalósítható, addig az optikai köszörülésnél a gép felépítése miatt csak levegőhűtést tudunk alkalmazni. A felületi érdességet egy NSZK-beli szerszám betétjeivel hasonlítottuk össze. A mi általunk köszörült felületek nem tértek el minőségben az összehasonlító darabtól.

A megmunkálás során igen nagy pontosságot értünk el. A párhuzamossági eltérés 50 mm hosszan 0,002–0,004 mm volt. A méret pontosságát 0,004 mm-en belül tudtuk tartani. A felületi érdességre $R_a=0,2-0,3 \mu\text{m}$ -t mértünk.

A betétek és a bélyegek köszörülése során nehézségek nem jelentkeztek.

A vágólap élezése a következőképpen történt. A keményfém betéteket a kerettel együtt kell köszörülni, amely edzett acélból készül. A keret anyaga a gyémánttárcsát eltömi és a felület rovására megy. Épp ezért az élezést két lépésben végeztük el. Az első lépésben a betétek körül a vágólap keretet DGS típusú köszörűkoronggal körbeköszörültük az élezés mélységében. Befejező műveletként elvégeztük az élezést a gyémánttárcsával. A vágólap élezését természetesen bő hűtő-kenő folyadékkal végeztük.

A köszörülés folyamán ügyeim kell arra, hogy a gyémánttárcsa tiszta, tömődésmentes legyen, mert különben a felületi minőség leromlik. Külön ügyelni kell a tárcsa ütésmentességére, tökéletes centírozására.

A gyémánttárcsa felfogását és centírozását a következő módon végeztük el:

A tárcsa furata plusz tűréssel készül, a névleges méretnél 0,02–0,03 mm-rel nagyobb, míg az agy mérete mínusz tűrésű. Ebből adódik, hogy az egyszerűen felhelyezett tárcsa üt.

A felfogás első lépésében a köszörűagyat egy marógépen központosítottuk, majd rögzítettük. Ezután a tárcsát ráhelyeztük, és indikátorórával központosítottuk. Így egyenletes hézag keletkezett az agy és a tárcsa között. A hézagot LOCTITE ragasztóanyaggal töltöttük ki. Rögzítés után a tárcsát anyájával rögzítettük. Az így felfogott szerszámot az agy súlyaival kiegyensúlyoztuk. Centírozás után került sor a felszabályozásra. A szabályozást a megmunkáló gépen, jelen esetben a JUNG HF 50-es és az optikai köszörűgépeken végeztük, az általunk készített lehúzó szerkezettel.

A szabályzás leírása: A gyémánttárcsa kerületi sebességét 5–10 m/s-ra állítottuk be. A tárcsával szemben egy szilíciumkarbid kő 4100 ford/perc fordulattal forgott. Érintő forgást véve a gép keresztirányú mozgásával koptatjuk a tárcsát. A műveletet addig végeztük amíg a gyémánttárcsa felülete tiszta, egyenletes és ütésmentes lett. A koptatás 8–11 órát vett igénybe és közben 2 db szilíciumkarbid követ használtunk el. Utolsó műveletként a gyémánttárcsát petróleummal lemostuk. Az így előkészített tárcsával az előbbieken leírt eredményeket értük el.

5. Keményfémszerszámokkal szemben támasztott követelmények

A keményfémszerszámok élettartamát nagy mértékben befolyásolja a vágórés egyenletes elosztása. A vágólap és a bélyegek nagy pontosságú pozicionálást igényelnek a fenti követelmény miatt. A vágólap és bélyeg magas élettartama megköveteli a többi szerszám elem magas élettartamát. Épp ezért a vezeték és bélyegtartó, a megfelelő kopásállóság miatt, edzhető szerszámacélokból köszörült felületekkel kell hogy készüljön. Ezeknek az elemeknek a gyártása hagyományos úton elvégezhető, de a gyártási tűréseknek meg kell egyeznie a keményfém-ből gyártott alkatrészek tűréseivel.

A szerszámoknak masszív felépítésűeknek kell lenniük. A vágórés egyenletes elosztása végett a megvezetést lehető legnagyobb precizitással kell elvégezni. A vezető elemek állandó kenéséről gondoskodni kell üzemeltetés közben.

A keményfém betétek rögzítése szilárd mozgásmentes kell hogy legyen, mivel a rossz rögzítés töréshez vezet.

6. Keményfémbetétek rögzítése

A keményfémek rögzítésénél figyelembe kell venni a korlátozott húzó és hajlító feszültségeket. A keményfém nagy nyomóigénybevételt képes felvenni. Előfeszítéskor ezt a tulajdonságot használjuk ki. A 7. ábra az előfeszítéskor fellépő és az üzemi feszültséget ábrázolja.

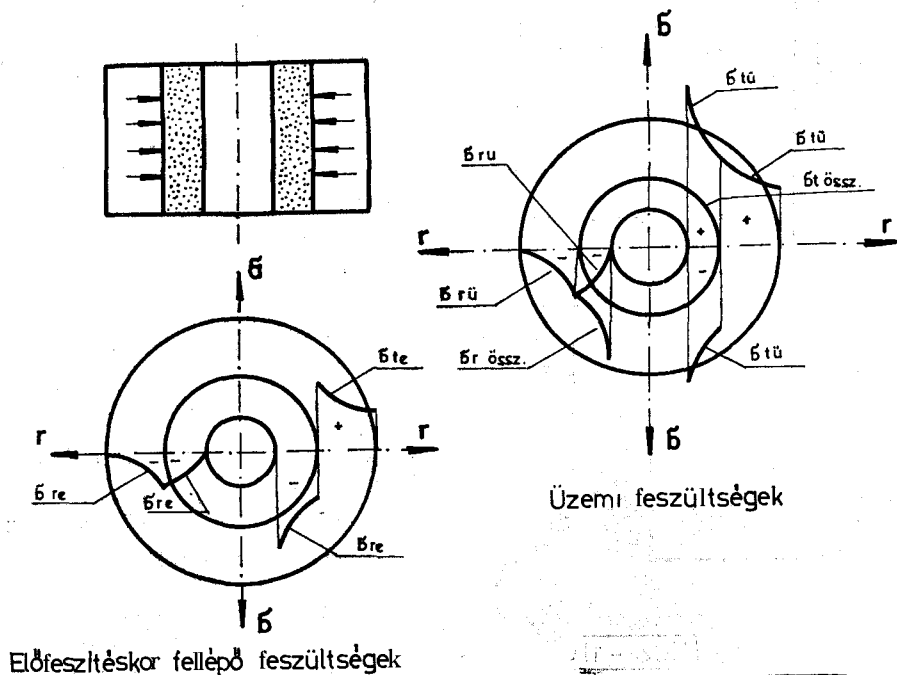
6.1. Mechanikai rögzítés

A mechanikai rögzítést a többi rögzítési módszerrel szemben előnyben kell részesíteni az alábbiak miatt:

- a keményfém effektív módon alátámasztható,
- bizonyos esetekben nyomóelőfeszítés alá is helyezhető,

- ez az eljárás lehetővé teszi a gyors és könnyű cserét,

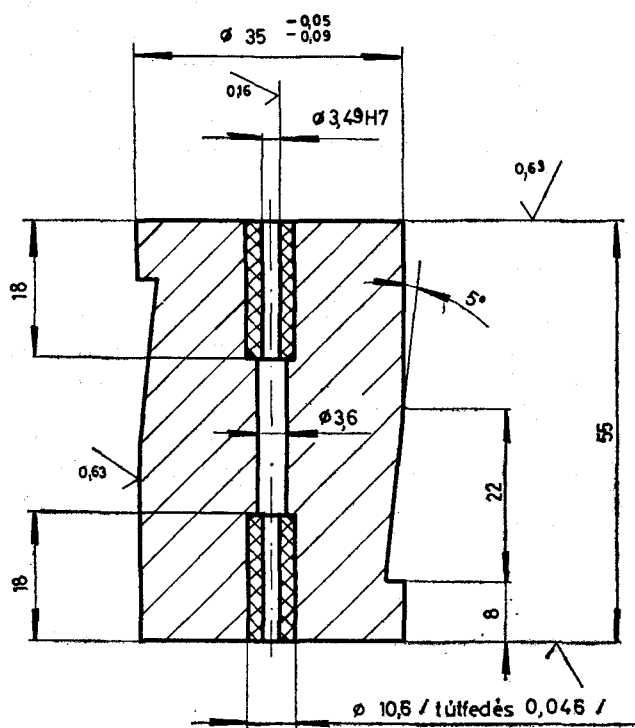
- a keményfém körülvevő acélszerkezeteket hőkezelni lehet és rögzítés előtt kész méretre kell megmunkálni.



Előfeszítéskor fellépő feszültségek

H924-7

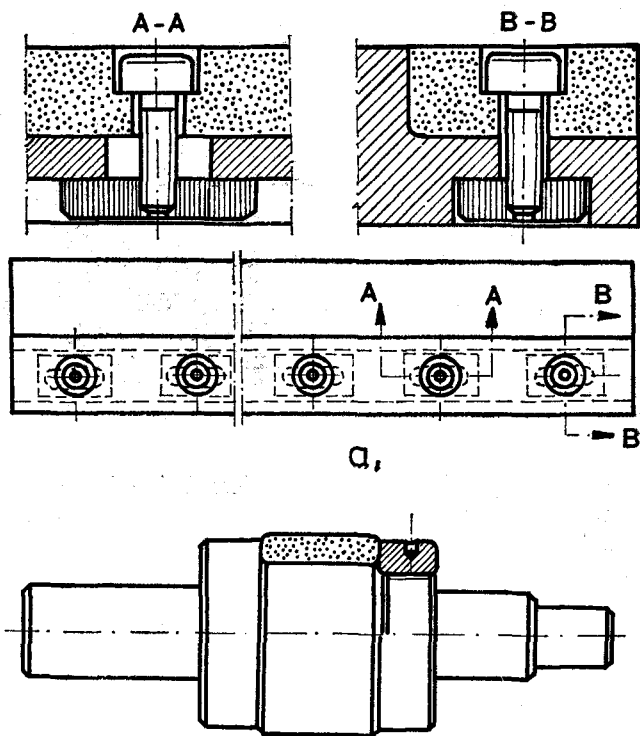
7. ábra. Előfeszítéskor fellépő üzemi feszültség



C₁

H924-8

8. ábra. Csavarfejzömítő szerszám elemei



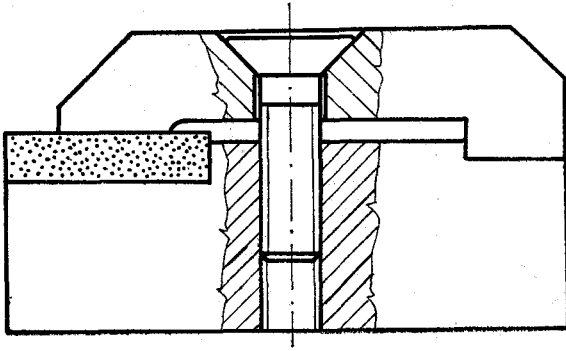
b,

H924-9

9. ábra. Keményfémbetét mechanikai rögzítése

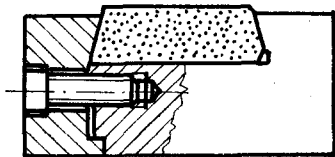
Hátrányai:

- a mechanikai rögzítés helyigénye nagy,
- a gyártási költségek elég magasak.



H924-10

10. ábra. Keményfémbeletét rögzítése szorítással



H924-11

11. ábra. Keményfém rögzítése ékkel

6.1.1. A keményfém behelyezése acélfoglalatba

Igen gyakran a hengeres alakú betéteket egyszeres vagy kétszeres acélfoglaló gyűrűbe helyezük. Erre igen jó példa a csavar, szegecs stb. gyártására szolgáló hidegalakító szerszámok. A 8. ábra egy kétlépésben gyártott csavarfejzömítő szerszám elemeit ábrázolja, amelyet a BHG-ban használnak.

6.1.2. Csavarkötés

A csavarkötés a legáltalánosabban elterjedt mechanikai rögzítési mód. A 9. ábra két példát mutat meg. Az egyik egy átmenő furattal ellátott betétet, a másik egy keményfém gyűrű axiális irányú rögzítését ábrázolja.

6.1.3. Rögzítés szorítóval

Ezt a rögzítést csavaros rögzítésnek is felfoghatjuk, mivel csavar az erőátviteli elem. Megoldásokat a 10. ábra mutatja be.

6.1.4. Rögzítés ékkel

Itt is a csavar az erőátviteli elem. Kialakítására a 11. ábra mutat be példát.

6.2. Keményfém rögzítése forrasztással

A keményfémszerszámoknál gyakran alkalmazzuk a vállas lyukasztókat és bélyegeket. A tömör, egy anyagból készült keményfémlukasztókat elkészíteni körülményes. Ezért alkalmaztuk az acél szárba forrasztott keményfém betétes lyukasztót és bélyeget.

A lyukasztó elkészítésének módja. A szár rész elkészítése:

- a szárban a keményfémbeletét átmérőjének megfelelően lyukat fúrtunk átmérőben 0,05 mm-rel nagyobbra. Radiális irányban egy úgynevezett levegő furatot fúrtunk 1 mm-es átmérővel. Ez a levegőfurat a szár zsákfuratából a levegő és egyéb gázok elvezetésére szolgál a forrasztás közben.

A következő lépésben a forrasztást végeztük el az alábbi módon:

- a forrasztásnál első lényeges szempont, hogy az összeforrasztandó felületek fémtiszta legyenek. Ezt a kritériumot a Loctite IS Quick Clean zsirtalanítóval értük el. A forrasztáshoz Castolin 1802 PF Atmosin oxidáció gátlót használtunk, amely a fémfelületek oxidációját gátolja meg forrasztás közben. A kötést ipari ezüsttel hoztuk létre. Az acélfoglalat zsákfuratában a furatnak megfelelő ezüstpogácsát helyeztünk, ezután az oxidáció gátló Castolinnal folytattunk bele, majd a keményfémbeletétet behelyeztük. A forrasztást gázlánggal végeztük el. Az ezüst a meleg hatására a zsákfurat fala és a keményfém között az 0,05 mm-es hézagban felfutott és a hűtés után a kötést létrehozta.

7. Összefoglalás

A BHG Szerszámfejlesztő Laboratórium felkészültsége és gépparkja lehetővé teszi a KNOW-HOW keretén belül vásárolt keményfémszerszámok élezését, valamint egyszerűbb szerszámok betétjeinek az elkészítését. Eddigi munkáink során készült el az „S” típusú jelfogó-rugó szétcsípő-szerszám, a Traub automata vezető hüvelyei, valamint a hídvezérlő-szerszám betétjei.