



AGIE

Szikraforgácsolás
keményfémek
megmunkálásához

A kivágandó szalag befut egy nagy teljesítményű prégépbe, és a többlépcsős szerszám keményfém betétei kivágják, hajlítják, domborítják és levágják.



A keményfémek

gazdaságossága

A modern kivágó- és sajtoló technika, de a képlékeny alakítás területén is egyre nagyobbak a követelmények a szerszámokkal szemben. A nagy teljesítményű sajtolástechnikára és finomsajtolásra valamint a hajlító és domborító berendezésekre nagy fokú precizitás jellemző, ami akár $1\ \mu\text{m}$ vágási rést is jelenthet. A szerszámoknak olyan vágási mennyiséget kell elérniük, ami azonos minőség mellett az 1 és 10 milliós tartományban mozog, és a szakemberek 500 millió löketségű élettartamra törekednek. Ezek olyan értékek, amelyek 20 évvel ezelőtt elérhetetlenek tûntek. Napjainkban a nagy teljesítményű prégépek percenként akár 2000 löketet is képesek teljesíteni. Ennek megfelelően jelentősen megnöttek a követelmények a szerszámanyagokkal szemben, mert a nagy teljesítményekhez igazodni kell.



Huzalos szikraforgácsolással vágott keményfém vágólap több, mint 5 millió fölötti préselőkettségű élettartammal.

Szicraforgácsolással megmunkált
keményfém betétek különböző
szerszám-alkalmazásokhoz.

A jó szerszám szerkezeti anyaggal szemben támasztott követelmények közé ezért nemcsak az anyag keménysége tartozik, ami a tribológiai igénybevételekkel (súrlódás) szemben garantálja az ellenállóságot, hanem más tulajdonságok is:

- magas nyomószilárdság
- alacsony hőtágulás
- jó adhéziós viselkedés
- kielégítő szívósság
- jó megmunkálhatóság.

A wolfram-karbid és kobalt bázisú keményfémek (továbbiakban KF) bizonyultak erre a legalkalmasabb anyagoknak.

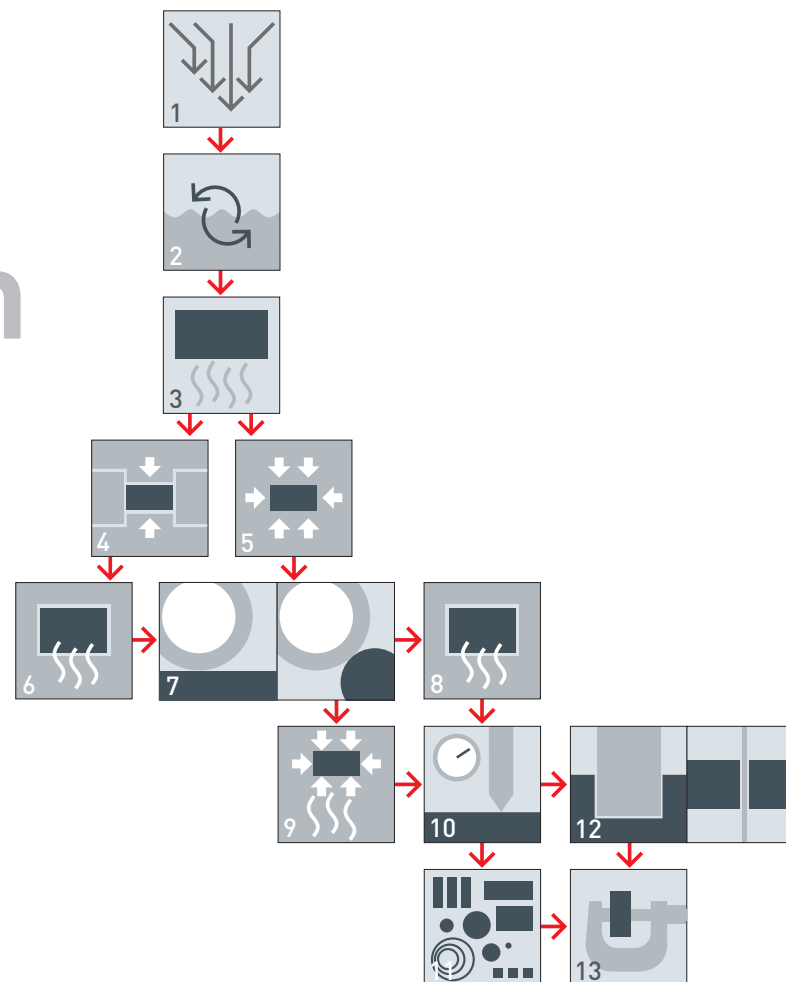
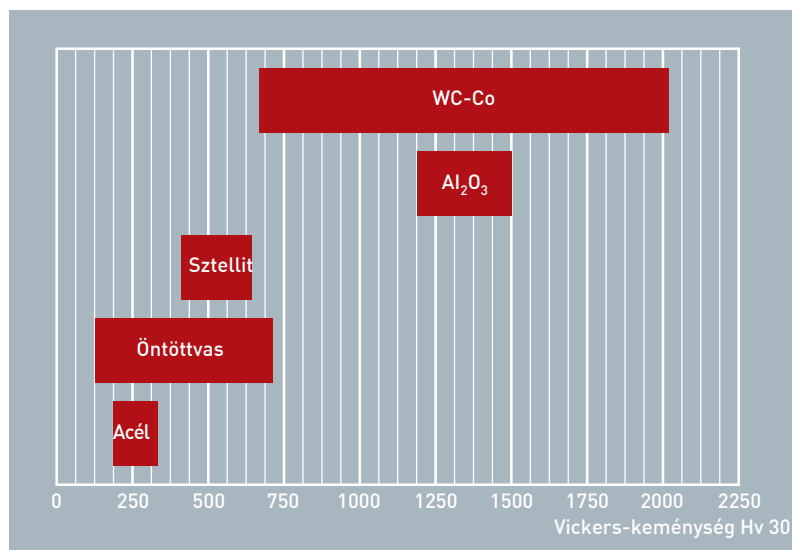


A szerszámgyártásban a KF felhasználásának gazdaságossága a kivágott alkatrészek növekvő számával egyenes arányban nő. A költségszámítások szintén azt mutatják, hogy néhány millió darab kivágott alkatrésztől kezdve nagy megtakarítási lehetőségek rejlenek a KF alkalmazásában. Az acélszerszám kopása folyamatosan nő. A KF szerszám esetén a kopás egy bizonyos alapérdesség elérése után hosszú ideig szinte változatlan. Így hosszan biztosítható a sajtolt és kivágott termékek egyenletes minősége.

A «jó megmunkálhatóság» kulcszóhoz azonban még meg kellett találni a helyes, és egyben gazdaságos megmunkálási eljárásokat is. A KF akkoriban még újdonságnak számító szicraforgácsolással való megmunkálásával vált ezeknek a szerszámoknak a gyártása és alkalmazása gazdaságossá.



A szerkezeti anyag keményfém



- Az ábra vázlatosan mutatja a keményfém előállításának különböző lépéseit.
- 1 WC + Co + Ni/Cr + TiC/TaC
 - 2 Keverés és örlés
 - 3 Szárítás
 - 4 Lineáris préselés
 - 5 Izostatikus préselés
 - 6 Előszinterezés
 - 7 Formaadás
 - 8 Szinterezés
 - 9 HIP-szinterezés
 - 10 Fizikai ellenőrzés
 - 11 Előgyártmányok
 - 12 Szikraforgácsolás
 - 13 Végellenőrzés

4

Keményfém Vickers-keménységének összehasonlítása.

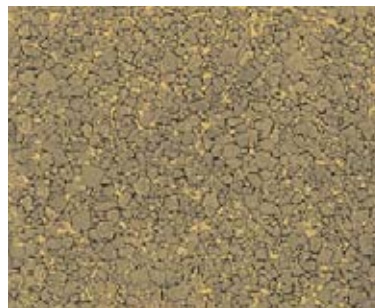
A «keményfém» fogalom egész egyszerűen egy anyagcsoportot jelöl, amelyre nagyon nagy keménység és magas kopással szembeni ellenálló képesség jellemző úgy, hogy a fémekre általában jellemző szívósággal is rendelkezik. A mi munkánkban ez alatt a karbid alapú szinterezett keményfémeket értjük. Neve ellenére az anyag csak kis részben (3...20 tömeg%) tartalmaz fémet. Ez az ötvöző anyag, amihez az

összes keményfémfajta 95%-ánál tiszta kobaltot (Co) használnak, alkalmas arra, hogy a kerámia alkotó elemeket (karbidokat) egy sütésszerű folyamattal cementálják. Ezért az angol nyelvterületen a keményfémeket legtöbbször «cemented carbides» vagy egyszerűbben «carbides» nével illetik.

A KF tehát főleg karbidokból (kerámiához hasonló anyagok) áll, amelyek az extrém keménységet és kopással szembeni ellenálló képességet - magas hőmérséklet esetén is - biztosítják. A kovalens kötést úgy hozzák létre, hogy a fémet a szénatomokkal (C) egyértelműen meghatározott arányban összekeverik.

A leggyakrabban alkalmazott karbid a wolframkarbid (WC), amit tisztán, vagy más, kis mennyiségű karbidokkal, pl. titánkarbiddal (TiC), tantálkarbiddal (TaC), nióbbiumkarbiddal (NbC), vanádiumkarbiddal (VC), molibdénkarbiddal (Mo₂C) vagy krómkarbiddal (Cr₂C₃), összekeverve használnak. A karbidok prizma vagy kocka alakú szemcsék formájában léteznek, melyek nagysága 1...5 µm.

Durva szemcsés
WC-10 Co ötvözet,
kevert karbidtartalmú ötvözet
(9% kobalt, 7% titán-karbid,
10,5% tantál-karbid,
és 73,5% wolfram-karbid),
valamint finom szemcsés WC-10 Co
ötvözet szövetszerkezete 1500-
szoros nagyításban.



Mivel a WC nem áll ellen a magas hőmérsékletnek, nem lehetséges a wolfram-monokarbid bázisú KF-ek hagyományos kohászati eljárásokkal, pl. olvasztással, ötvözéssel vagy öntéssel történő előállítás. Alternatívaként porkohászati eljárások léteznek. Vegyi, majd később mechanikai gyártási eljárásokkal nagy tisztaságú karbid- és fémporokat állítanak elő a kívánt szemcsenagyságban.

Az optimális összetétel és homogenitás elérése érdekében ezeket a porokat őrlik, majd összekeverik és ezután a kívánt formákban 1300 és 1500 °C közötti hőmérsékleten szilárdítják azokat. Ezt a hőtani folyamatot hívjuk szinterezésnek. A választott hőmérsékletnek elég magasnak kell lennie ahhoz, hogy a fém fázist megolvassza és az olvadék a kapilláris diffúzió segítségével a bezárja és így az anyagot egy komplett blokká alakítsa. A szinterezési folyamat végén több, mint 99,8%-os sűrűséget érnek el.

Az ideális sűrűség eléréséhez a blokk a szinterezés után még 1000 - 1500 bar nyomással magas hőmérsékleten izostatikusan tömöríthető. Így lehetséges a majdnem pórusmentes anyag előállítása, amit a gyártási technológiáról elnevezve HIP (Hot Iso-static Pressing) minőségnek hívnak.

Napjainkban lehetséges e két folyamat egyesítése a különleges szinter-HIP-kohóban. Ezzel a fémes kötőanyag eloszlása homogénebb lesz és végeredményben jobb mechanikai tulajdonságokat kapunk.

A KF extrém keménysége miatt lehetőleg csak alkatrészeket szintereznek a kívánt végső formában azért, hogy a szükségtelen és nagyon költséges utómegmunkálásokat elkerüljék. Mivel azonban a szinterezés jelentős térfogatcsökkenéssel (10 - 15%) jár együtt, ezért lehetetlen a nagyon precíz - mindennek előtt összetett geometriájú - szerszámok, bélyegek és vágólapok előállítása. Ezekben az esetekben KF-blokkokat gyártanak, és a hagyományos eljárásokkal (köszörüléssel) vagy szikraforgácsolással (EDM) munkálják meg azokat. Ezt a két megmunkálási eljárást napjainkban minden szerszámgyártó széles körben alkalmazza. A köszörüléshez azonban költséges gyémánt szerszámok és hosszú megmunkálási idők szükségesek. Ezen kívül az összetett formákat, ha egyáltalán lehetséges, csak nagy ráfordítással lehet kialakítani. Ezért a szikraforgácsolás, mint a fiatalabbik gyártási eljárás, sokoldalúságának, nagy precizitásának és nagyfokú automatizálhatóságának köszönhetően, az alacsony termelési költségekkel együtt, egyre inkább elterjedt.

A keményfém szikraforgácsolása

A szikraforgácsolás első sorban termikus folyamat. Az elektromos szikrák anyagolvasztás és anyagleválasztás alatti hőleadása - a bevezetett energiától függően - különbözőképpen hat az elektroerózióval megmunkált felületek struktúrájára. Nagy teljesítmény esetén olyan felületi feszültségek keletkezhetnek, melyek mikron méretű repedéseket okozhatnak. Ezért különösen a simító vágásoknál kell odafigyelni az áramimpulzusok nagyságára, melyeket egyre kisebb energiával kell megvalósítani azért, hogy a hőtani behatásokat korlátok között tartsuk. Ennek során minden egyes simító vágással el kell távolítani az előző vágás során hőtanilag befolyásolt anyagréteget. Ezért hibás az a kísérlet, hogy a simító vágások számát csökkentjük azért, hogy rövidítsük a megmunkálási időt.

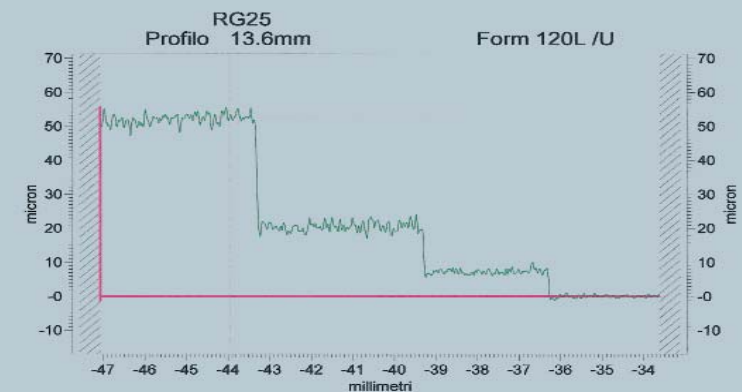
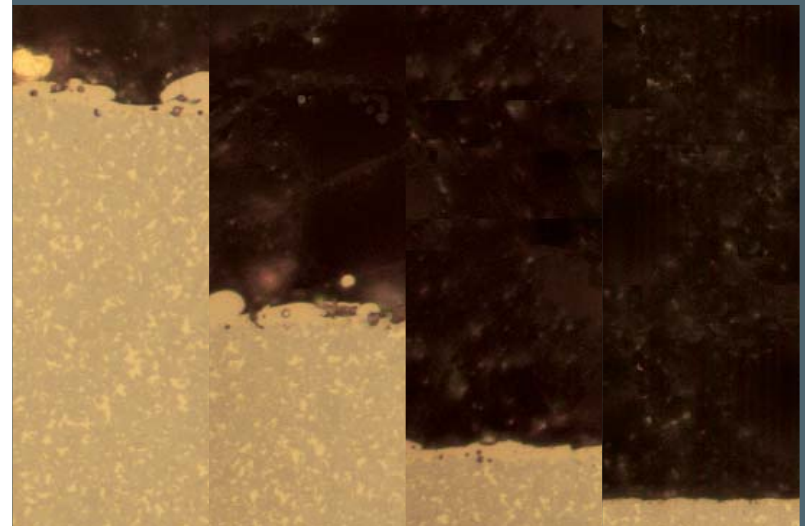
Keményfém standard szikraforgácsolása

Manapság az összes Agie szikra-szikraforgácsoló rendszer rendelkezik standard technológiákkal, melyek 100 mm vágási magasságon Ra 0,2 µm végső felületi érdességet garantálnak. A technológiák vágólapok, bélyegek és egyéb komplex geometriájú, valamint nagy precizitású szerszámok gyártását teszik lehetővé. A fajlagos vágási sebesség az alkalmazott huzaltól függően 10-20 mm²/perc. Megjegyezzük, hogy ennél nagyobb sebességek is elérhetők, de ez növeli a mikrorepedések veszélyét.

Különleges vágási technológiák

A standard technológiákat egészítik ki az Agie által kifejlesztett különleges technológiák a legfinomabb (Super Finish) felületekhez annak érdekében, hogy minimálják az anyahőviszonyterhelését. Az új generátor technológiák és a továbbfejlesztett folyamatvezérlés segítségével a legmagasabb kontúrpointosság mellett érhető el akár Ra 0,05 µm felületi érdességek. Ezzel nemcsak a szikraforgácsoló szerszámok hosszabb élettartama érhető el, hanem finom huzalok alkalmazásával élesebb sarkok és élek alakíthatók ki, ami lehetővé teszi a vágólap szétbontását rész-vágólapokra. Az Agiecut géptípustól függően ezek a teljesítményjellemzők opcióként is elérhetők.

Szekvenciák, melyek a telibe vágástól a 3. simító vágásig mutatják az anyag keresztmetszetét és a felületek mérési protokolljait.



Állandó felügyelet



Az Agiecut Vertex gép ideális a keményfémek megmunkálásához. Az olyan teljesítményjellemzők, mint az Ra 0,05 µm felületi érdesség, az 1 µm pozicionálási pontosság és a 0,02 mm huzallal kialakított 17 µm sarokrádiusz miatt ez a világ legpontosabb huzalos szikraforgácsoló gépe.

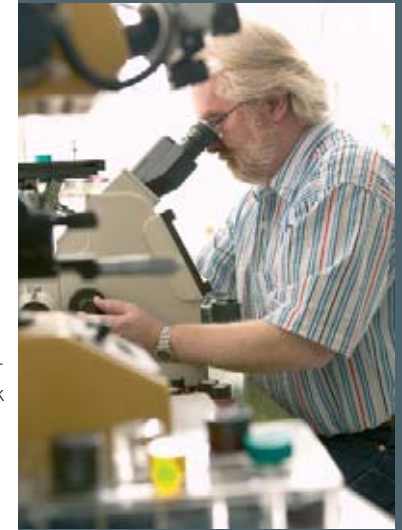


A kereskedelemben azonos vegyi összetételű, azonban rendkívül különböző vegyi és mechanikai tulajdonságú keményfémek kaphatók. Ez a tény a kényes szinterelési folyamatra vezethető vissza és különösen arra, hogy nagyon nehéz alkalmas és semleges atmoszférát tartani a kohóban a szinterelés közben. Annak érdekében, hogy a különböző KF fajták tulajdonságait megvizsgálják, az Agie cégnél szikraforgácsolási tesztek végeztek, melyek után metallográfiai vizsgálatok, amennyiben szükséges volt, REM-vizsgálatok (részter-elektron mikroszkópos következték).

A laboratóriumi vizsgálatok azt mutatják, hogy az összes KF fajta hasonlóan viselkedik a szikraforgácsolás alatt, másfelől bizonyossá vált, hogy a KF kobalttartalma befolyásolja a megmunkálás sebességét és a szikraforgácsolás felület minőségét. A fémes kötőanyagok növekvő arányával romlik a leválasztási sebesség és a végső felületi érdesség, mivel a szikrázott felületen nagyobb méretű fémolvadékok szilárdulnak meg ismét. A kobalt csökkenő arányával

nő azonban a keményfém érzékenysége a hősokra, ami a mikronméretű repedések képződésének veszélyét növeli.

A szemcsenagyság jelentősen befolyásolja a keményfém mechanikai tulajdonságait. A kobalt tartalommal szemben az anyagválasztás sebességére és a végső felületi érdességre gyakorolt hatása azonban lényegesen kisebb, ezért nagyon jó eredményeket lehet az ún. "Micrograins"-ek nélkül is elérni. Kis mennyiségű karbidkeverékek, pl. TiC és TaC, semmilyen szempontból nem befolyásolják a szikraforgácsolási folyamatot.



Az Agie cég Metallográfiai és analitikai laboratóriumában mikroszkóppal végzett vizsgálatok állandóan a legaktuálisabb szinten tartják a szikraforgácsolási technológiákat.

A keményfém minősége

Noha a napjainkban a piacon elérhető KF minősége érezhetően jobb, mint a múltban, most is folyamatosan ügyelni kell a jó KF minőségre. A következőkben a KF gyártás lehetséges hibáiról és azok a szikraforgácsolásra való kihatásáról olvashatnak.

A KF elszéntelenítése elősegíti egy nagyon kemény és sprőd réteg, az ún. eta-fázis képződését, melynek hatása a keményfém mechanikai tulajdonságaira katasztrofális. A keményfém cementálása azt eredményezi, hogy a szabad szén (grafit) kis zárványokat alkot, melyek a szikraforgácsolás során a megmunkált felületen pórusokként viselkednek, és a dielektrikum visszatartása miatt elektrokémiai reakciókhoz és így nem kívánatos korrózióhoz vezetnek. Ezen kívül hátrányosan befolyásolják a mechanikai tulajdonságokat is (repedésképződés kiinduló pontjai!).



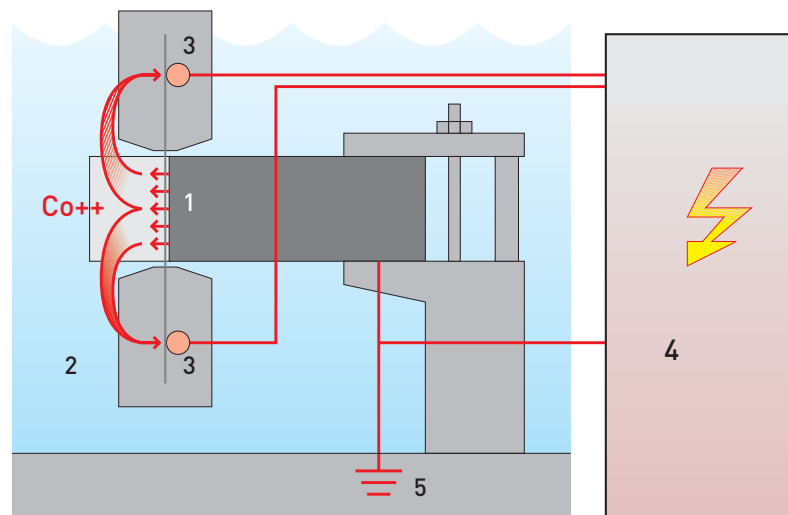
Az anyag porozitása és homogenitása a két legfontosabb tényező, melyek a keményfémek korrózióval szembeni ellenálló képességét befolyásolják. A tapasztalat azt mutatja, hogy a korróziós folyamatok nem minden esetben vezethetők vissza csak a szabad szénnel történő reakcióra vagy a porozitásra. Inkább bizonyos anyagok inhomogenitása játsza a döntő szerepet. Az optimális, közel pórusmentes és homogén anyagot csak a tökéletesen elvégzett szinterezés garantálhatja.

Az Agie cég Metallográfiai és analitikai laboratóriumában a vizuális és fizikai vizsgálatok mellett kémiai analíziseket is végeznek a keményfémek viselkedésére különféle reagensekkel.

A keményfém korróziója

Az utóbbi időben különös figyelmet szenteltek az Agie cégnél a korróziós jelenségeknek. Mivel a huzalos szikraforgácsolásnál vizet használnak dielektrikumként, nem kívánatos jelenségek léphetnek fel a KF megmunkálás közben vagy után, pl. a fém fázis kioldódása («kimosódás»-nak is nevezik), amit egészen általánosan «korrózió»-nak nevezünk. Egyfelől semleges közepes feszültségekkel különleges technológiák kerültek kifejlesztésre, melyek ezeket a jelenségeket nem ideális feltételek esetén is jelentősen csökkentik, másfelől a laboratóriumi vizsgálatok megmutatták, hogy ideális megmunkálási körülményeknél tökéletes eredmények érhetők el, mivel a szikraforgácsolás önmagában nem okoz korróziót a munkadarabon.

Annak érdekében, hogy mindenfajta korróziós jelenséget kiküszöbölhessünk, előnyös, ha megértjük a korrózió folyamatát. Amint már említettük, a kobalt ideális kötőanyag a kiváló mechanikai tulajdonságú KF előállításához. Másrészt a kobalt, mint a legtöbb

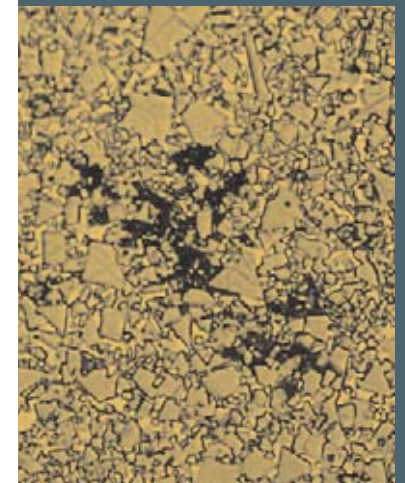


Elektrokémiai feszültségesés,
amely ionáramlást idéz elő a dielektrikumban

- 1 Munkadarab
- 2 Dielektrikum
- 3 Áramátadók
- 4 Generátor
- 5 Földelés

fém, elektrokémiaiag nagyon reagenssé válik vizes oldatokban, vagyis vízben hajlamos ion formában az oldódásra. Ha azonban a KF munkadarab közelébe teszünk más fajta fém, és a kettőt közösen földeljük (pl. az acélból készült szikraforgácsoló fejet), akkor elektrokémiai feszültségcsökkenés jön létre, ami ionáramlást okoz a dielektrikumban. Így oldódik ki folyamatosan a kobalt a felületből és kis lyukak formájában korrózió keletkezik, amit nem mindig lehet pusztán szemmel észrevenni és amit «pontkorrózió»-nak nevezünk.

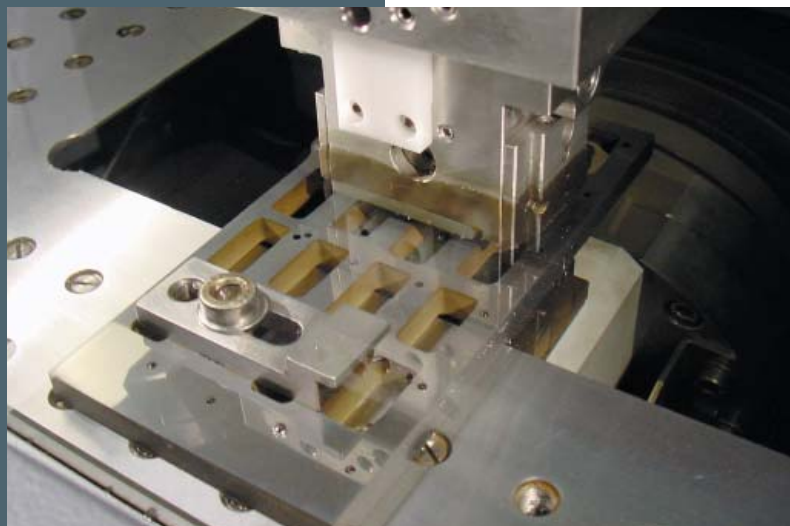
Ezért a munkadarabokat a megmunkálás után azonnal ki kell venni a kádból és meg kell szárítani azokat. Amennyiben ez nem megoldható, legalább a szikraforgácsoló fejet távolítsuk el minél messzebbre a munkadarabtól az EDM megmunkálás után.



Keményfém struktúrájának
nagyított képe, ami szabad szemmel
tartalmaz. Ez pontkorróziót okozhat,
ami a repedések kiinduló
pontja lehet.

A vízdielektrikum

hatása a keményfémekre



10

Egy, az Agiecut Vertex berendezés munkaterébe befogott munkadarab, többszörös megmunkálással.

Az összes negatív behatást, amelyek rontanák a szikraforgácsolási eredményt, az elejétől kezdve kiküszöbölték.

Az előzőekben ismertetett elektromos jelenségeket tovább erősíti a víz magas vezető képessége. A víz dielektrikum ideális vezető képessége ezért $5 \mu\text{S}/\text{cm}$ érték alatt van. A dielektrikum másik fontos tulajdonsága a hidrogén-ionkoncentráció (H^+), amit pH-értéknek nevezünk. Az optimális pH-érték 7 és 8 között van, ez azt jelenti, hogy csak semleges kémhatású vizet szabad használni, mivel a savas környezet (pH -érték < 7) a KF-ben lévő kobaltra, és általában a fémekre, nagyon agresszíven hat. A pH-érték erősen függ az alkalmazott ioncserélő gyanták fajtájától. A pH-érték csökkenésének megakadályozására ajánlott az ioncserélő gyanta idő előtti kicserélése.

Ehhez társulhat még - különösen KF-mel szemben - agresszív ionok (kloridok, szulfátok, aminos, stb.) jelenléte a dielektrikumban, melyek jelentősen gyorsítják a korróziót. A legveszélyesebbek, még kis koncentrációban is, a kloridok lehetnek. Ezért rendkívül fontos, hogy jó minőségű legyen a víz. Ahhoz, hogy a dielektrikum egységhez teljesen tiszta és kloridmentes dielektrikum kerüljön, a vizet ioncserélő gyantával vagy fordított ozmózissal ajánlott kezelni.

A szikraforgácsoló berendezés azon részeit, melyeket tisztító szerekkel kezeltek, nagyon jól le kell öblíteni, mielőtt azokat visszakerül a berendezésbe, mivel a tisztítószer olyan anyagokat tartalmaznak, melyek a fémekkel vízben oldódó sókat képeznek. Ugyanígy távol kell tartani a savakat és lúgokat a munkatértől, hogy ne kerüljön korróziót elősegítő anyag a dielektrikumba. A munkadarabokat is gondosan meg kell tisztítani a munkatérbe való behelyezés előtt, hogy a köszörlési segédanyagokat vagy egyéb szubsztanciákat eltávolítsunk a felületről. A szikraforgácsolással leválasztott szemcsék letapadása a munkadarab felületén ún. lokális elemek képződését okozzák, melyek szintén korrózióhoz vezethetnek. A munkatér tehát minél tisztábban kell tartani.



A három legfontosabb dolog

Anyag: Csak bizonylatolt minőségű keményfémot használunk. Azok a keményfém fajták, melyeket probléma nélkül lehetett hagyományosan köszörüléssel, marással, stb. megmunkálni, nem feltétlenül alkalmasak a szikraforgácsoló megmunkálásokhoz. A keményfém félgyártmányok mérete lehetőség szerint minél kisebb legyen.

Szikraforgácsolás: Olyan szikraforgácsoló rendszerrel dolgozunk, amely rendelkezik a keményfém megmunkálásokhoz a legoptimálisabb technológiákkal. A keményfém munkadarabokat megszakítás nélkül, egy darabban szikraforgácsoljuk, és a munka után azonnal szedjük ki.

Dielektrikum: Biztosítsuk a víz dielektrikumká váló helyes előkészítését. A dielektrikum egységben ügyeljünk a legnagyobb tisztaságra. Biztosítsuk a megmunkálási technológia helyes alkalmazását.

Az anyag, a huzaltípus és munkadarab magasság közel végtelen kombinációs lehetőségével az Agie szikraforgácsoló berendezések rendelkeznek a piacon a legnagyobb választékkal a standard megmunkálási technológiák közül.

EUROPA NORD	AGIE GMBH STEINBEISSTRASSE 22-24 DE - 73614 SCHORNDORF TELEFON +49 7181 926 0 TELEFAX +49 7181 926 190 WWW.AGIE.DE info@agie.de	DEUTSCHLAND
	AGIE CHARMILLES LTD BU AGIE WWW.AGIE-CHARMILLES.CO.UK info@agie-charmilles.co.uk	GROSSBRITANNIEN NORD-IRLAND
	AGIE SALES LTD CH - 6616 LOSONE TELEFON +41 (0)91 806 90 30 TELEFAX +41 (0)91 806 90 33 WWW.AGIESALES.COM info@agiesales.com	SCHWEIZ ÖSTERREICH BENELUX SKANDINAVIEN OST- UND ZENTRALEUROPA BALKAN MITTLEREN OSTEN SÜD-AFRIKA
	AGIE CHARMILLES CIS LTD WWW.AGIE.COM	CIS
	AGIE CHARMILLES SP.Z.00 WWW.AGIE.COM info@agie-charmilles.pl	POLEN
EUROPA SÜD	AGIE CHARMILLES SPA BU AGIE WWW.AGIE.IT info@agie.it	ITALIEN SLOWENIEN
	AGIE CHARMILLES SAS WWW.AGIE.COM agiefrance@agie.fr	FRANKREICH
	AGIE CHARMILLES SA WWW.AGIE.COM info@agie.es	SPANIEN PORTUGAL
AMERIKA	AGIE LTD WWW.AGIEUS.COM info@agieus.com	USA KANADA SÜD-AMERIKA MEXIKO
ASIEN	MEHR INFO UNDER: WWW.AGIE.COM	JAPAN SINGAPUR CHINA KOREA INDIEN PAKISTAN

Agie Charmilles Group

+GF+

AGIE

AGIE SA
CH - 6616 LOSONE
TELEFON +41 (0)91 806 91 11
TELEFAX +41 (0)91 806 92 60
WWW.AGIE.COM
info@agie.com

Alle Rechte
auf Änderungen
vorbehalten.
© AGIE.

500.029.098
September 2005
Printed
in Switzerland.



GALIKA Szerszámgépek Kft.
H-2045 Törökbálint
Tó Park u. 9.

Tel.: 23-445 730
Fax: 23-445 739
E-mail: info@galika.hu
web: www.galika.com