

FORGÁCSOLÓ SZERSZÁMANYAGOK KÁROSODÁS- MENEDZSMENTJÉNEK NÉHÁNY ASPEKTUSA

SOME ASPECTS OF DAMAGE MANAGEMENT FOR CUTTING TOOL MATERIALS

Bagyinszki Gyula,¹ Bitay Enikő²

¹ Óbudai Egyetem, Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar, Budapest, Magyarország, bagyinszki.gyula@bgk.uni-obuda.hu

² Sapientia Erdélyi Magyar Tudományegyetem, Marosvásárhelyi Kar, Marosvásárhely, Románia, ebitay@ms.sapientia.ro

Abstract

There are two concepts in the title that can be seen as "foreign" to the usual technical language. Both can have several meanings and thus we adapted them "flexibly" to the current needs. One way to understand the term "management" is through its functions: planning (defining purpose and means), organizing (defining tasks and methods), and direction (guidance, controlling), inspection (testing, comparing). It can also mean among other things, standpoint, circumstance, respect, or even character. Regarding the expression "damage management" the intended meaning here is reducing or to preventing damage to the tool, also improving the resistance of the tool material to damage, which besides material selection issues also has design, technology and operational aspects. This article gives an overview of some of these.

Keywords: *tool material, machining, damage resistance, wear, fracture.*

Összefoglalás

A címbe foglalt két „idegen” (talán nem túl magyaros, kevésbé műszaki nyelvezetű) fogalom többféleképpen definiálható, és ezáltal „rugalmasan” adaptálható az aktuális igényeknek megfelelően. A menedzsment pl. funkcióin keresztül is értelmezhető, melyek a következők: tervezés (cél és eszköz kijelölése), szervezés (feladatok és módszerek meghatározása), irányítás (vezérlés, szabályozás), ellenőrzés (vizsgálat, összehasonlítás). Az aspektus pedig jelenthet többek között szempontot, körülményt, vonatkozást vagy akár jelleget is. Ami a károsodás-menedzsment szóösszetételt illeti, természetesen itt a szerszámkárosodás mérséklése vagy megelőzése, valamint a szerszámanyag károsodásállóságának javítása a cél, aminek az anyagválasztáson túl konstrukciós, technológiai és üzemeltetési aspektusai is vannak. Jelen cikk ezek közül válogatva nyújt áttekintést.

Kulcsszavak: *szerszámanyag, forgácsolás, károsodásállóság, kopás, törés.*

1. Forgácsolószerszám-anyagok és jellemzőik

A szerszámanyagok körében – különös tekintettel a forgácsoló technológiákra – a nagyobb teljesítőképesség iránti igény mindinkább szükségessé teszi a szerszámacélok mellett a keményötvözetek, a kerámiák és a szuperkemény anyagok alkalmazását is (**1. táblázat**).

A szerszámacélok célszerű ötvözésével érhető el az acél összetételétől függő kritikus hűlési sebesség csökkentése (vízhűtés helyett a kedvezőbb olaj- vagy levegőhűtés lehetővé tétele), az átedződő szelvényátmérő növelése, illetve a kopásállóságot (növelt hőmérsékleten is) javító primer és szekunder ötvöző karbidok létrehozása. Míg a primer karbidok az olvadákból történő kristályosodás során képződnek, addig a szekunder

1. táblázat. Szerszámanyagok egy lehetséges besorolása

Szerszámacélok	Kemény- ötvözetek és áltötvö- zetek	Kerámiák	Szuper- kemény anyagok
Szerszámanyag- ként is alkalmazha- tó szerkezeti acélok (betétedzető, nemesíthető, nitri- dátháló, gördülő- csapágy acélok) és vasöntvények	Vas-, nikkel- és kobaltala- pú kemény- vagy szuper- ötvözetek	Oxidkerá- miák Vegyület- kerámiák	Köbös bór- nitrid Mesterséges gyémánt
Ötvözetlen szerszá- macélok; Hidegalakító szer- számacélok; Ledeburitos szer- számacélok; Melegalakító szer- számacélok; Gyorsacélok	Edzhető keményfé- mek Keményfé- mek Cementek	Kompozit- kerámiák	Természetes gyémánt
Auszténites öregítő acélok; Martenzites korró- zióálló acélok; Maraging acélok.			

karbidok nemesítő megeresztéskor válnak ki, amelyek mennyisége, mérete és eloszlása szintén meghatározó jelentőségű a szerszám így elérhető melegkeménysége, károsodásállósága (kopás- és megeresztésállósága) szempontjából. Ezek pedig a forgácsolás – mint ékszerű szerszámmal végzett anyagleválasztási folyamat – esetében a forgácsolószerszám éltartamát (forgácsolóképeségét) határozzák meg [1–3].

A forgácsolószerszám-anyag forgácsolóképeségén a belőle készült forgácsolóék azon sajátosságát értik, hogy a forgácsolás mechanikai és hőigénybevétele közben is elegendően hosszú ideig megtartsa geometriáját. Természetesen a forgácsolóképeség a forgácsolóék munkakörülményeitől is függ, főként a forgácsolt anyag fajtájától, a forgácsolósebességtől, az előtolástól, a fogásmélységtől, a szerszámgeometriától és a környezet (hűtés-kenés, korrózió hatás stb.) fajtájától [4].

Szoros összefüggés van a szerszámanyagban lévő kemény fázisok mennyisége és a megengedhető forgácsolósebesség között. A kemény fázisok részarányának növelése a szerszámanyagban korlátozott, a forgácsolóképeség további növelése a kemény fázisok minőségének javításával válik lehetségessé. Egyrészt ezek keménységét

növelik, másrészt a megmunkálandó anyagokhoz igazodóan olyan kemény fázisok használatát szorgalmazzák, amelyek az adott munkadarabban kevésbé oldódnak. A fejlődés másik útja a szerszámanyagok, illetve a belőlük készült szerszámok rendeltetésszerű felhasználásának fokozott érvényesítése [2].

Például a gyorsacéloktól (High Speed Steels) elvárt jellemzők: jó hővezető képesség, növelt szívósság (Co-ötvözéssel), melegalakíthatóság (pl. csigafúróknál), jó megmunkálhatóság, edzhetőség és átedzhetőség, nagy melegkeménység és kopásállóság (megeresztésállóság 600 °C-ig), minimális repedési hajlam. Ezért a gyorsacélokat a hagyományos acélgyártási eljárások mellett porkohászati úton (szintereléssel) is előállítják. Az így gyártott acélokban a kemény fázisok minősége és mennyisége szabadabban megválasztható, ezért igen nagy melegkeménységűek, nyomószilárdságúak és kopásállóságúak, a porkohászati technológia révén megfelelő szívósságúak és jól megmunkálhatóak [1].

Az interszticiós (nagyobb méretű fématomok + kisebb méretű nemfémes atomok alkotta) keramikus vegyületek rendkívül ridegek és ezért igen törekenyek. Gyakorlati szempontból fontos tulajdonságaik (pl. meleg-kopásállóság) úgy használhatók ki, hogy kemény szemcséiket szívós anyagba ágyazzák, vagy vékony felületi réteget képeznek belőlük:

– Az előbbi megoldást testesítik meg a keményfémek és a cermetek. Míg a keményfémek többnyire WC-bázisú, Co-kötésű, addig a cermetek (CERamic METalls = fémkötésű kerámiák) jellemzően TiC-bázisú, Mo-kötésű porkohászati áltötvözetek. Az edzhető keményfémek jelentős vas- és karbontartalmuk révén szerszámacélokéhoz hasonló megmunkálhatósággal, nagy karbidtartalmuknak köszönhetően nagyobb kopásállósággal rendelkeznek – tulajdonképpen a szerszámacélok és a keményfémek közötti tulajdonságokkal [1].

– Az utóbbi alkalmazásra pedig jó példa a PVD (Physical Vapour Deposition = fizikai gőzfázisú bevonatolás) révén, készre munkált (vagy akár felújítandó) szerszámok felületén előállított kopásálló TiN-réteg [5].

A kerámiák alkalmazásakor nagyobb hőmérsékletek is megengedhetők, illetve a hőmérséklet-változás is gyakoribb. A vegyületkerámiák oxidáló atmoszférában nem annyira hőállóak, mint az oxidkerámiák (hiszen azokat oxidálni –/elégíteni – már nem lehet), de a hőfokingadozást jobban tűrik. Ezt elősegíti kis hőtágulási együtt-

hatójuk (hűléskor nem repednek) és viszonylag nagy hővezető képességük (sűrűlédákor kevésbé melegszenek).

2. Szerszámok igénybevétele és károsodása

A szerszámokat érő mechanikai és hőhatás a technológiai fejlődés során egyre nagyobbá válik. Egyrészt bővül az alkatrészek anyagválasztéka és ezáltal a szerszám mechanikai igénybevételel fokozó anyagok köre. Másrészt a jobb termelékenységre való törekvés intenzívebb megmunkálási folyamatokat követel, amelyek esetenként a mechanikai terhelést is, de főleg a hőigénybevételt fokozzák. Harmadrészt olyan új megmunkáló eljárások jelennek meg, amelyek a szerszámok terhelését már önmagukban is fokozzák [2, 4].

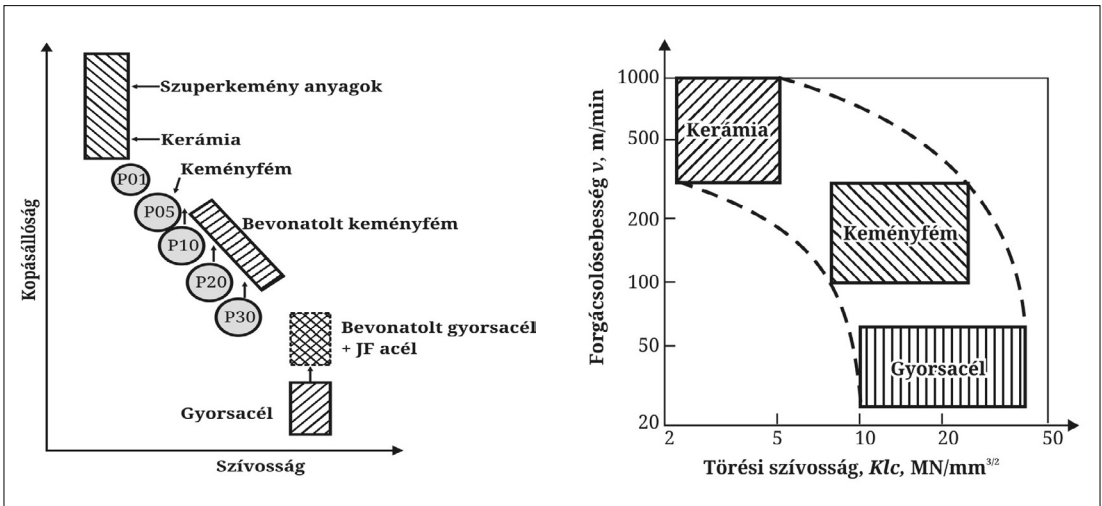
A szerszámok felületi rétegét általában akkora mechanikai igénybevétel terheli, amekkora a vele érintkező anyag alakítási ellenállása, illetve a munkadarab felületi rétegében kialakuló feszültségi állapot. A szerszámanyagoktól egyszerre kívánunk nagy kopásállóságot és jó szívósságot. Ezek a szerszámanyagok egymás rovására teljesíthető tulajdonságai, vagyis fordított arányosságban állnak (1. ábra) [2].

A mechanikai igénybevétel mellett a hőterhelés az, ami a szerszámok tartósságát nagymértékben meghatározza. A forgácsolószerszámok felületi hőmérséklete változó, de sok forgácsmentesen alakító szerszám, továbbá az öntőszerszámok is nagy, többnyire lökészerű hőterhelésnek vannak kitéve. A megmunkáló szerszámok elhasználó-

dása a gyakorlatban két fő módon következik be: váratlan, túl korai törés vagy elkopás, illetve a használatlalt arányos, fokozatos elhasználódás. A túl korai törés is két fő okra vezethető vissza: a megfelelő szívósság hiányára és a folyáshatár csökkenésére nagyobb hőmérsékleten.

Gyorsacél és keményfém forgácsolószerszámokon végzett, több ezer szerszámra kiterjesztett statisztikai vizsgálat eredménye szerint a kopás (életlenedés) közel kétszer gyakoribb oka a károsodásnak, mint a törés (csorbulás). A szívósabb gyorsacél és a keményfém kitöredezéses, kicsorbulásos elhasználódása viszont közel azonos arányú, mert a nagyobb, dinamikus igénybevételekhez már eleve a gyorsacélt használják. Annak visszaszorítása, hogy az esetek egyharmadában a szerszám előre nem becsülhető módon, hirtelen használódik el, különösen fontos az automaták, és még inkább a felügyeletsezegény (NC, CNC) megmunkáló gépeken történő alkalmazáskor [2].

A szerszámacélok martenzites átalakuláson alapuló edzése gyakran okoz hőkezelési repedéseket. Ezek oka a repedéskeletkezés mikroszerkezeti mechanizmusában, valamint az átalakulási, illetve termikus előidézett belső feszültségekben rejlik, amelyek a szerszám alakjától és méreteitől függenek. A repedés keletkezését elősegíti a túl gyors és nem egyenletes felhevítés, a túl nagy ausztenítési hőmérséklet, illetve a túl hosszú hőntartás, a túl gyors lehűtés. Az edzési repedések interkristallin haladnak, az eredeti ausztenit szemcsehatárok mentén. Edzett darabokban a repedések olykor csak a mechanikai vagy kémiai

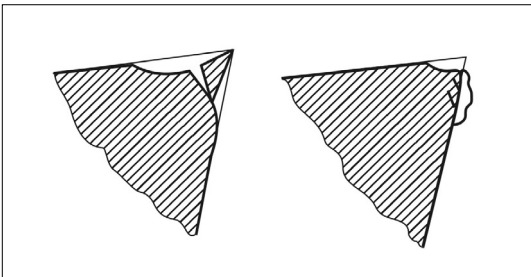


1. ábra. Szerszámanyagok szívósságának és kopásállóságának, illetve megengedhető forgácsolósebességének összefüggése

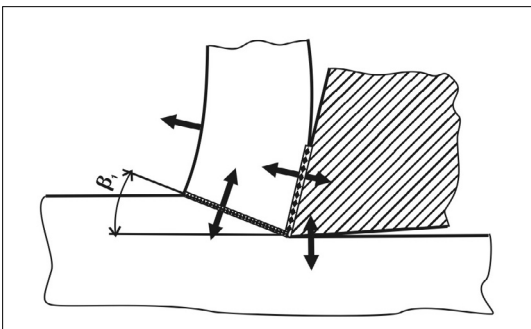
utókezelés során alakulnak ki, ugyanis járulékos belső feszültségek ébrednek a köszörülés, szemeszórás, tükrösítés vagy pácolás hatására, amelyek elősegítik az anyag megrepedezését [2, 3].

Ha egy forgácsolószerszám kopása túlságosan nagy, a szerszám a forgácsolóék törése vagy képlékeny alakváltozása miatt sérül(het) meg (2. ábra). A töréses sérülés fogalma csorbulás, hasadást vagy repedést takar. Deformációs tönkremenetel a forgácsolóék alakjának képlékeny alakváltozás miatti megváltozása. A forgácsolás hőmérsékletén előfordulhat, hogy a forgácsolóék anyaga annyira kilágyul, hogy lágyabb lesz, mint a forgácsolt anyag. A forgácsolóék ilyenkor képlékenyen deformálódik, és az anyagát a munkadarab anyaga ragadja magával. Főleg a szerszámacélokból készült szerszámoknál fordul elő, de extrém körülmények mellett keményfém élű szerszámoknál is előfordulhat [4].

A deformációs munka és a szerszám homlok- és hátfelületén fellépő súrlódás munkája a forgácsolási folyamatban hővé alakul. A forgácstóban levő három deformációs zónának (3. ábra) három „hőforrás” felel meg. Az itt keletkező hő a hidegebb helyek felé áramlik, a forgácsba, a forgácsolóékba, a munkadarabba és a környezetbe (hűtőközeg) távozik [4].



2. ábra. Forgácsolószerszám töréses és deformációs sérülése



3. ábra. Hő keletkezésének helyei és elvezetésének útjai a forgácstóban

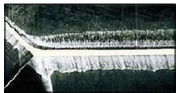

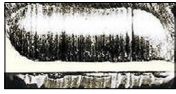














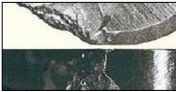
A forgácsolás kezdetén a munkadarab anyaga és a forgácsolóék egyaránt a környezet hőmérsékletén van. Az elsődleges deformációs tartományból a hő vezetéssel és sugárzással, de főleg az anyagfolyammal távozik. Ezen tartományban a hő mindig új, hideg anyagterefogatokra hat, ebből következően az elsődleges deformációs tartományban a hőmérsékletek viszonylag alacsonyak.

A forgácsolóékkal már a felmelegedett anyagrészek érintkeznek. A folyamat elején a hideg forgácsolóék még hűti őket, és el tudja vezetni a súrlódás hőjét is. Az érintkezési helyeken a forgácsolóék hőmérséklete gyorsan emelkedik, és eléri a leválasztott anyagrészek felületi hőmérsékletét. A súrlódás miatt az érintkező felületek hőmérséklete tovább nő, egészen az egyensúlyi állapot eléréséig.

A maximális hőmérsékletek helye függ a forgácsképződés jellegétől. Szívós anyagok megmunkálásánál folyó forgácsot kapunk, a hőmérséklet mezőt jelentősen befolyásolja a súrlódási hő is. A maximális hőmérsékletek a homlokfelületen, a forgácsolóéltől meghatározott távolságban vannak. Ridegebb anyagok forgácsolásánál töredezett forgácsot kapunk, mely „lepattan” a homlokfelületről. A forgács homlokfelülettel való súrlódása mérsékelt, és a környezet jól „hozzáfér” a forgácsolás helyéhez. A maximális hőmérsékletek ezért a forgácsolóélen vagy annak közvetlen közelében található. A forgácsolóék és a megmunkálendő anyag hőmérséklete a forgácstó különböző pontjaiban eltérő. Fontos szempont, hogy megeresztésálló szerszámanyagot és kedvezőtlen anyagszerkezet-módosulást megakadályozó hatékony hűtést-kenést alkalmazunk.

A gyártás, megmunkálás vagy üzemelés alatt keletkező, élettartamot befolyásoló folytonossági hiányok osztályozását a 2. táblázat tartalmazza. Ezek közül különösen a planimetrikus (síkszerű, 2D-s) eltérések veszélyesek, mert terjedőképesse válhatnak és törést okozhatnak [6].

A 4. ábra pedig a forgácsolószerszámok jellegzetes mechanikai és termikus eredetű károsodási formáit szemlélteti, feltüntetve a lehetséges okokat és az azokkal szembeni ellenintézkedéseket is [7]. Ezek között anyagválasztási, konstrukciós, technológiai és üzemeltetési javaslatok egyaránt előfordulnak.

Szerszámkárosodási forma		Ok	Ellenintézkedés
Hátkopás	 	túl lágy szerszámanyag; túl nagy forgácsolási sebesség; túl kicsi hátszög; extrém kicsi előtolási sebesség.	nagy kopásállóságú szerszámanyag; kisebb forgácsolási sebesség; hátszög növelése; előtolási sebesség növelése
Kráterkopás	 	túl lágy szerszámanyag; túl nagy forgácsolási sebesség;	nagy kopásállóságú szerszámanyag; kisebb forgácsolási sebesség; előtolási sebesség csökkenése
Kitöredezés	 	túl kemény szerszámanyag; túl nagy előtolási sebesség; vágóél-szilárdság hiánya; szár- vagy tartómerevség hiánya	nagy szívósságú szerszámanyag; előtolási sebesség csökkenése; élesség növelése (lekerekítés helyett letörés) nagyobb szárméret használata
Törés	 	túl kemény szerszámanyag; túl nagy előtolási sebesség; vágóél-szilárdság hiánya; szár- vagy tartómerevség hiánya	nagy szívósságú szerszámanyag; előtolási sebesség csökkenése; élesség növelése (lekerekítés helyett letörés) nagyobb szárméret használata
Képlékeny deformáció	 	túl lágy szerszámanyag; túl nagy forgácsolási sebesség; túl nagy forgásmélység és előtolási sebesség; túl nagy forgácsolási hőmérséklet	nagy kopásállóságú szerszámanyag; kisebb forgácsolási sebesség; forgásmélység és előtolási sebesség csökkentése; nagy hővezetési tényezőjű szerszámanyag
Hegedés (adhéziós kopás)		kis forgácsolási sebesség; kedvezőtlen élezés; alkalmatlan anyagminőség	sebesség növelése növelése; homlokszög növelése; kis affinitású szerszámanyag (bevonatolt, porkohászati)
Termikus repedések	 	tágulás vagy zsugorodás a forgácsolási hő következtében; túl kemény szerszámanyag (különösen maráskor)	száraz forgácsolás (nedves forgácsoláskor munkadarab elárasztása forgácsolási folyadékkal); nagy szívósságú szerszámanyag
Bemetszés	 	kemény felületek, mint például nyers felületek; hűtött alkatrészek és felületszilárdított rétegek; egyenetlen alakú forgács okozta súrlódás (kis vibráció előidézése)	nagy kopásállóságú szerszámanyag; homlokszög növelése az élesség növelése végett
Leválás		szerszámél hegedés és adhézió; rossz forgács (képződés)	homlokszög növelése az élesség növelése végett; forgács zseb növelése
Oldalkopásos törés		Károsodás az ívelt vágóél szilárdságának hiánya miatt	élesség fokozása; nagy szívósságú szerszámanyag
Kráterkopásos törés		Túl lágy szerszámanyag; túl nagy vágási ellenállás és okozott forgácsolási hő	élesség csökkentése; nagy kopásállóságú szerszámanyag

4. ábra. Forgácsolószerszámok károsodási formái

2. táblázat. Folytonossági hiányok osztályozása

Folytonossági hiány alakja	Alapanyag gyártáskor, öntéskor keletkező	Képlékeny alakításkor keletkező	Hőkezeléskor keletkező	Forgácsoláskor keletkező	Kötéskor (hegesztéskor) keletkező	Szereleskor, javításkor keletkező	Tároláskor, szállításkor keletkező	Üzemeléskor keletkező
lineáris	feszültségi repedés, melegrepedés, hidegrepedés	feszültségi repedés, kovácsolási repedés pelyhesedés	edzési repedés, hidrogén okozta repedés, lepattogzás		repedés			fáradási repedés
	hideg hegedés, összeolvadási hiba, pikkely	kovácsolási rálapolódás, hengerlési rálapolódás, rétegesség, pikkely	lepattogzás		kötéshiba			
	salaksor				salaksor			
	bemetszés	bemetszés		bemetszés	gyökhiba, szélkioldadás	bemetszés	bemetszés	
		barázda		barázda, karc		karc	karc	
szferikus	pórus, hólyag				pórus			
	lunker, microlunker							
	homokzárvány				salakzárvány			
elágazó		túlhevített szerkezet okozta	feszültségi repedés	köszörülési repedés			interkristallin korrózió okozta feszültségi korrózió okozta	

3. A károsodásállóság javítása és vizsgálata

A kopás csökkentésének, illetve a kopási folyamat lassításának fontosabb lehetőségei [5]:

- anyagválasztási szempontból:
 - nagy keménységű, illetve nagy rugalmassági modulusú (szerszám)anyagok alkalmazása,
 - egymáshoz kis affinitású (adhézióra kevésbé hajlamos) súrlódó anyagpárok (szerszám-anyag + megmunkálandó anyag) társítása;
- konstrukciós szempontból:
 - szerszám-élgeometria optimalizálása a feladathoz (munkadarab anyaga, geometriája, tűrései, ...),
 - a mechanikai és az azzal összefüggő hőterhelés korlátozása az éppen szükséges mértékre;
- technológiai szempontból:
 - optimális felületi mikrotopográfia kialakítása,

– az adott feladatra előnyös felületkezelési eljárások alkalmazása;

– üzemeltetési szempontból:

- felesleges üresjáratok, rezgések, vibrációk csökkentése, kiküszöbölése,
- hűtés-kenés megfelelőségének és folyamatosságának biztosítása.

Ha a károsodásban egyértelműen a kopás dominál, a felületi rétegek keménységének és nyomófolyáshatárának (kis maradó alakváltozásokkal szembeni ellenállásának) növelésével jelentős élettartam-növekedés érhető el a kopásállóság, illetve a megeresztésállóság javulása révén. Ez viszonylag jól jellemezhető az egyszerűen kivitelezhető keménységmérésből származó adatokkal. Ha a kopási folyamat időbeni lefolyásának ismerete is fontossá válik, akkor a koptatóvizsgálatokból – melyek a valóságos helyzetet modellezik – származtatott térfogatvesztési mérőszám vagy

ennek reciproka a kopási szám (kopási szilárdság) lehet számszerűsített anyagjellemző. Ez utóbbi és a keménység lineáris függvénykapcsolatot mutat [5].

A műszaki kerámiák ridegsége (törekenysége) mérsékelhető, ha szintereléses előállításuk kiinduló anyagainak szemcseméretét a nanométeres tartományba csökkentik. Ilyen finom szemcsékből álló ún. nanofázisú kerámiáknál a melegszilárdság mellett a „megfelelő képlékenység”, illetve jobb megmunkálhatóság tapasztalható, mert az egyes szemcsék egymáson el tudnak „csúszni” anélkül, hogy repedés, illetve törés jönne létre [1].

A műszaki kerámia anyagok mechanikai tulajdonságai javíthatók valamilyen második fázisnak a bevitelével, leggyakrabban szál, tűkristály vagy részecske formában. A javítás hatása fokozható az adalékolt fázis méretének 100 nm-re vagy még kisebbre csökkentésével. Kerámiamátrixú kompozitokban a ridegségcsökkentés (szívósságnövelés) érdekében kevésbé rideg részecskékkel képeznek akadályokat egy esetleges repedésterjedés útjába (pl. Si_3N_4 -hez SiC -részecskéket adagolva). Ugyancsak javul az Al_2O_3 törési szívóssága és hajlítószilárdsága is finom eloszlású ZrO_2 -részecské hozzáadásával. A ZrO_2 repedésűcsúcsnál végbemenő tetragonális-monoklin átalakulása nyomófeszültséget idéz elő, ami hatékony védelem a repedés továbbterjedésével szemben [1].

Nincsen a szívósság mérésére általánosan elfogadott, egységes gyakorlat. Pl. a hajlítóvizsgálatok során a maximális feszültségértéket vagy az ütővizsgálatokhoz felemésztett energiát használják a szívósság jellemzésére, de ezeket azért nem fogadják el általánosan, mivel a tapasztalatok szerint nem mindig jelzik előre a szerszámok üzem közbeni viselkedését. Pontosabban: nem elég érzékenyek, és gyakran nem „képesek” megkülönböztetni a szerszámanyagok valóságos, gyakran igen eltérő eredményű teljesítőképességét ipari környezetben.

A keramikus anyagok különleges tulajdonságai – keménység, kopásállóság, nagy hőállóság – műszakilag jól hasznosíthatók. Ez, valamint az a körülmény, hogy mint helyettesítő anyagoknak a jelentősége egyre nő, megköveteli szívósságuk pontosabb jellemzését. A kerámia anyagok sajátossága, hogy nagy ridegségük miatt az instabil repedésterjedést előidéző kritikus hibanagyság még a mikroszerkezetüket jellemző paraméterek (szemcse nagyság, szövetszerkezeti inhomogenitások) nagyságrendjébe esik.

Az 5. ábra szerint az egyszerűen és gyorsan kivitelezhető Vickers-keménységmérés lenyomatából

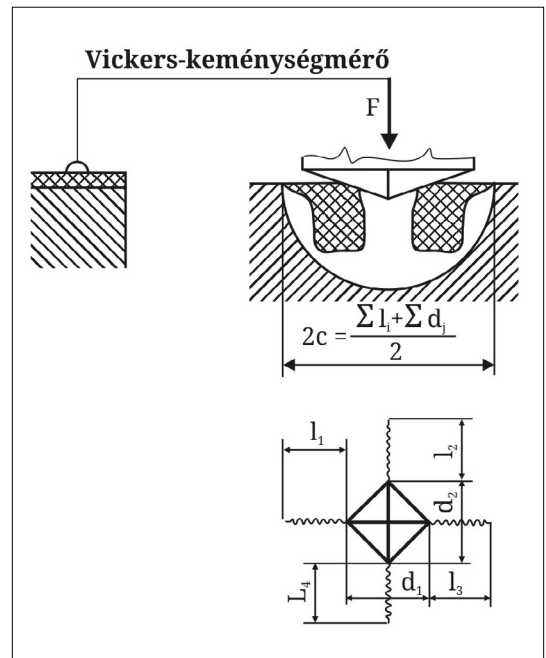
kiinduló repedések is jellemezhetik az alakváltozó képességet vagy annak hiányát (a ridegséget) [8].

Ez a repedésrajzolat csak bizonyos feltételek ($\text{HV}_{30} > 600$, $F > F_{\text{krit}}$, gyémántpasztás polírozású felület) megléte esetén értékelhető és a

$$K_{Ic} = k \cdot \frac{F}{c^{3/2}} \quad (1)$$

törési szívósság képletben számításához felhasználható. A k értéke anyagjellemzők és gyémántgüla-geometria által meghatározott állandó. A négyzetalapú helyett rombuszalapú gyémántgülavál dolgozó Knoop-féle keménységmérés is szóba jöhet ilyen jellegű vizsgálatra.

Az akusztikus emisszió pedig alkalmas lehet a szerszámtörés előrejelzésére, valamint magában hordozza a folyamatos felügyelet lehetőségét is. Az anyagokban hirtelen fellépő belső folyamatok (pl. egy repedés keletkezése vagy kismértékű növekedése, az anyag „mozgása” egy képlékeny zóna határán vagy állapotváltozásból eredő rácsátrendeződés) akusztikus emissziós jeleket váltanak ki, melyekre jellemző, hogy frekvenciájuk általában a hallható tartománytól a néhányszor 10 MHz tartományig terjed [9, 10]. Kivitelezési problémát jelenthet a szerszám gép rezgéseinek, vibrációjának nem megfelelő kiszűrése a jelekből.



5. ábra. Vickers-alapú törésmechanikai vizsgálat

4. Következtetések

A megfelelőnek ítélt szerszámanyaggal, konstrukcióval (élgeometriával) és gyártástechnológiával létrehozott szerszámminőség önmagában nem tudja szavatolni a tervezett él(et)tartamot. Tekintettel kell lenni az üzemeltetési körülményekre is, melynek során különféle elhasználódási, károsodási folyamatok indul(hat)nak meg, befolyásolva az anyagok szerkezetét, illetve tulajdonságait, továbbá a szerszám geometriai jellemzőit is.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] Bagyinszki Gy., Kovács M.: *Gépipari alapanyagok és félkész gyártmányok. Anyagismeret.* Nemzeti Tankönyvkiadó – Tankönyvmester Kiadó, Budapest, 2001.
- [2] Pálmai Z., Dévényi M., Szőnyi G.: *Szerszám-anyagok.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1991.
- [3] Artinger I.: *Szerszámacélok és hőkezelésük.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1978.
- [4] Békés J.: *A fémforgácsolás tervezése.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984.
- [5] Bagyinszki Gy., Bitay E.: *Felületkezelés.* Erdélyi Múzeum-Egyesület, Kolozsvár, 2009 (ISBN 978-973-8231-76-4)
- [6] Blumenauer H., Push G.: *Műszaki törésmechanika.* Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1987.
- [7] Mitsubishi Materials. *Tool Wear and Damage* http://www.mitsubishicarbide.com/en/technical_information/tec_other_data/tec_other_data_top/tec_other_data_technical/tec_wear_damage
- [8] Bagyinszki Gy., Artinger I.: *Felületkezelési rétegek törésmechanikai jellemezhetősége.* IV. Országos Törésmechanikai Szeminárium, Miskolc–Lillafüred, 1991. április 10–12., 97–108.
- [9] Popa A., Desein G., Baili M., Dutilh V.: *Investigation of Tool Failure Modes and Machining Disturbances Using Monitoring Signals.* Advanced Materials Research, Trans Tech Publications, 423. (2012) 128–142. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.423.128>
- [10] Čilliková M., Mičieta B., Neslušán M., Čep R., Mrkvica I., Petrů J., Zlámal T.: *Prediction of the Catastrophic Tool Failure in Hard Turning Through Acoustic Emission.* Materials and Technology, 49/3. (2015) 355–363. <https://doi.org/10.17222/mit.2014.029>