XI. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2006. március 24-25.

SZAKÉRTŐI RENDSZER SZERSZÁMANYAGOK BEVONATOLÁSI TECHNOLOGIÁJÁNAK KIVÁLASZTÁSÁHOZ

Hamerszki Zsolt, Réger Mihály, Bagyinszki Gyula

Abstract

The demonstration of different coating technologies. The physical vapour- (PVD) and the chemical vapour- (CVD) deposition detailed description.

An expert system was established in order to help the choice of the best surface coating technology. In the expert system there were some viewpoints stated, which eases up the choice of the appropriate technology.

Bevezetés

A felületkezelő eljárások és különböző technológiák bemutatása. A fizikai gázfázisú- (PVD) és a kémiai gázfázisú- (CVD) bevonatolás részletes ismertetése.

A megfelelő technológia kiválasztásának megkönnyítése érdekében egy szakértői rendszert szeretnénk létrehozni. A szakértői rendszerben különböző szempontokat állítottunk fel, amelyek alapján a megfelelő technológia kiválasztása leegyszerűsödik.

1. A bevonatolás tulajdonságai

A képlékenyalakító iparág manapság egyre gyorsabban fejlődik ezért nagy szüksége van újabb képlékenyalakító szerszámokra. A szerszámoknak olyan körülmények között is meg kell felelniük, amelyeket valamilyen felületkezelési eljárás nélkül nem tudnának teljesíteni. Felületkezelő eljárással a szerszám szilárdságát, szívósságát, a kifaradási határát és a kopásállóságát tudjuk emelni.

Többféle felületkeményítő eljárás létezik. Léteznek dekoratív és ipari célra használt eljárások. Ezek közül csak az ipari célú felhasználással foglalkoztunk. A felületkeményítő eljárások közül a PVD illetve a CVD kerül ismertetésre.

2. PVD

Fizikai gázfázisú bevonásnál a bevonó, szilárd vagy folyékony halmazállapotú anyagot valamilyen fizikai módszerrel elpárologtatják. Majd az így kapott anyagot vákuumban a szubsztráton (a bevonandó anyag) lecsapatják. A lecsapódó anyag vékony film-réteget képez a szubsztrát felületén.

A bevonatolás hőmérséklete a bevonó anyagtól függően 100 és 500 °C között lehet.

2.1. Ion bevonás

Ion bevonásnál titánium-nitrid réteget képezünk a szubsztráton. Vákuumban a bevonó anyagot elpárologtatják, majd az így kapott plazmában az atomok ionizálódnak és a szubsztrátba csapódnak. Az ionbevonásnál használt mágneses tér hatásával gyorsítják a leválás sebességét, ezzel a bevonat jobb tapadást ér el.

A módszer előnye, hogy a kapott titánium-nitrid bevonat keményebb és kémiaiilag stabilabb, mint a hagyományos bevonó módszerekkel elérhető bevonat.

2.2 Porlasztás

Magnetron porlasztás egy igen flexibilis felületkezelési technológia. Segítségével bármilyen formájú munkadarabot lehet felületkezelti.

Mágnesek a target (bevonó anyag) mögött és mellett mágneses erővonalakat hoznak létre, amik a szabad elektronokat a spirális pályára kényszerítik a növekvő plazmával, ez az argon gáz további ionizációjához vezet. A megnövekedett plazmakoncentráció a bevonó anyag előtt egyenetlen kopást eredményez a targeten, ezért ovális forma alakul ki.

2.3 Villamos ív általi elgőzölögtetés

Az eljárás során néhány mikron átmérőjű villamos ív fut végig a szilárd bevonó anyagon. A nagy teljesítmény és áramerősség miatt az elpárolgott anyag majdnem teljesen ionizált és magas energiaszintű plazmát képez. A fémionok a kamrába vezetett reaktáns gázzal kapcsolódnak, majd nagy energiával a substrátba csapódnak, nagyon vékony és rendkívül tapadó réteget hozva létre.

3. CVD

Kémiai gőzfázisú bevonásnál két vagy több gáz kémiai reakciója, megfelelő hőmérsékleten szilárd terméket és gázfázisú mellékterméket ad. A szilárd termék a bevonandó felületre csapódik ezzel réteget képezve. Kopásállóság növelésére nitridek, karbidok és oxidok alkalmasak

A CVD eljárást eleinte az elektronikában és az optikában használták, csak az utóbbi években készülnek kopásálló illetve felületszilárdító rétegek. CVD eljárással félvezetőket egyéb elektronikus elemeket, szerszámokat, csapágyakat és egyéb kopásnak kitett eszközöket valamint optikai, optoelektronikai és korrózióra érzékeny termékeket kezelnek.

A kezelési hőmérséklet 800 és $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ között történik, emiatt a kezelt munkadarab jelentős hőközlésnek van kitéve, ezért az utóbbi években új módszereket fejlesztettek ki, amelynél a munkadarab 350 és $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra melegszik fel csupán.

Kopás csökkentésére jelenleg titánkarbidnitridet, wolfram és krómkarbidot használnak.

3.1 APCVD

Atmoszferikus nyomáson történő CVD bevonatolást rendszerint alacsony hőmérsékletű szilícium oxid rétegek és egykristályos epitaxiális rétegek létrehozására alkalmazzák. Ennek a technológiának két fajtája van. A túlnyomásos gáztér és a gáz befecskendezés.

Túlnyomásos gáztér esetén a reaktáns gázok a gáztérben keverednek össze majd a védőgáz burkából áramlanak a szubsztrát felületére, ahol újra reakcióba lépnek egymással.

Gáz injektor esetében a reaktív gázok a bevonandó anyag felületén keverednek össze, ezt úgy érik el, hogy nitrogén védőburkot fecskendeznek be a fűvókákon keresztül, ami elválasztja a reaktáns gázokat amíg azok néhány milliméterre megközelítik a bevonandó anyag felületét.

APVC eljárás esetén a hőmérsékletet, a gázkeveréket és a gázáramlást precízen kell szabályozni.

3.2 PECVD

Plazmával erősített CVD rendszer a hőenergia és a plazma kombinációját használja ki, hogy felbontsa a reaktáns gázokat reaktív töredékeire. A plazmát rádióhullámmal állítják elő alacsony nyomáson, ez szabad elektronokat hoz létre, amik összeütköznek a gáz molekulákkal, lebontva azokat reaktív töredékeikre. Ezek a töredékek a bevonandó felületen szétterülnek, létrehozva a bevonatot.

PECVD technológiával szigetelő anyagokat visznek fel fém rétegekre.

Az eljárás 400 °C -on következik be.

A lerakódás arányát, a film összetételét és a minőséget több változó határozza meg mint pl: gázkeverék, annak áramlása, szubstrát hőfoka, nyomás, a rádiófrekvencia erőssége. Ezeket a változókat precízen kell vezérelni a kívánt hatás elérése érdekében.

3.3 Epitaxiális felületkezelés

Epitaxiális felületkezelés egy speciális esete a felületkezelési technológiáknak. Itt egy vékony egykristályú réteget növesztenek az egykristályú szubstrátra. Az atomok elég energiával érkeznek a bevonandó anyaghoz, hogy sorba tudjanak rendeződni a felületén. Ennek a technológiának a fő alkalmazása abban az esetben történik, amikor magas ellenállású réteget kell alacsony ellenállású rétegre helyezni. Ilyen például a tranzisztor kollektor ellenállás, ezzel is növelve az eszköz hatékonyságát nagy áram átfolyása esetén.

Epitaxiális filmnövesztés esetében a felületnek teljesen tisztának kell lennie, ellenkező esetben a lerakódó atom nem fog a helyére kerülni.

4. Szakértői rendszer

A szakértői rendszer segítséget nyújt a megfelelő felületkezelő eljárás kiválasztásában. Az adatbázis létrehozásánál különböző szempontokat állítottunk fel, amelyeket négy fő csoportba osztályoztunk. Az első csoportba tartoznak a szerszámacélok és az acélokhoz tartozó szerszámalkalmazások. A második csoportba tartoznak az acélokra felvihető bevonatok típusai. A harmadik csoportba tartoznak a felületjellemzők és a felületkezelések tulajdonságai. A negyedik csoportba pedig a különböző bevonatok jellemzőit soroltuk.

4.1 Szerszámacélok és az acélokhöz tartozó szerszámalkalmazások

Különböző hideg és melegalakító szerszámacélok kerültek be az adatbázisba. Az acélokat alkalmazásuk alapján csoportosítottuk. Két fő csoportot alakítottunk ki: lemezalakítás és

nyíróvágás	lyukasztás	kivágás	mélyhúzás	hajlítás	kovácsolás	sortázás	zömítés	fejezés	folyatás
lemezalakítás					térfogatalakítás				
SZERSZÁMALKALMAZÁSOK									

térfogatalakítás. A két csoportot tovább bontva, különböző alkalmazási területek kerültek az adatbázisba. Az acél kiválasztása után így egyértelművé válik, hogy milyen területen lehet a kiválasztott anyagot alkalmazni.

4.2 Acélokra felvihető bevonatok típusai

Különböző acélokra más és más típusú bevonat vihető fel. Esetenként több bevonat közül is választhatunk. A bevonatok kiválasztását az alkalmazási körülmények befolyásolják leginkább. A technológia megfelelő választásánál természetesen nagy szerepet játszik a kapott felület tulajdonsága.

4.3 Felületjellemzők és a felületkezelések tulajdonságai

FELÜLETJELLEMZŐK	technológiai	bevonatanyag
		ötvözőanyag
		mikroszerkezet
		kezelési hőm. °C
		alkalm. hőm. °C
	alkalmazási	vastagság µm
		HV keménység
		súrl. tényező
		belső fesz. GPa
		károsodásállós.

A kapott felület jellemzői az adatbázis talán legfontosabb része. Itt láthatjuk, hogy a felületkezelt anyag milyen tulajdonságokra tesz szert. Ilyen fontos tulajdonság például a kéregvastagság, a keménység. Az adatbázis ezen részéből az is kiderül, hogy mik a felületkezelés jellemzői. A legfontosabb jellemző a kezelési hőmérséklet. Itt figyelembe kell venni, hogy a kezelt anyag ne menjen át lényeges szövetelem változáson. Technológiától függően változik a kezelési hőmérséklet, ami 500-1000 °C között alakul.

4.4 Különböző bevonatok jellemzői

A bevonatok részletes jellemzését láthatjuk az adatbázis ezen részében.

A bevonat választását mind a négy csoport nagyban befolyásolja.

5. Felhasznált irodalom

[1] http://eserver.bell.ac.uk/semicd/semi_p/topics/depos/PVD_sub/pvd_bp1.htm

[2] <http://balzers.com/bhq/eng/01-products-services/03-coating-technology/06-ionplating/indexW3DnavidW261.php>

[3] Bagyinszky Gyula, Bitay Enikő: Lézeres anyagtechnológiák energiasűrűségi jellemzői, X. FMTÜ, 2005, Cluj-Napoca, Romania, EME, ISBN: 973-8231-44-2, 75-80 oldal;

Hamerszki Zsolt, főiskolai hallgató;
Dr. Bagyinszky Gyula főiskolai docens;
Dr. Réger Mihály főiskolai tanár
 Budapesti Műszaki Főiskola, Budapest,
reger.mihaly@bgk.bmf.hu