



Aschenbrenner József

Nemfémes anyagok alkalmazása a gépiparban

**NSZFI**
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:

Általános anyagvizsgálatok és geometriai mérések

A követelménymodul száma: 0225-06 A tartalomlelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-007-30

NEMFÉMES ANYAGOK ALKALMAZÁSA A GÉPIPARBAN

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Minden iparág, de főleg a gépipar fejlődése mind kisebb tömegű és különleges tulajdonságú szerkezeti anyagokat igényel. Napjainkban már nem kizárólag fémeket és hagyományos anyagokat használunk, mind több új, nem fém anyag alkalmazására is sor kerül. A nemfémes anyagok közül a legelterjedtebbek a műanyagok, de használatos még a fa, a gumi, kerámia, kompozit, bőr, textil stb. A szakmai információtartalomban ezekről a nemfémes anyagokról kaphat új információkat. A szakmai anyag áttanulmányozását követően a nemfémes anyagok alkalmazásának jelentőségére kap választ.

Mi a célja a nemfémes anyagok alkalmazásának?

Hogyan állítják elő a nemfémes anyagokat?

Milyen tulajdonságai vannak a gépiparban használt nemfémes anyagoknak?

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

NEMFÉMES ANYAGOK ALKALMAZÁSA A GÉPIPARBAN

MESTERSÉGES POLIMEREK, MŰANYAGOK

Műanyagok általános jellemzői

A műanyagok olyan szerves polimerek, amelyek kis móltömegű anyagokból, mesterséges úton készülnek.

A műanyagok alkalmazásának előnyei :

- a műanyagok sűrűsége általában kicsi ($1200\text{--}1400\text{ kg/m}^3$), ami önsúlycsökkenést jelenthet
- mechanikai tulajdonságaik tág határok között változnak

- vannak kemény rideg műanyagok (pl. kemény PVC) és
- vannak nagy nyúlóképességűek (pl. lágy PVC)
- jó elektromos szigetelők: elektromos vezetékek szigetelésére használták .

A műanyagok hátrányai :

- tűzzel szemben viselkedésük kedvezőtlenebb a fánál (a hőre lágyuló anyagok csepegése, füst és korom képződése nehezíti a tájékozódást)
- öregedésük viszonylag gyors (időjárásnak, UV sugárzásnak kitett helyen élettartamuk rövid)
- hajlító-merevségük kicsi ezért nagy alakváltozásokat elviselnek (szokványos műanyagok rugalmassági modulusa az acélbetéteknek kb. 70 %-a)
- nyomás érzékenyek (kis felületen való erőátadódást kerülni kell)
- környezetvédelmi szempontból hátrányos, hogy a műanyagok lassan bomlanak le.

A polimerek óriásmolekulákból felépülő szerves eredetű anyagok. Lehetnek:

- természetes és
- mesterséges polimerek, azaz műanyagok

A természetes eredetű polimerek olyan kémiai vegyületekből állnak, melyeket organizmusok állítanak elő. Legfontosabbak:

- a fa és a faszervezeti anyagok,
- a bőr
- a rostok.

A műanyagok mesterséges úton előállított szerves vegyületek.

Az óriásmolekulákat (polimereket) kismolekulákból az un. monomerekből állítják elő:

- polimerizációval,
- polikondenzációval vagy
- poliaddícióval,

Mesterséges polimerek, műanyagok előállítása

A polimer fogalma: A nagy molekulatömegű, ismétlődő egységekből álló anyagot makromolekulának, polimernek nevezzük.

Polimer = poly (sok) meros (rész) Makromolekulák összessége – természetes és mesterséges eredetűek. A polimer ismétlődő építőeleme a monomeregység

A monomerek összekapcsolásától, az óriás molekulák előállítási technológiájától függően a polimerek előállítási folyamatai:

Polimerizáció: olyan folyamat, amelyben a telítetlen alapvegyület molekulák melléktermék keletkezése nélkül kapcsolódnak egymáshoz. Önfenntartó, igen gyors reakció, amely erősen éghető (szénhidrogén) monomerekből, sok ezer lánctagú valóságos molekulaláncot, polimert hoz létre exoterm reakcióban, erőteljes hőfelszabadulás mellett. (PE=polietilén, PP=polipropilén, PVC=polivinilklorid, PS=polisztirol, PTFE=teflon=politetrafluor etilén)

Polikondenzáció: olyan folyamat, amelyben két vagy több vegyület molekulái melléktermék (többnyire víz) keletkezése közben óriásmolekulákká kapcsolódnak. Bakelit (fenolgyanta) (PA=poliamid, PET=poli(etilén-tereftalát), PC=polikarbonát, PI=poliimid)

Poliaddíció: a polikondenzációhoz hasonló folyamat, de a reakció nem jár melléktermék keletkezésével. (PUR=poliuretán, epoxigyanták, szilikonok)

A MŰANYAGOK SZERKEZETE ÉS TERMIKUS VISELKEDÉSE

Hővel szembeni viselkedésük szerint megkülönböztetünk:

- hőre lágyuló (termoplasztikus) műanyagokat, amelyeknél a lehűlés folyamata anélkül megy végbe, hogy az anyagtulajdonságok változnának (pl. PVC, PS, PE)
- hőre keményedő (duroplasztikus) műanyagok, amelyek térhálósodás után csak hidegen alakíthatóak, és tűzben elszenesednek (pl. bakelit, epoxigyanta, PE-gyanta)

Hőre lágyuló, termoplasztok

Ha csak egy irányban a szál irányában van elsődleges, vegyérték kapcsolat a szálak egymáshoz laza molekulák közötti erővel (Van der Waals) kapcsolódnak. Ezek a másodlagos kötések a hőmérséklet hatására felszakadnak, a műanyag meglágyul.

Lehetnek:

- amorf
- részben kristályos szerkezetűek

Elasztomerek

A térben ritkán hálósodott polimereket rugalmas műanyagoknak, elasztomereknek nevezik. A főlánc néhány száz atomjára egy keresztkötés jut, így lehetővé válik az egész polimerháló mozgása. Ennek eredményeként a műanyag rugalmas. Pl. PUR, szilikon, sztirolbutadien gumi

Duroplasztok

Ha az óriásmolekulák minden irányban valódi vegyérték kötéssel kapcsolódnak egymáshoz, a térben három dimenziós háló alakul ki. Ezt térhálós szerkezetnek nevezzük. Az ilyen anyagok hővel szembeni viselkedése irreverzibilis.

Polimerek tulajdonságai:

A legtöbb mesterséges polimert kőolajból, földgázból állítják elő. A polimerek óriásmolekuláit a polimerizáció fokkal, az átlagos mól tömeggel jellemzik. A polimerizáció fok növekedésével a mechanikai tulajdonságok hirtelen növekednek, majd adott értéknél nem nőnek tovább. A viszkozitás viszont kezdeti lassú növekedés után hirtelen és folyamatosan tovább nő. A középső tartományba eső polimerizáció fokkal rendelkező polimerek műszaki alkalmazása a gazdaságos.

Termikus tulajdonságok

A hőmérséklet emelkedésével megváltozik a szilárdsága és megnő a nyújthatósága a polimereknek.

Mechanikai tulajdonságok

A polimerek mechanikai tulajdonságai nagymértékben függenek az óriásmolekulákat felépítő monomerektől, a belőlük felépített láncok méretétől és alakjától, az adalékoktól. A mechanikai tulajdonságokat befolyásolja a termék kialakításától (szál, fólia erősebb, mint a tömb). Így szinte tetszőleges tulajdonságokkal rendelkező polimerek állíthatók elő

Kémiai tulajdonságok

A polimerekre általában a jó vegyszerállóság a jellemző, savaknak, lúgoknak ellenállnak, nem lép reakcióba a környezettel. Így élelmiszerek csomagolóanyagaként is jól használhatóak, viszont a szemétkébe kerülve nem bomlanak le, nem biodegradábilis anyagok. Amennyiben a kötésekben nitrogén vagy oxigén is részt vesz, a természet számára lebonthatóvá válhatnak ezek a polimer anyagok. Vannak oldószerben felduzzadó és a PVA (polivinilalkohol) vízben oldódó polimerek. Bár a korróziós károsodás mértéke csekély, de mechanikai feszültséggel együtt ez a károsodási folyamat felerősödik, feszültséggokorrózióknak nevezik. Károsodási folyamat az öregedés, elszíntelenedés, lassú oxidálódás jellemzi a folyamatot.

Optikai tulajdonságok

Az amorf szerkezetű anyagok átlátszóak, a kristályos szerkezetűek átlátszatlanok. A PMMA plexiüveggként ismert, PC nagyon jó optikai tulajdonságokkal rendelkezik. UV fény hatására károsodnak, elszíneződnek, bomlanak.

Villamos tulajdonságok

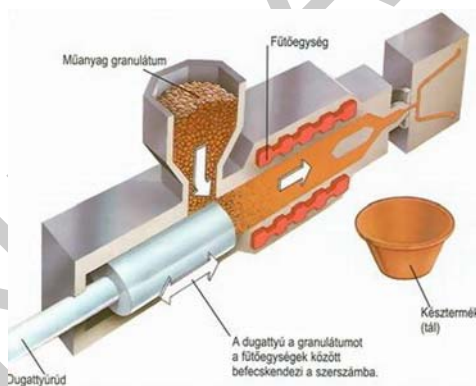
Általában jó villamos szigetelők, kis veszteség és kis dielektromos állandó jellemzi a polimereket. A villamos iparban a polietilént és a polipropilént használják szigetelőként. A PVC-t kábelek szigetelő burkolataként alkalmazzák. A polisztirolt fólia kondenzátorokba építik. A teflon és a szilikon rendkívül jó szigetelési tulajdonságokkal rendelkeznek, ezért különleges célokra használhatók. Üvegszállal, üvegszövettel erősített epoxigyanták, poliészterek a nyomtatott huzalozású lapok tartó és szigetelőanyagaként ismertek.

Meg kell említeni a vezető polimereket, amelyeket az utóbbi években egyre több helyen alkalmaznak.

A hőre lágyuló műanyagok jellemző feldolgozási eljárásai :

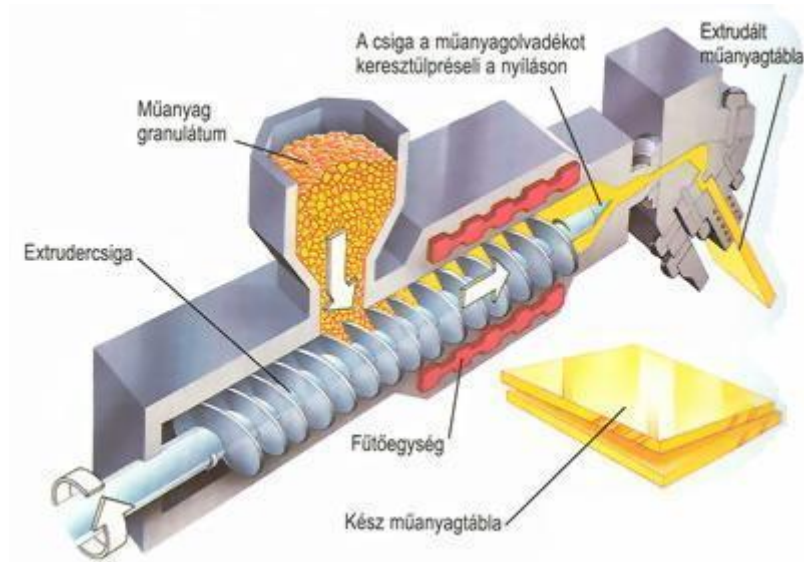
Fröccsöntés

A hőre lágyuló műanyagok feldolgozásának egyik legelterjedtebb módja. A megömlesztett műanyagot megfelelő nyomással a hűtött szerszámba lövellik. Az alapanyag az adagoló tölcserén keresztül jut a plasztifikáló tölcserbe. A tölcser másik vége fűtött, itt egy befröccsentése való mennyiség gyűlik össze. Az anyag ezalatt különböző hőmérsékleti és nyomás szakaszokon halad át. Az erőteljes keverés, gyúrás hatására teljesen képlékeny ömledékké válik. A dugattyú a fúvókán át a zárt szerszámban fröccsönti a megömlesztett műanyagot.



1. ábra. Fröccsöntés elve

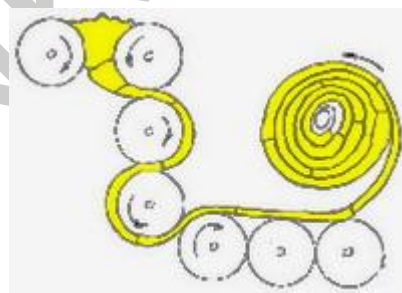
Extrudálás Az extrudálást folyamatos fröccsöntésnek, alaksajtolásnak is nevezik. Az ömledék állapotba hozott és a megfelelő hőmérsékletre felmelegített anyagot állandó forgó mozgást végző csiga, állandó csökkenő keresztmetszeten keresztül továbbítja az adott alakú és meghatározott keresztmetszetű szerszámhoz, melyen átsajtolja és egy vég nélküli terméké alakítja. A feldolgozó gép a por vagy granulátum formájú anyag egyenletes szállítását, gáztalanítását, megömlesztését, homogenizálását, megfelelő nyomásra hozását és mindemellett a szerszámmal az alakadást is végzi.



2. ábra. Extrudálás folyamata

Kalanderezés

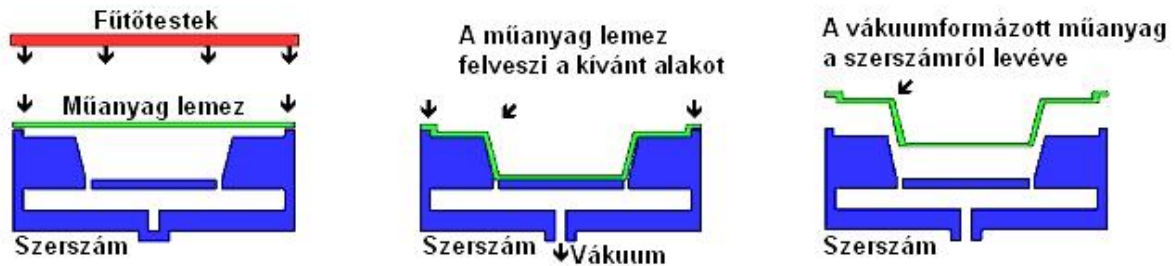
Lemezok, fóliák gyártása forgó henger pár között. A kalanderezés technológia műveletével a képlékenyséig melegített, viszkózus anyagot több, egymást követő forgó henger pár fokozatosan egyenletes vastagságú réteggé, fóliává alakítja. A hengerek hűthetők és fűthetők és általában 60 cm átmérőjűek és 120–180 cm hosszúak, a távolságuk változtatható. Az egymást követő hengerek hőmérséklete és kerületi sebessége nagyobb, ez lehetővé teszi a hengerek közötti fólia haladását. A fólia szélét le kell vágni.



3. ábra. Kalanderezés

Vákuumformázás

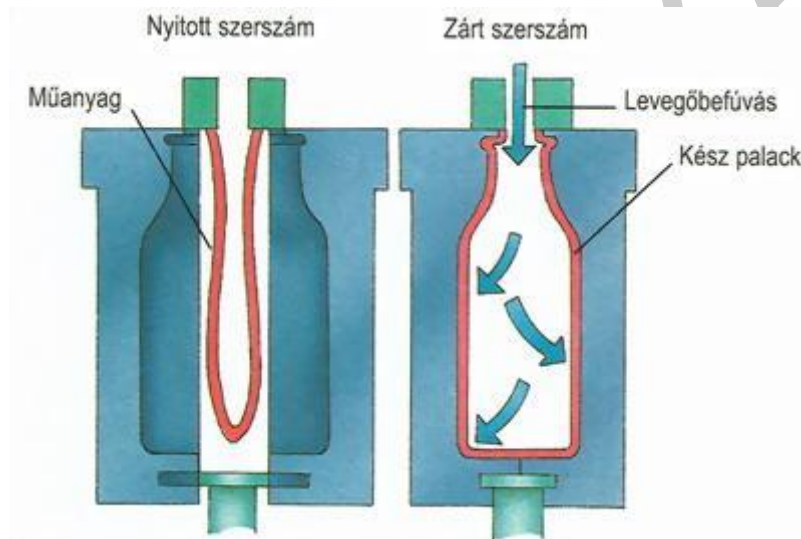
Vákuumformázással fólia és lemez alakítható. Elterjedtebb a negatív és szívó eljárás – ennek elve látható az ábrán. A hőre lágyuló műanyag fóliát vagy lemezt formára alakítják a vákuumfóliázással. Először az anyagot sugárzó hővel optimális hőmérsékletre melegítik, majd egy szerszámban húzva lehűtik. Negatív eljárás (Az anyagalakítás közben erősen a szerszámüregbe simul.) Pozitív eljárás (A felmelegített fóliába a szerszámot belenyomják.)



4. ábra. Vákuumformázás

Fúvásos alakítás

Palackok és egyéb üreges testek előállítására.



5. ábra. Fúvásos alakítás

A LEGELTERJEDTEBB POLIMER FAJTÁK

Poliolefinek – Polietilén (PE)

Mivel könnyen megmunkálható, olcsó, tulajdonságai könnyen beállíthatók, a legelterjedtebb műanyag. Alkalmazása gazdaságos, változatos kivitelben készül. Tisztán etilén polimerizációjával előállított lineáris vagy elágazó, de nem poláros láncmolekulákból épül fel. Részben kristályos műanyag. Attól függően, hogy hány százaléka kristályos, beszélhetünk kis sűrűségű ($0,918\text{--}0,94\text{ kg/dm}^3$; 55 %; LDPE) és nagy sűrűségű ($0,94\text{--}0,97\text{ kg/dm}^3$; 60–70%; HDPE) polietilénről.

Mivel a műanyagok között a legalacsonyabb lágyulási és üvegesedési hőmérséklettel rendelkezik, jól megmunkálható, alakítható.

Alkalmazható technológiák:

- vákuumformázható vagy fújható: 110–130 °C között,
- fröccsönthető, extrudálható: 150–200 °C között.

A jellemző hőmérsékletek a szerkezet függvényei. A szerkezet viszont az előállítási technológiától függ. Így a felhasználási igényekhez igazodó tulajdonságok és a megmunkálásokhoz szükséges jellemzők széles határok között beállíthatók.

-100 °C – +90 °C között használhatók. Szilárdsága a molekulatömeg, a kristályos hányad és a sűrűség növekedésével nő. A feszültségkorrózióval szembeni ellenállása a szilárdsággal nő. Képlékeny, bár alakváltozás közben kristályosodik, a keménysége nő. Nyújtáskor a láncok rendeződnek és kiegyenesednek, de egy idő után a láncon belüli kovalens kötések hatása érvényesül. Az átlátszatlan műanyag felülete könnyen karcosodik. 60°C-ig oldószereknek ellenáll. Villamosan jó szigetelő, vízfelvétele nem hajlamos, permittivitása, veszteségi tényezője kicsi, szigetelőként alkalmazzák.

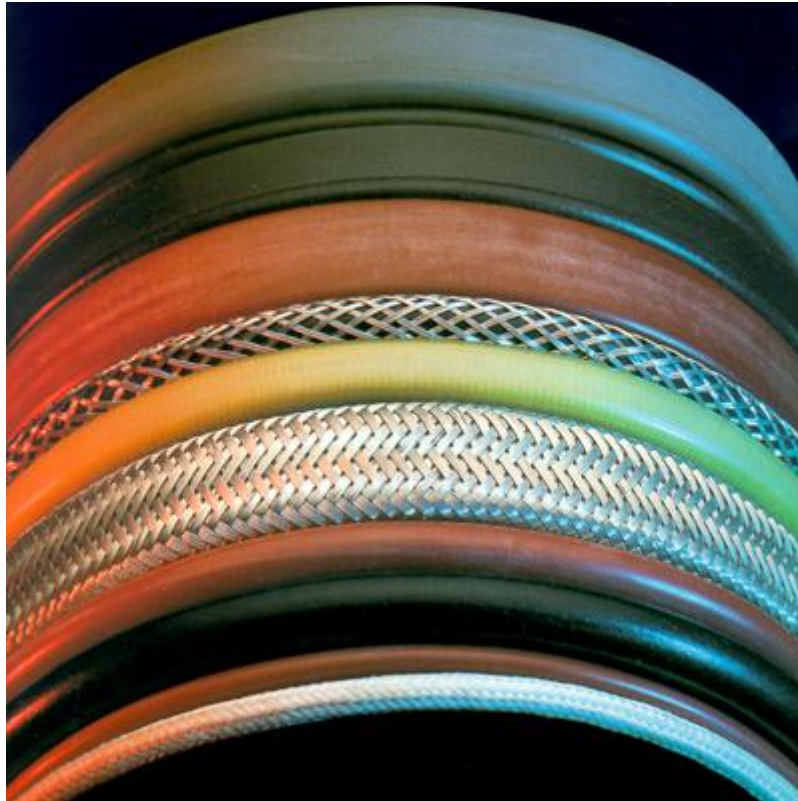
Alkalmazása: Csomagolástechnikában fólia, fröccsöntött és fúvott technológiával készült flakonok, dobozok, edények, szerelvények készítésre alkalmas. Extrudálható, vákuum formázható, tehát csövek, profilos szerelvények állíthatók elő belőle. Előnyös villamos szigetelési tulajdonságait az elektronikai ipar hasznosítja.



6. ábra. Polietilénből készült termékek



7. ábra. Polietilénből készült eszközök 2



8. ábra. Műanyagtömlők



9. ábra. Polifoam termékek



10. ábra. Műanyag termékek



11. ábra. Műanyag szálanyagok

Poliolefinek – Polipropilén (PP) Az óriásmolekulák propilén polimerizációjával, ill. etilénnel kopolimerizálva állíthatók elő. A polietilénhez legközelebb álló poliolefin. Három különböző térbeli szerkezettel állítható elő. A kristályos és amorf hányad beállításával a tulajdonságok nagymértékben befolyásolhatók. Ez az arány a lehülés sebességével és az alakítótság mértékével is változtatható. Éppen úgy, ahogy a polietilénnél, itt is a tulajdonságok megkívánt irányú és mértékű megváltoztatása a kristályos–amorf hányad beállításával könnyen elérhető. A polipropilén jellegzetes hőmérséklet értékei magasabbak, mint a polietilénné, így a technológiákhoz szükséges hőmérsékletek is magasabbak.

Tulajdonságai: Alkalmazhatósági hőmérséklet-intervalluma 0–150 °C. Szilárdsági tulajdonságai kedvezőbbek, mint a polietilénné. Képlékenysége szobahőmérsékleten és fölötté szívós, de rideggé válik 0 °C alatt. Áttetsző, színezhető. Kémiai tulajdonságai szinte teljesen azonos a polietilénnel, feszültségkorrózióra viszont kevésbé hajlamos, de UV sugárzásra érzékeny.

Alkalmazása:

A 100 °C feletti tartományban is használható, konyhai, laboratóriumi eszközöket készítenek polipropilénből. Mivel magasabb hőmérsékletet is elvisel, orvostechnikai alkalmazása esetén, forró, túlnyomásos gőzzel sterilizálható. Fecskendők, számos műszaki és orvostechnikai szűrő és kábelek készülnek polipropilénből. Sodrás nélküli, egykomponensű szálból készült sebvarró fonalat, és tűt is gyártanak belőle. A fonalat és a tűt együtt steril csomagolásban hozzák forgalomba. Szálerősítéses kompozitként gépkocsik szellőző és fűtővezetékeinek anyagaként is ismert.

Polisztirol (PS) és kopolimerjei, SAN, ABS, SB

Sztirolból polimerizálással állítható elő. Amorf szerkezetű.

A legrégebben alkalmazott fröccsöntő anyag, mert kis olvadási hőmérséklete és kedvező viszkozitása van. Molekulái folyásirányba rendeződnek, kicsi a keresztirányú szilárdsága, szálkásan törik, ilyen irányban feszültségkorrózióra érzékeny.

Tulajdonságai:

Üvegesedési hőmérséklet alatti hőmérsékleteken formatartó, rideg. Szilárdsága, képlékenysége nem túl jó. Mivel amorf szerkezetű, kristálytiszta átlátszó, jól színezhető. A legtöbb szerves oldószerben, benzinben oldódik. Viszont ellenáll víznek, lúgnak, alkoholnak, zsírnak és olajoknak. Feszültségkorrózióra hajlamos, de az UV sugárzásnak ellenáll. Nagyon jó villamos szigetelő, fóliakondenzátorok alapanyaga. Kiváló optikai tulajdonságai vannak, de ridegsége miatt, inkább kopolimerjeit használják.

ABS=akrilnitril butadién sztirol: A SAN és a butadién kaucsuk keveréke. Nem átlátszó, de kaucsuk tartalma miatt tartósan terhelhető aránylag nagy hőfoktartományban. Könnyen újra feldolgozható. Az autóipar műszerfal, belső burkolat készítésére, az elektronikai ipar készülék házak és számítógép házak készítésére használja.

Polivinilklorid (PVC)

A vinilklorid polimerizációjával állítják elő a lineáris, poláros láncmolekulákat. Amorf szerkezetű. Nagy molekulaközi kötőerőkkel rendelkezik, a klór nagy elektronegativitása miatt fellépő poláros jelleg következtében. Lágyítókkal a poláros kötések közömbösíthetők.

Tulajdonságai: lágyítók, stabilizátorok, töltőanyagok hozzáadásával nagymértékben változtathatók. Gyengén terhelt szerkezetekben használható az üvegesedési hőmérséklet alatt. A kemény PVC szilárdsága a polisztirolénál nagyobb, lágyítókkal jelentősen csökken. Áttetsző, de átlátszatlan kivitelen minden színre színezhető. Viszonylag rossz a fény és hőállósága. Vegyszerállósága kitűnő, de egyes szerves oldószerek duzzasztják és kismértékben oldják. Jó villamos szigetelő, nagyfrekvenciás tulajdonságai nem megfelelőek. A PVC-nek dielektromos spektruma alapján két relaxációs tartománya van.

Alkalmazásai:

Mivel lágyítókkal a gumielasztikus viselkedéstől a viszonylagos keménységig bármilyen tulajdonság beállítható, valamint az ismertetett tulajdonságoknak köszönhetően, egyike a legelterjedtebb műanyagoknak. Legnagyobb hátránya, hogy az újrahasznosítása nehéz, csak speciális égetőműben lehet elégetni, terheli a környezetet. Klórtartalma miatt környezetszennyező, elégetésekor rákkeltő dioxinok keletkeznek.

Kemény PVC: vízcsövek, csatornák, nyílászáró keretek; Kábelvezető csövek, elosztó- és biztosíték dobozok, kapcsoló alkatrészek; edények, tartályok; bútorok és bútorok alkatrészei, játékok gyártásánál alkalmazzák. Orvosi egyszer használatos eszközök készülnek belőle.

Lágy PVC: villamos szigetelések, vezetékek bevonata; fóliák, műbőrök, tapéta, padló, ruházat, tömítés; használati eszközök készülhetnek belőle.

Polikarbonát (PC)

Az előállítása difenilol propán és foszgén polikondenzációjával sósav felszabadulással lehetséges. Lineáris láncmolekulából épül fel. Mivel gyűrűs tagokat tartalmaz, amorf szerkezetű, kristályosodásra nem nagyon hajlamos. Fröccsöntéssel, extrudálással dolgozható fel, 240–300 °C közötti hőmérsékleten. Az amorf anyagok szilárdságával összehasonlítva nagy szilárdságú anyag. Szilárdsága erősítőanyag hozzáadásával tovább fokozható. Rendkívül ütészálló, golyóálló üvegek gyártására használható. Szívós – 40–130 °C közötti hőmérséklet intervallumban, teherhordó elemként használható. Nagy vastagságban is víztiszta, színezhető, de karcolásra érzékeny. Vegyszereknek kevésbé áll ellen, UV sugárzás károsítja, ezért stabilizátorokat kell alkalmazni. Villamosan jó szigetelő. Tulajdonságai együttesen olyanok, melyeket más műanyagokkal nem lehet megvalósítani, ezért igen drága.

Alkalmazása: nagyon sokrétű. Fröccsöntött szigetelők, műszerdobozok, világítótestek búrái, biztonságtechnikában átlátszó védőburkolatok, maszkok, sisakok; élelmiszer konténerek, csarnok, kupolák, szemüveglencsék, lámpatestek gyártására alkalmas. Az említett tulajdonságok miatt olyan tartós és különleges alkalmazások lehetségesek, mint elektronikus szenzorok, háztartási és irodai eszközök, optikai adattároló eszközök (CD) gépkocsi alkatrészek, élelmiszer és üdítőital tároló edények gyógyászati eszközök szórakoztatóelektronikai alkatrészek, biztonságtechnikai eszközök, átlátszó tetők (sokkal könnyebb az üvegnél, szemüveglencsék és egyéb optikai eszközök).



12. ábra. Polikarbonát termék

Politetrafluoretilén (PTFE, pl.: teflon)

Tetrafluoretilénből polimerizációval állítják elő. Lineáris láncmolekulákból áll, nem poláros, kristályosodásra hajlamos. Kristályos hányada akár 95 % is lehet. Molekula tömege nagyon magas. Rendkívül nagy a hőállósága, ez a tulajdonsága feldolgozását nehezessé teszi. A feldolgozási hőmérsékleten agresszív, így a feldolgozás eszközeit speciális korrózióálló anyagból készítik, esetleg keménykróm bevonattal látják el. Komplikált feldolgozása miatt a legdrágább műanyagok közé tartozik. A monomerrel ellentétben rendkívül stabil. Mikrokristályos anyag, csak 327 °C felett lesz átlátszó és lágy. Ez alatt a hőfok alatt nem oldódik, és nem duzzad semmiféle oldószerben, és korrózióálló, erős savakkal szemben is jól ellenáll. **A legellenállóbb műanyag, nem oxidálódik, nem ég.** Csak olvasztott alkáli fémek támadják meg. Megmunkálása szintereléssel, forgácsolással megmunkálható. Rendkívül ellenálló, kiváló villamos tulajdonságokkal rendelkezik. Csak 400 °C felett bomlik. Stabilitása kiváló. A felületi feszültsége kicsi, ezért a teflonnal bevont edények faláról az olajjal, zsírral sült ételek leválaszthatók. Villamos szempontból kiváló dielektrikum, még nagy frekvenciás elektromos térben is igen kicsi a veszteségi tényezője. Amorf állapotban kaucsukszerű. Az ömledék gyors lehűlésekor lesz ilyen, de ez az állapot nem stabil, már szoba hőmérsékleten is, de melegítés hatására gyorsan megkeményedik, mert kristályosodik. Szilárdsága, képlékenysége mérsékelt. Szívóssága az üvegesedési hőmérséklet alatti tartományban rideg. A kaucsukszerű amorf rész és a magas olvadáspontú kristályos rész együttes jelenléte miatt a teflon keménysége nem nagy, ridegedési pontja nagyon alacsony, a polimer hajlékony, és nyújtáskor bizonyos fokig elasztikus. Tartós nyíró erő vagy kompresszió hatására folyik, és maradó alakváltozást szenved, vagyis a kúszása nagy.

Alkalmazása: Bevonatok: konyhai edények, borotvapengék. Kitűnő siklócsapágy-anyagok, magas hőmérsékleten, szilárd kenőanyagok, tapadásgátló bevonatok, tömítések, szelepek, műszeralkatrészek készítésére használják. Fóliák, bevonatok készítése a magas ár miatt gazdaságos. Szilárdsága kicsi, így erősítőanyagokkal (üveg, szén szálerősítéssel) kompozit anyagot képeznek. Egyik legkorábbi alkalmazása Manhattan Project (atombomba kifejlesztése) keretében történt, ahol szelepbevonatként és csövek tömítésére használták. Ekkor, mint "K416" volt ismeretes.



13. ábra. Teflon bevonatú edények

GUMI

Régóta használt, rugalmas, nyúlékony anyag. Természetes polimer. A trópusokon ősidőktől fogva a kaucsukfák nedvét használták rugalmas tárgyak készítésére és textilanyagok vízhatlanítására. E fák közé tartoznak a Ceará gumi (Manihot glaziovii), a panama gumi (Castilla elastica) az indiagumi (Ficus elastica) de legfontosabb forrás a Pará gumi (Hevea braziliensis), a Brazíliában honos örökzöld fa. Kezdetben a paragumit csak Brazília vadon élő fáiról gyűjtötték be, de kb. 1900 óta más trópusi országokban ültetvényeket hoztak létre, elsősorban Malajziában, amely a világ legnagyobb kaucsuktermelő országa lett. A kaucsukfa törzsén sebet ejtenek, majd a kicsorduló nedvet edényekben felfogják. A nedvedzés elapadása (1–2 nap) után újabb vágásokat ejtenek a fák törzsén, ezáltal a váladék termelésére készítetik a 7–30 éves korú kaucsukfát.

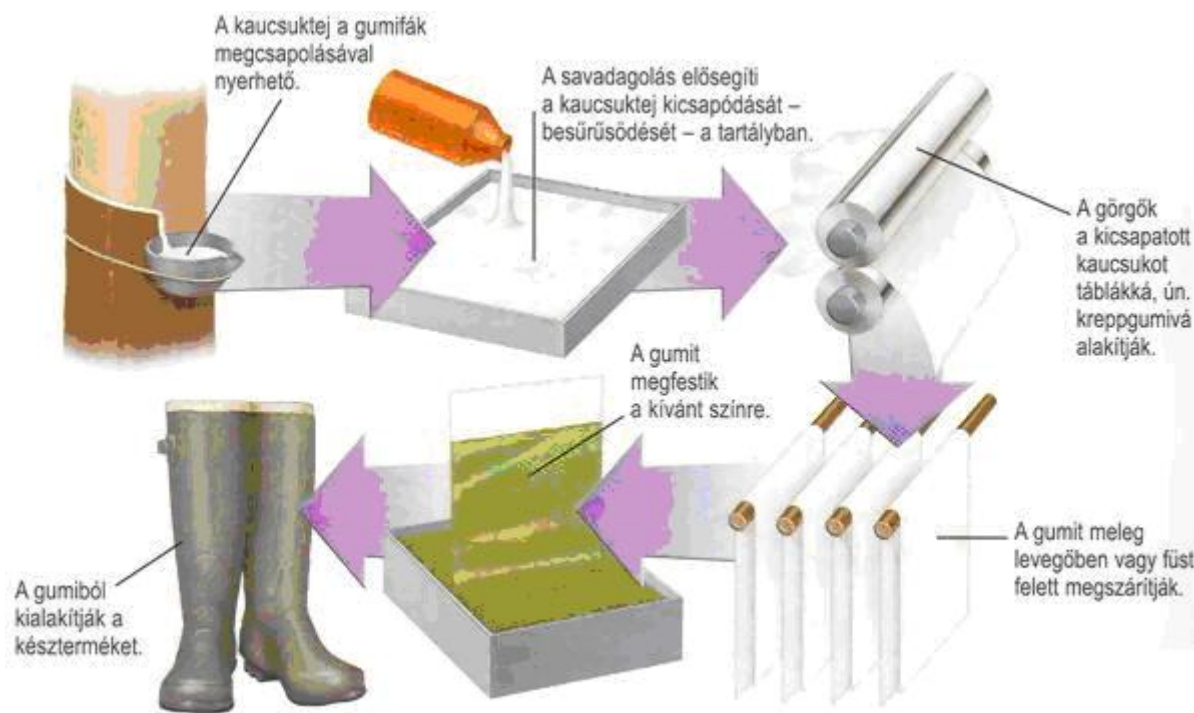
Előállítás

A kaucsukfa nedvében található anyagból készül a természetes gumi. Kénnel egyesítve a növényi nedvből kicsapatott kaucsukban lévő rövidebb szénhidrogén-molekulák oldalirányban is hosszabb láncokká kapcsolódnak össze. A gumi tulajdonságainak megváltoztatása kémiai kezeléssel. Eredetileg és (bizonyos szintetikus gumik kivételével) még ma is főleg felhasználásával. Más kémiai anyagok meggyorsíthatják a vulkanizálás folyamatát, vagy használhatók töltőanyagként. A módszer amelyet Charles Goodyear talált fel 1839-ben, megnöveli a húzószilárdságot, a rugalmasságot és a kopásállóságot. A szintetikus gumikat izoprén polimerizációjával vagy butadién szubsztitúciójával állítják elő. Legelterjedtebb a sztírol-butadién gumi, amely 25% sztírolt és 75% butadiént tartalmaz.

Fizikai és kémiai tulajdonságok

A gumi "alappolimere" a természetes (termoplasztikus) kaucsuk. A kaucsuk benzolban oldódik. Láncait kénnel történő főzés közben különböző mértékben térhálósítják (gumi, ebonit). A részlegesen térhálósított kaucsuk elasztikus anyag, mely sajátos rugalmasságával a termoreaktív anyagok speciális csoportját képezi. A vulkanizálással nyert, kapcsolt molekulájú szénláncú gumi vízben oldhatatlan, rugalmas anyag. A vulkanizálási eljárást Charles Goodyear találta fel 1839-ben. 1914-ben felismerik a gázkorom, erősítő hatását. A korom megfelelő adagolása javítja a gumi műszaki tulajdonságait, elsősorban kopásállóságát és szakító, illetve továbbszakító szilárdságát. A korom, mint színezék is fontos szerepet tölt be.

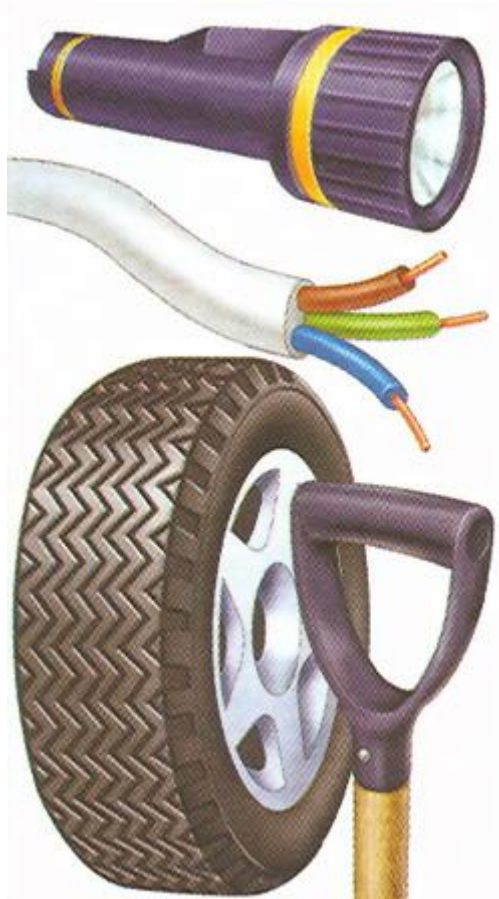
Természetes gumiból készült termékek gyártási technológiája



14. ábra. Gumigyártási technológia

Felhasználás

Kaucsukkal kezelt szövet alkalmazásával 1823-ban szabadalmaztatták a vízhatlan esőkabátot. 1888-ban Dunlop szabadalmat kapott egy olyan kezdetleges abroncsra, amelyet fia kerékpárjára gumitömlőből barkácsolt. Az abroncsgyártás az 1930-as évektől a gumiipar legjelentősebb ágazata. A gumit a gépkocsi abroncs mellett számos egyéb területen alkalmazzák igen nagy mennyiségben. Készülnek belőle: tömlők, légrugók, használati eszközök, szigetelések, stb.



15. ábra. Gumiból készült termékek

KERÁMIÁK

A **kerámia** a görög kίεγετετ szóból ered. A kerámiákat az különbözteti meg a fémektől, hogy hiányzik a villamos vezetést és a képlékeny alakíthatóságot lehetővé tevő elektronfelhő. Nagy a villamos ellenállásuk, e tulajdonságuk azonban – a fémekkel ellentétben – a hőmérséklet emelkedésével csökken. A kerámiák nagyon ridegek, de jól ellenállnak a korróziónak, jól bírják a kopást és a magas hőmérsékletet. Kristályos anyagszerkezetük van, ami az atomok szabályos térbeli elrendeződését jelenti. A kovalens és ionos jelleg, valamint a kis atomtávolság következtében a kerámiákban nagyon erős az atomok közötti kötés.

A kerámiákat két nagy csoportba sorolhatjuk:

- egyatomos kerámiák;
- vegyület kerámiák.

Az egyatomos kerámiák: színállapotban alkalmazható anyagok, mint például a grafit és a gyémánt, vagy az egykristály alakban előállított szilícium és germánium. A kerámiák óriási többsége valamely vegyületből áll, amit nagyobb méretű fématomok és egy, vagy több kis rendszámú nemfém elem (O, C, N, B, H) kombinációja alkot. Ezek oxidok, karbidok, nitridek, karbo-nitridek, boridok, hidrátok, szilicidok, szulfidok stb. lehetnek.

Az oxidkerámiák lehetnek:

- műszaki, kristályos finom oxidkerámiák (Al_2O_3 , ZrO_2 , ThO_2);
- kristályos, durva oxidkerámiák (cserép, téglá, porcelán);
- kristályos hidrátok (cement, beton, üvegek, kőzetek).

A kerámiák főbb mechanikai és fizikai tulajdonságai:

- kis sűrűség; nagy rugalmassági határ; ridegség;
- nagy olvadáspont; nagy nyomószilárdság; törékenység;
- nagy keménység; nagy kémiai stabilitás; mikrorepedések;
- nagy kopásállóság; nagy melegszilárdság; kis hősokkállóság;
- nagy korrózióállóság;
- nagy villamos ellenállás; nehéz gyárthatóság;
- jó polarizálhatóság; nagy dielektromos állandó; magas ár.

A műszaki kerámiák jellegzetes felhasználási területei:

- forgácsoló szerszámok: BN, Al_2O_3 , $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{ZrO}_2$, $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{TiC}$, $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiC}$, Si_3N_4 , SiAlON ;
- csapágyanyagok: Al_2O_3 , SiC, AlN, BN;
- biokerámiák: ZrO_2 , Si_3N_4 , Al_2O_3 , TiB_2 ;
- hőcserélők: Si_3N_4 , SiC;
- elektrokerámiák: Al_2O_3 , $\text{ZrO}_2\cdot\text{MgO}$;
- diesel-motor, turbinák: Si_3N_4 , $\text{ZrO}_2\cdot\text{MgO}$, SiC, $\text{Si}_3\text{N}_4\cdot\text{SiC}$;
- űrtechnika: BeO, SiO_2 , BN, SiC, Al_2O_3 ;
- kerámia páncélzat: B_4C , Al_2O_3 , SiC, TiB_2 ;
- villamos szigetelők: Al_2O_3 ;
- félvezetők: Ge, Si;
- kondenzátorok: oxidok;
- hőszigetelők: ZrO_2 ;
- mágnesek: FeO, Fe_2O_3 , ZnMnFeO , CrFeO ;
- szupravezetők: BaTiO_3 , $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$, LaBaCuO ;
- nukleáris anyagok: UO_2 , PuO_2 ;
- érzékelők: ZrO_2 , ZnO, TiO_2 ;
- optikai anyagok: $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-Cr}$ laser, BaNaNbO .

A KERÁMIÁK ELŐÁLLÍTÁSA ÉS GYÁRTÁSA

A kerámiák előállítása és gyártása oxid alapú természetben található ásványok tisztításán és aprításán alapul. Kiinduló anyagként kvarchomokot, kaolint, földpátot, bauxitot stb. használnak fel. A jó minőségű kerámiát portechnológia alkalmazásával, nagy tisztaságú alapanyagokból, különleges eljárásokkal gyártják és alakítják darabokká. Olvasztásos technológiával csak kis olvadáspontú (<1700°C) kerámiákat lehet készíteni (üveg). Az oxidok és más kerámia alapanyagok olvadáspontja igen magas, így csak porkohászati technológiákkal lehet megmunkálni.

A gyártási technológiák iszapöntéses, vagy sajtolásos eljárások lehetnek.

Az iszapöntést hidráttartalmú kerámiáknál alkalmazzák, gyúrható, vagy hígban folyó massaformájában, a szokásos öntő eljárások alkalmazásával: hagyományos, nyomásalatti-, fröccs-, vagy centrifugál öntéssel. A termékeket lassan szárítják, majd magas hőfokon égetik ki. A portechnológia a porgyártás, osztályozás, adalékolás után sajtolás és zsugorítás (szinterelés) útján gyártja a legjobb minőségű kerámiákat.

A sajtolást szárazon, nedvesen, hidegen, vagy melegen lehet elvégezni fa- vagy fémsüllyesztékben. A legjobb minőséget meleg izosztikus sajtolással (HIP) lehet elérni 900–1700°C -on. A szinterelést 1400–1900°C között végzik a kerámia anyagminősége függvényében. Kerámia bevonatok nagy keménységű, hő és korrózióálló réteget képeznek, szerszámok, turbinalapátok, űrberendezések stb. felületén. E célból TiC, Al₂O₃, TiN, TiAlN, ZrO₂, Cr₂O₃, vagy gyémánt anyagokat használnak. A bevonatok egyrétegűek vagy többrétegűek lehetnek, 1–100 µm vastagságban.

Az üvegek nem kristályos kerámiák SiO₂ alapú Na₂O, K₂O, CaO, MgO, Al₂O₃, PbO, B₂O₃ adalékú összetétellel.

Előállításuk olvasztásos és öntési technológiákat alkalmaz. Az üveg törésmutatója az elektronsűrűségtől függ, amit az atomok rendszáma és helykitöltése határoz meg. Ólomoxid (PbO) hozzáadásával nagy sűrűségű, könnyen csiszolható, nagy sugárelnyelő és fénytörésű ólomüveg készül. Színtelen üveget nehéz gyártani a szennyező anyagok miatt. A vas zöld, a króm kék, a mangán lila színt ad az üvegnek.

Üvegszálakat egyre nagyobb mértékben a telekommunikációban (műanyagba burkolt hajszálvékony üvegszálakból kötegelt fénykábelek), és az üvegszál-erősítésű kompozit anyagok gyártásában használnak fel.

Kristályos hidrátok, mint a cement és a beton, szintén oxidokból álló termékek, amelyeket agyagtartalmú meszek 1400°C feletti hőmérsékleten történő kiégetésével, majd e massa porrá őrlésével gyártanak. Összetétele: 50%CaO + 36%SiO₂ + 11%Al₂O₃ + MgO, Fe₂O₃.

Természetes kerámiák közé az agyagot, mészkövet, homokkövet, gránitot, csillámot és földpátot sorolják. Ezek közül a gránit a legellenállóbb, ezt gépállványok, kémiai edények gyártására használják fel.

A kerámiák szerkezeti anyagként történő felhasználásának legnagyobb problémája a képlékeny alakíthatóság hiánya, a ridegség.

A kerámiák ellenállnak a rács deformációjának, a diszlokációk mozgásának. Ennek fő oka kovalens kötésű kerámiáknál a kötések lokalizáltsága és erőssége, ion-kristályoknál a töltéssemlegesség követelménye (kevés a csúszási sík).

A kerámiák mechanikai jellemzői és azok meghatározásának módszerei is lényegesen különböznek a fémeknél és ötvözeteknél, megszokottaknál. Ahhoz, hogy a kerámiákat különleges szerkezeti anyagként lehessen felhasználni, szívósságuk növelésére volt szükség.

A szívósság növelésének legfontosabb módszerei:

- a mikrorepedések számának csökkentése. Ezt elsősorban finom (szubmikronos) por felhasználásával, adalékokkal, pórusmentes terméket eredményező formázási és égetési eljárásokkal érték el;
- a mikrorepedések terjedésének megakadályozása: fázisátalakulással.

Ebben az esetben a mikrorepedés olyan fázisátalakulást indít el, mely a repedés tovaterjedését gátolja (pl. ZrO_2 -dal szívósított Al_2O_3); Erősítőszálak vagy tűkristályok (whiskerek) beépítésével

ALUMINIUMOXID ALAPÚ KERÁMIÁK

Általános jellemzés

Az alumíniumoxid az egyik legelterjedtebb, sokféle célra használható oxidkerámia. Kedvező tulajdonságai: nagy keménység (25 GPa, a Mohs skálán: 9), magas olvadáspont (2054 °C), jó elektromos- és hőszigetelő képesség. Hőtágulása viszont aránylag nagy a többi kerámiához képest. Több kristálytani módosulata közül legfontosabb az a $-Al_2O_3$ (korund), mely Cr_2O_3 típusú rácsban kristályosodik. Több oxiddal szilárd oldatot (pl. Cr_2O_3), másokkal alacsony olvadáspontú eutektikumot képez (pl. SiO_2). Az Al^{3+} és az O^{2-} ionok mozgékonyága aránylag nagy magas hőmérsékleteken, ezért aránylag könnyen szinterelhető. Különböző tisztaságú minőségben használják.

Előállítás

Porkészítés: A tisztasággal és a részecskemérettel szemben támasztott igényektől függően számos változat terjedt el, a mechanikai őrléstől kezdve a különböző kémiai eljárásokig.

Szinterelés: szintén különféle módszerek használatosaknak. Pórusmentes, áttetsző (a fény több mint 60%-át átengedő), vékonyfalú cső készíthető szubmikronos porból, kevés (kb. 0.5 %) MgO hozzáadásával, védőgázban történő hagyományos szintereléssel 1400 – 1600 °C-on (a csövet nátriumlámpákban használják). Meleg préseléssel (1200 – 1400 °C-on, 35 – 70 MPa nyomáson) néhány perc alatt pórusmentes termék készíthető (vágólapkák).

Főbb felhasználások

- Tűzállóanyagok, pl. tégelyek, csövek, termoelem-szigetelők
- Mechanikai alkatrészek, pl. fúvókák, szelepek, csapágyak
- Optikai: áttetsző cső, Na lámpákhoz,
- Lézer kristályok (Cr_3+ vagy más adalékkal)
- Mikroelektronika: pl. zafir szubsztrát
- Elektromos, pl. gyújtógyertya vagy más szigetelő
- Féldrágakövek, stb.
- A termék ára a por árának 2....20,000-szorosa is lehet.

Cirkóniumdioxid alapú kerámiák

Általános jellemzés

A cirkondioxid (ZrO_2) 2700 °C-on olvad. Három kristályos módosulata van: 2700 és 2370°C között köbös, 2370 és 900 °C között tetragonális, 900 °C alatt monoklin. A fázisátalakulások térfogatváltozással járnak együtt, ezek repedéseket okozhatnak. Ezért a ZrO_2 önmagában nem használható szerkezeti anyagként. Adalékokkal viszont kiváló tulajdonságú kerámiák készíthetők belőle.

Szilíciumnitrid alapú kerámiák /Szilíciumnitrid : Si_3N_4 /

Általános jellemzés

A szilíciumnitridnek nagy a szilárdsága, kopásálló, aránylag szívós és kis hőtágulása olytán jól bírja a hőlökést. Előállításánál és felhasználásánál problémát jelent, hogy 1800 °C felett bomlik. Erős kovalens jellege miatt nehezen szinterelhető pórusmentesre. Jól ellenáll az oxidációnak. Alapanyaga aránylag olcsó.

SIALON

A Si_3N_4 szintereléssel kapcsolatos kutatások vezettek a Si-Al-O-N anyagcsalád, a (szialonok) felfedezéséhez. A szialonok szilíciumnitrid rács típusokban kristályosodnak.

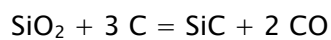
SZILÍCIUMKARBID

Általános jellemzés

A SiC -nak több kristályos módosulata ismeretes, melyek politípek. Az alap építőegység tetraéderesen koordinált Si és C atomokból áll, melyek sokféle módon kapcsolódhatnak egymáshoz. Régóta használják csiszolóporként, ennél a felhasználásnál nagy keménységét és szilárdságát értékesítik. Hővezetőképessége nagy; majdnem akkora, mint az alumíniumé. A nagy tisztaságú SiC félvezető. A SiCból régóta készítenek fűtőelemeket ellenállás fűtésű kemencékhez (szilít rudak). Az oxidációnak jól ellenáll még 1500 °C-on is. Ezért bevonat alakjában is használják magas hőmérsékletnek kitett alkatrészekben. Fém- és kerámia mátrixú kompozitokban erősítő szálakként vagy részecskékként alkalmazzák. A rendkívül erős kovalens kötések miatt nehezen szinterelhető.

Előállítás

Porkészítés: SiC port régóta készítenek karbotermikus eljárással, 1500 – 1600 °C-on



A termék őrlésével finom por készíthető. Jó minőségű, finom szemcseméretű por készíthető különböző szilánokból, gázfázisban, magas hőmérsékleten (pl. $\text{CH}_4 + \text{SiCl}_4$ vagy $\text{CH}_4 + \text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{Cl}_2$ reagálásával). A reakciót sok esetben plazmával segített módon végzik.

Formázás, szinterelés

Reaktív szinterelés (reaction bonding). A szokásos módon kompaktot készítenek Si és C porból, majd ezt a Si olvadáspontja feletti hőmérsékleten izzítják. A reakció a Si olvadék és a szilárd C szemcsék között játszódik le.

Meleg préselésnél 2000 °C felett, néhány százalék Al_2O_3 vagy B_4C adalék folyadékfázisú szinterelést tesz lehetővé. Drága.

Meleg izosztikus préselésnél 2200 °C-on 140 MPa nyomáson 2 óra szükséges tömör termék előállításához. Drága.

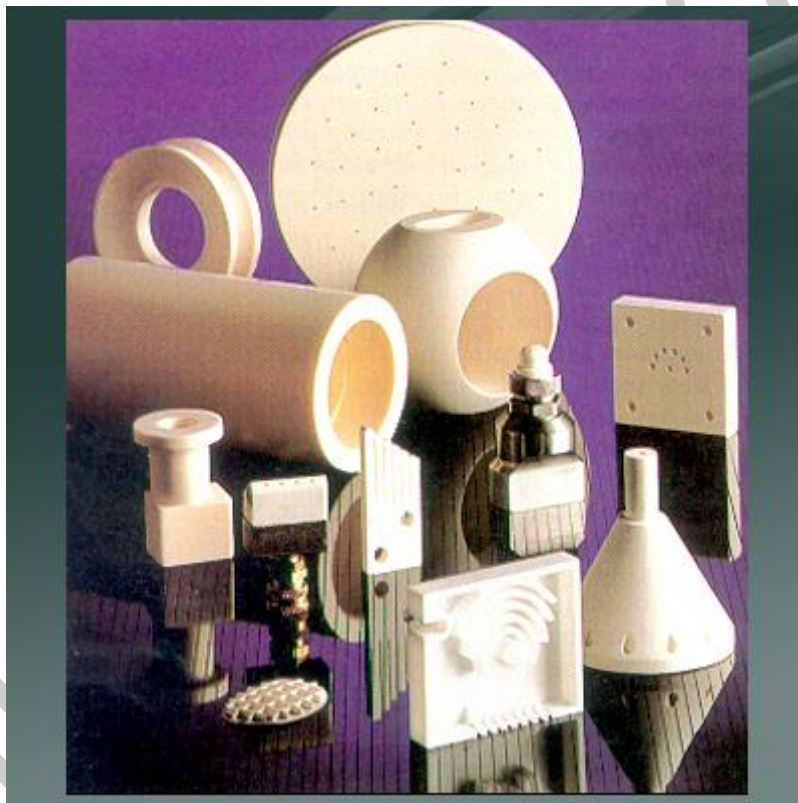
Újabban nyomásmentes szintereléssel is sikerült nagy tömörségű SiC-ot előállítani, B és C adalékkal.

Felhasználás

A SiC kedvező tulajdonságait olyan esetekben tudják igazán kihasználni, amikor magas hőmérsékleteken, esetleg oxidáló atmoszférában kell az alkatrész szilárdságát megőrizni. Ez főleg gázturbinákban, rakétahajtóművekben fordul elő. SiC bevonatokat használnak az oxidáció megakadályozására, pl. szén-szén kompozitoknál.

Összefoglalás

A korszerű szerkezeti kerámiáknál sikerült megoldani a szívósság növelését, leginkább a mikrorepedések számának jelentős csökkentésével vagy a repedés tovaterjedésének megakadályozásával. Több anyagcsalád tartozik ide, közülük legfontosabbak az alumíniumoxid alapú, a cirkonoxid alapú, a szilíciumnitrid és szilíciumkarbid kerámiák. Előállításukhoz a porkészítés szigorú ellenőrzése, a porkeverékek homogenitásának biztosítása és számos esetben költséges szinterelési eljárások alkalmazása szükséges. A szinterelés hőmérsékletét lehet ugyan csökkenteni olyan adalékokkal, melyek folyadékfázisú szinterelést eredményeznek. A szemcsehatárokon kialakuló – általában alacsonyabb olvadáspontú – fázis viszont korlátozza a felhasználás maximális hőmérsékletét. Amennyiben a magas alkalmazási hőmérséklet tényleges követelmény, akkor tömör termék csak nyomás egyidejű alkalmazásával készíthető. A szerkezeti anyagként használt kerámiák mechanikai tulajdonságai számos vonatkozásban eltérnek a fémekétől. Ez egyebek mellett azt is jelenti, hogy a kerámia alkatrészek tervezésénél más szempontokat is figyelembe kell venni pl. éles szögletek helyett legömbölyítés alkalmazása, a húzó terhelés elkerülése, stb.



16. ábra. Kerámiából készült termékek

A fentiekben a szerkezeti anyagként használt kerámiákkal foglalkoztunk. A kerámiák alkalmazása egyéb területeken is folyamatosan növekszik, pl. oxid mágnesek (ferritek), piezokerámiák, stb. (funkcionális kerámiák).



17. ábra. Kerámia betétes alkatrész

KOMPOZITOK

A kompozitok olyan mesterségesen előállított, inhomogén, több összetevőből álló anyagok, melyeket azért hoztak létre, hogy a különböző, társított anyagok eltérő, előnyös tulajdonságait ötvözzék egymással.

A kombináció eredményeképpen nyert anyagok könnyebb és jobb felhasználhatóságot biztosítanak.

Tágabb értelemben kompozitnak nevezünk azon anyagokat, amelyekben legalább két összetevő létesít fizikai kapcsolatot egymással, ezért mivel kémiai nem keletkezik új anyag, az anyagok jól elkülöníthetően, eredeti fizikai és kémiai tulajdonságaikat megőrizve vesznek részt a kapcsolatban.

Szűkebb értelemben olyan mesterséges úton előállított anyagokat sorolunk közéjük, melyben a szilárdsági és szerkezeti tulajdonságok irányonként eltérőek, azaz anizotróp tulajdonságú anyag keletkezik.

A kompozit olyan szerkezeti anyag, mely egy mátrix (beágyazó) anyag és egy szerkezeti erősítő vagy más néven teherviselő részlelem (pl. szál, szövet) kombinációjaként keletkezik. Kompozit: azoknak az adalékolt polimereknek a gyűjtőneve, amelyekben a társítás hatására képződő új termék merevebb és szilárdabb, mint az adalékot nem tartalmazó polimer mátrix. A legjobb kompozitok térhálós polimerek és üveg, szén vagy aramid szálak társítása útján állíthatók elő.

Tehát, a kompozit egy olyan anyag, amely két vagy több összetevőből áll, ezen összetevők eltérő kémiai, és fizikai tulajdonságokkal rendelkeznek, és az anyagok társításának eredményeképpen a keletkezett anyag ellenálló, merevebb és szilárd lesz.

KOMPOZITOK

A kompozit, vagy társított anyagok két vagy több különböző anyag egyesítésével előállított szerkezeti anyagok (fém–kerámia, kerámia–kerámia, műanyag–kerámia, műanyag–üveg, fém–üveg, vas–beton stb.).

A kompozit anyagok szerkezete két részre bontható: mátrixra(alapanyag) és az erősítő adalékanyagra.

A mátrix körbefogja az erősítőanyagot, átadja és elosztja az igénybevételt, megnövelve az anyag szilárdságát, szívósságát, keménységét. Felhasználásuk ma már igen széleskörű: a repülőgép konstrukcióktól a turbinalapátokon átegyez a sporteszközökig. A kompozitoknál meghatározó szerepe van a mátrix és az erősítőanyag közti kémiai és fizikai kapcsolatnak, a fázisok közötti átmeneti rétegeknek.

A kompozitanyag négy típusát gyártják :

- szemcsés, vagy részecske erősítésű;
- szálal (rövid, vagy hosszú) erősítésű;
- lemezes (rétegelt, szendvics) szerkezetű;
- felületi réteges, bevonatos.



18. ábra. Kompozit anyagok

A kompozit anyagok tulajdonságai részecskeerősítés esetén iránytól függetlenek, míg a szálal erősítéseknél, valamint a rétegelteknél irányítottság áll fenn. Az erősítő anyagok elosztása véletlenszerű, vagy szabályos lehet.

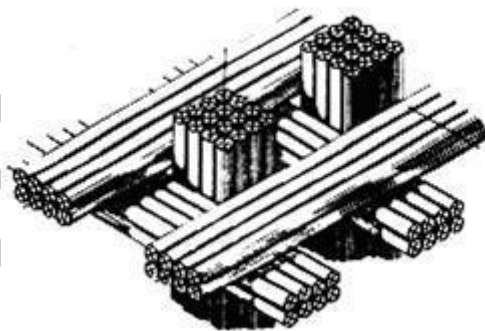
A kompozit anyagok létrehozásával a következő tulajdonságok érhetők el:

- szilárdságnövekedés;
- törési biztonság növelése;
- rugalmassági modulusz növekedése;
- hőtágulási együttható csökkenése;
- tömegcsökkentés;
- mágneses és elektromos tulajdonságok javítása;
- kopásállóság növelése;
- szupravezető szerkezet előállítása;
- hőszigetelő képesség növelése.

Részecske erősítésű kompozitok alapanyaga lehet fém, kerámia, vagy műanyag (polimer), amelybe finomra őrölt, apró, diszperz $0,1-10\ \mu\text{m}$ átmérőjű kerámia-, fém-, vagy műanyag részecskéket ágyaznak be nagy szilárdság, vagy különleges tulajdonságok elérése céljából. Az alumínium szilárdsága növelhető Al_2O_3 , vagy Al_4C_3 részecskével. A diszperziósan erősített kompozitok a magasabb hőmérsékleten is megtartják szilárdságukat. A részecske erősítés $1\ \mu\text{m}$ -nél nagyobb szemcsékkel is történhet, amikor az erősítő szemcsemennyiség elérheti a 90 %-ot. Ilyen kompozitok például a 70–94% WC, TiC karbid + Co mátrixkészítésű keményfém forgácsoló és alakító szerszámok. A szívósság növelésére ma már nanokristályos karbid szemcséket ágyaznak be a Co mátrixba. Szálerősítésű kompozitok nagy szakítószilárdság és szívósság érdekében készülnek, fémek, kerámiák vagy polimerek esetében. A szálak grafit, szén üveg, Al_2O_3 , vagy SiC -ből készültek, 1–4 átmérővel, 30–50 mm hosszúsággal. Folytonosak vagy rövidek lehetnek. A szilárdság elérheti 20000 MPa, a rugalmassági modulusz a 700 GPa értékeket. Jellegzetesszálerősítésű kompozit anyagok a következők:

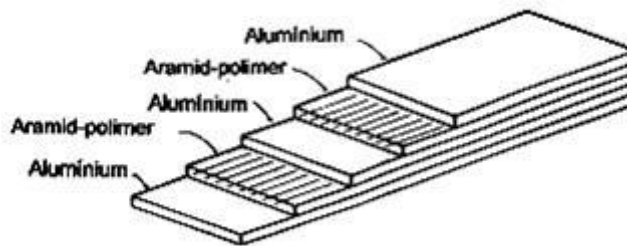
- üvegszálerősítésű poliészter (sílécsek stb.); - kerámia szálal titánötvözetek (űrhajók);
- karbonszálal epoxi (légcsavaros repülőgépek); - zafirszálal szuperötvözetek (turbinák);
- acéldróttal erősített gumi (gumiabroncs); - kerámia-kerámia tűkristály (szerszámok);
- karbonszálal alumínium ötvözet (repülőgépek); - SiC szálakkal erősített bórszilikát üveg.

Folyamatos szálakkal erősített fém mátrixú kompozitok szálkötegek folyadékos infiltrációjával készülnek. A szálkötegek tipikus 3D rendszerbe vannak beágyazva



19. ábra. Szálköteges kompozit

Lemezes (szendvics) kompozitok egymáshoz síkok mentén kapcsolt rétegekből állnak. Ezek öse a funérlemez, de használnak alumíniummal bevont papírt, lakkal bevont alumínium csomagoló fóliát, poliészter-réz nyomtatott áramköri lapot, inver-réz bimetált, CuNi10 ötvözetel borított réz pénzérméket, alumíniumötvözet-grafitszál-epoxigyanta-alufólia repülőgép ajtót, alumíniummal borított acéllemezt, saválló NiCr, acéllal borított ötvözetlen acéllemezt stb. Az alábbi ábrán egy szendvics szerkezetű Al-polimer kompozit anyag látható. A rétegelt kerámia kompozitokkal kiváló mechanikai tulajdonságok érhetőek el, különösképpen $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{ZrO}_2$ rendszerekben.



20. ábra. Lemezes kompozit

Felület réteges, bevonatos kompozitok főképpen korrózió, hőhatás, kopás, vagy különleges igénybevétel ellen használják. Gyakran alkalmazott bevonatok a műanyagok különböző fémalkatrészekén:

- akril, vagy alkid acélon (autókarosszéria);
- szilikon fémeken (hőnek kitett alkatrészek);
- nylon fémeken (siklócsapágyak).

A kerámia bevonat példája a zománc, a fémbevonat meg lehet ón, ólom, cink, vagy alumínium rétegmártó tűzi bevonással, vagy galvanizálással készítve. Szintén használják a kémiai lecsapatásos (CVD), vagy fizikai lecsapatásos (PVD) eljárásokat. Különböző felszóró eljárások (láng, plazma, laser stb. termálszórás) szintén használatosak fém vagy kerámia rétegek felvitelére.

SEGÉDANYAGOK

Az egyes anyagtechnológiai folyamatszakaszok során különböző segédanyagok alkalmazására is szükség van, melyek elsősorban hűtő-kenő vagy védő funkciót látnak el, az egyes megmunkálások végtermékébe nem épülnek be. A kenőanyagok a gyártóberendezések tervezett karbantartásai közötti időszakokban a zavartalan üzemeltetést, a gyártóeszközök (szerszámok) élettartamának növelését segítik. De nem csak a súrlódást csökkentik, hanem alkalmazásuk helyén bizonyos fokú korrózióvédelmet és hűtőhatást (súrlódási hő elvezetésével) is biztosítanak. A technológiai hűtőközegek szerepe a megmunkáló szerszámok védelme és ezáltal élettartamuk növelése, a megmunkálandó anyagok nemkívánatos szerkezet-változásainak megakadályozása vagy éppen ellenkezőleg: anyagszerkezet-módosulásuk elősegítése. Technológiai szempontból védőközegnek azt a légnemű, cseppfolyós vagy szilárd anyagot tekinthetjük, amely csak a megmunkálás során, a munkadarab felületvédelme érdekében fejt ki hatását.

Fémek megmunkálásának kémiai módszerei és segédanyagai

- Hűtő–kenő folyadékok
- Köszörülő, csiszoló és polírozó anyagok
- Fémtermékek pácolása
- Felületkezelő eljárások
- Hegesztés
- Forrasztás
- Elektrokémiai megmunkálás

Hűtő–kenő folyadékok feladata: – forgácsolás során, képlékeny alakítás esetén a súrlódás és a szerszámkopás csökkentésére

Hűtő–kenő folyadékok szerepe:– fémfelületek közvetlen érintkezésének akadályozása

Hűtés (víz)

Emulzió: kb. 12 % zsiradék, víz, tenzid

Kopást mérséklő anyagok: (repceolaj, pataolaj, kénezett ásványolaj, kolloid grafit, molibdén-szulfid)

Nagysebességű megmunkáláshoz: Kén-, klór-, foszfortartalmú olajok (a fémen szulfid, klorid, foszfát réteg alakul ki)

Köszörülő, csiszoló és polírozó anyagok

Nagykeménységű szemcse + kötőanyag

Csiszolószemcse:

Kvarc,

Korund Al_2O_3 , smirgli (25% Fe_2O_3 , TiO_2 , FeO , SiO_2),

Mesterséges (bauxit + szén ívkemence) – törékeny – önélező

fém-oxidok (vas-oxid, króm-oxid),

Gyémánt, természetes, mesterséges

szilícium-karbid (önélező),

bór-karbid

Kötőanyag

Köszörülés: kerámia, vízüveg, keménygumi, műanyag (köszörűkő)

Csiszolás: rugalmas, hajlékony anyag (dörzspapír, dörzsvászon)

Természetes homokkő: kvarc + kovasavas vagy agyagos kötőanyag

Csiszolópor, csiszolómassza kötőanyag nélkül

Finomcsiszolás-polírozás, elektrokémiai polírozás

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

A tanuló szerezzen elegendő információt a szakmai anyag áttanulmányozásával. A tanuló figyelmesen olvassa végig e füzet tartalmát, majd az önellenőrzés feladatait a füzet megfelelő részére való visszalapozással. Ha úgy érzi, feldolgozta a tananyagot és meg tudja válaszolni a tananyaggal kapcsolatos kérdéseket, illetve meg tudja oldani a tananyaggal kapcsolatban feladatokat, ellenőrizze tudását, oldja meg az Önellenőrző feladatokat. Elengedhetetlen azonban tanárának szóbeli magyarázata is.

Oldja meg az ÖNELLENŐRZÉSI FELADATOKAT!

Az önellenőrzési feladatlap kitöltése után a MEGOLDÁSOK lapon ellenőrizze, hogy jól válaszolt-e a kérdésekre!

Amelyik válasza hibás, azt a témakört újra tanulmányozza a SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM lapon!

Ha a teljesítménye hibátlan, áttérhet a következő tananyagelem feldolgozására.

Először is érdemes megválaszolni az alábbi kérdéseket:

- Átlátható-érthető a téma?
- Be tudom-e határolni, hogy pontosan milyen ismeretekkel kell rendelkezennem?
- Mire használhatók a tanultak?

Az alábbiakban a fenti kérdésekre adandó válaszadásban segítünk:

Miről is tanultunk?

A tananyag vázлата megadja a szükséges ismeretek összegzését:

Végezetül még egy jó tanács! Az anyagot úgy tudjuk a legjobban elsajátítani, ha megértjük.

Az anyag logikájának, összefüggéseinek és alapvető ismereteinek elsajátításával már képesek vagyunk a munkahelyzet és a továbbiakban leírt mintafeladatok megoldására.

Oldja meg a következő szakmai feladatokat!

A különböző szerkezeti anyagok különösen a nemfémes szerkezeti anyagok áttanulmányozása műszaki táblázatokban található adatok alapján.

Hasonlítsa össze a nemfémes anyagok kerámiák, műanyagok anyagjellemzőit!

Keressen példákat a környezetében és főleg a tanműhelyben nemfémes anyagok alkalmazására!

Beszélje meg szaktanárával, szakoktatójával a válaszait!

MUNKKANYAG

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat Sorolja fel a jelentősebb nemfém anyagokat, amelyeket a gépipar használ!

2. feladat Válassza ki a felsorolt szerkezeti anyagok közül a következő csoportokba tartozó anyagokat!

Bronz, korund, textilkakelit, polietilén, acél, bakelit, üveg, karbonszálal epoxigyanta

a) Polimerek:.....b) Kompozitok:.....

c) Fémötvözetek:.....d) Kerámiák:.....

3.feladat A műanyagok óriás molekulái milyen módszerrel állíthatók elő?

4.feladat Milyen jellegzetes tulajdonságai vannak a hőre keményedő műanyagoknak?

5.feladat Milyen jellegzetes tulajdonságai vannak a hőre lágyuló műanyagoknak?

6.feladat Milyen műanyag-feldolgozó technológiákat ismer? Ismertessen néhány eljárást!

7.feladat Ismertesse a kompozitok fogalmát!

8.feladat Milyen keramikus anyagokat ismer, hol és milyen tulajdonságai alapján alkalmazzák?

MUNKKANYAG

MEGOLDÁSOK

1. feladat

A gépiparban használatos nemfém anyagok: a legjelentősebb a műanyag, emellett fontos szerepet töltenek be a kerámiák és a kompozitok. A műanyagok lehetnek hőre lágyuló és hőre keményedő műanyagok. A kerámiákat porkohászati eljárással állítják elő. A kompozitok egy olyan anyagok, amelyek két vagy több összetevőből állnak, ezen összetevők eltérő kémiai, és fizikai tulajdonságokkal rendelkeznek.

2. feladat

a) Polimerek: polietilén, bakelit b) Kompozitok: textilkakelit, karbonszálas epoxigyantac) Fémötvözetek: acél, bronzd) Kerámiák: üveg, korund

3. feladat

Polimerizáció: a telítetlen alapvegyület molekulák melléktermék keletkezése nélkül kapcsolódnak egymáshoz. Polikondenzáció: két vagy több vegyület molekulái melléktermék (pl: víz) keletkezése közben óriásmolekulákká kapcsolódnak. Poliaddíció: a polikondenzációhoz hasonló folyamat, de a reakció nem jár melléktermék keletkezésével.

4. feladat

A hőre keményedő műanyagok, más néven duroplasztok olyan műanyagok, amelyek egyszeri feldolgozás után már nem alakíthatók. Az előállítás után kemények, ridegek lesznek és újra már nem olvaszthatók, nem is hegeszthetők, oldhatatlanok.

5.feladat

A hőre lágyuló műanyagok, más néven termoplasztok olyan műanyagok, amelyek melegítés hatására nyúlósak, viszkózusak lesznek, így önthetők és alakíthatók.

6.feladat

Sajtolás,fröccssajtolás,fröccsöntés,rétegelés,extrudálás,vákuumformázás,fóliagyártás,műanyagok hegesztése,műanyagok ragasztása. **Sajtolás:** a hőre keményedő műanyagok túlnyomó részben sajtolással állítják elő. A töltőtérbe helyezett sajtolóport a hő hatására megömlesse, majd további nyomás alatt tartsa mindaddig, míg a térhálósodás folyamata polikondenzáció be nem fejeződik. **Fröccsöntés:** az alapanyag az adagoló tölcserén keresztül jut a plasztifikáló tölcserbe. A tölcser másik vége fűtött, itt egy befröccsentése való mennyiség gyűlik össze. Az anyag ezalatt különböző hőmérsékleti és nyomás szakaszokon halad át. Az erőteljes keverés, gyúrás hatására teljesen képlékeny ömledékké válik. **Extrudálás:** az extrudálást folyamatos fröccsöntésnek, alaksajtolásnak is nevezik. A **kalanderezés** technológia műveletével a képlékenységgel melegített, viszkózus anyagot több, egymást követő forgó hengerpár fokozatosan egyenletes vastagságú réteggé, fóliává alakítja.

7.feladat

Kompozit: azoknak az adalékolt polimereknek a gyűjtőneve, amelyekben a társítás hatására képződő új termék merevebb és szilárdabb, mint az adalékot nem tartalmazó polimermatrix. A legjobb kompozitok térhálós polimerek és üveg, szén vagy aramidszálak társítása útján állíthatók elő. Tehát, a kompozit egy olyan anyag, amely két vagy több összetevőből áll, ezen összetevők eltérő kémiai, és fizikai tulajdonságokkal rendelkeznek, és az anyagok társításának eredményeképpen a keletkezett anyag ellenálló, merevebb és szilárd lesz.

8.feladat

Kémiai összetétel alapján: szilikát kerámia, oxidkerámiák, oxid mentes kerámiák. Szövetalkotó részek nagysága szerint: durva és finom kerámia. Sűrűség és szín szerint: fazekas áru, fajansz, kőedény, porcelán. Alkalmazási terület szerint: díszítő kerámia, edény kerámia, építészeti kerámia, tűzálló anyagok, gépi-, reaktor-, elektro-, mágnes-, optikai-, bio kerámiák.

IRODALOMJEGYZÉK**FELHASZNÁLT IRODALOM**

Dr. Márton Tibor : Forgács nélküli alakítások Műszaki Könyvkiadó, 1999

Dr. Bagyinszki Gyula – Dr. Kovács Mihály: Gépipari alapanyagok és félkész gyártmányok ANYAGISMERET, Tankönyvmester Kiadó, Budapest, 2001

Dr. Márton Tibor – Plósz Antal – Vincze István Anyag-és gyártásismeret a fémipari szakképesítések számára, Képzőművészeti Kiadó, 2007

Frischherz–Dax–Gundelfinger–Haffner–Itchner–Kotsch–Staniczek: Fémtechnológiai 1.

Alapismeretek B+V lap-és Könyvkiadó Kft, Budapest, 1993

Frischherz–Dax–Gundelfinger–Haffner–Itchner–Kotsch–Staniczek: Fémtechnológiai2.

Szakismeretek B+V lap-és Könyvkiadó Kft, Budapest,1993

Miroslav Hluchýs kollektívája: Anyagismeret Műszaki Könyvkiadó, Budapest,1984A címelem tartalma és formátuma nem módosítható.

Több fejezetből álló munkafüzet esetén is csak egyszer, a munkafüzet legvégén kerüljön feltüntetésre az irodalomjegyzék, az alábbiakban látható bontásban.

AJÁNLOTT IRODALOM

Fenyvessy Tibor– Fuchs Rudolf– Plósz Antal Műszaki táblázatok, Budapest, 2007

Frischherz – Dax– Gundelfinger– Haffner– Itchner– Kotsch– Staniczek: Fémtechnológiai táblázatok, B+V lap-és Könyvkiadó Kft

A(z) 0225-06 modul 007-es szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
31 521 02 0000 00 00	CNC-forgácsoló
31 521 09 1000 00 00	Gépi forgácsoló
31 521 09 0100 31 01	Esztergályos
31 521 09 0100 31 02	Fogazó
31 521 09 0100 31 03	Fűrészipari szerszámélező
31 521 09 0100 31 04	Köszörűs
31 521 09 0100 31 05	Marós
33 521 08 0100 31 01	Szikraforgácsoló
33 521 08 0000 00 00	Szerszámkészítő

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

12 óra

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210-1065, Fax: (1) 210-1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató