



A megmunkált felület pontossága és minősége

Szerző: Monostoriné Hörcsik Renáta

Lektor: Prof. Dr. Horváth Mátyás

Korszerű anyag-, nano- és gépészeti technológiákhoz kapcsolódó műszaki képzési területeken kompetencia alapú, komplex digitális tananyag modulok létrehozása és on-line hozzáférésük megvalósítása
(TÁMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0001)

Tartalomjegyzék

Bevezetés	3.
1. MAKROGEOMETRIAI JELLEMZŐK VIZSGÁLATA	4.
1.1. Az alakhiba mérése, ellenőrzése	4.
1.1.1. Síkbeli egyenesség-eltérés értelmezése és ellenőrzése	6.
1.1.2. A síklapúság – eltérés értelmezése és ellenőrzése	7.
1.1.3. A köralakeltérés értelmezése és ellenőrzése	8.
1.1.4. Hengerességeltérés értelmezése és ellenőrzése	9.
1.2. A helyzethiba értelmezése és ellenőrzése	9.
1.2.1. Párhuzamosság értelmezése és ellenőrzése	11.
1.2.2. Forgó elem felületeinek helyzetpontossági vizsgálata	11.
1.3. Ellenőrzés koordinátás mérőgépekkel	12.
2. MIKROGEOMETRIAI JELLEMZŐK VIZSGÁLATA	14.
2.1. Hullámosság értelmezése és ellenőrzése	14.
2.2. Felületi érdesség értelmezése és ellenőrzése	17.
Irodalomjegyzék	21.

Bevezetés

A munkadarab felületek térben egymáshoz rendelt alakelemekből tevődnek össze. A különböző megmunkálási folyamatok során előállított elemeken a méreteltéréseken kívül a gyártással együtt járó zavaró hatások miatt kisebb-nagyobb felületi egyenetlenségek, geometriai szabálytalanságok is létrejönnek, amelyek befolyásolják az alkatrészek működési tulajdonságait.

A geometriai szabálytalanságok lehetnek:

- MAKROGEOMETRIAI
 - o alak- és
 - o helyzeteltérések;
- MIKROGEOMETRIAI
 - o érdesség és
 - o hullámosság.

A szabálytalanságok az alkatrészek felületén, együttesen jelentkeznek.

1. MAKROGEOMETRIAI JELLEMZŐK VIZSGÁLATA

1.1. Az alakhiba mérése, ellenőrzése

Az alkatrészek működési követelményei megkívánják, hogy az alakhúség meghatározott tartományon belül maradjon, ezért az alakhiba is tűrésezett (1. sz. táblázat).

ALAKHIBÁK ÉS JELÖLÉSÜK

1. sz. táblázat

Jellemző	Értelmezése	Jelölése	Példa
Egyenesség			
Síklapúság			
Köralak-eltérés			
Hengeresség-eltérés			
Kúposág			

Mihez viszonyítjuk az alak hibáját?

Alapfogalmak

- **elem: gyűjtő fogalom:** a feltételeknek megfelelően felület, vonal vagy pont
- **névleges alak:** az elem ideális alakja, mely rajzzal vagy más dokumentációval adott
- **névleges felület:** véges számú mértani elemmel a szerkesztő által adott
- **névleges profil:** a névleges felületnek valamely metszősíkkal alkotott metszészvonala
- **valóságos felület:** gyártáskor kialakuló,
- **valóságos profil:** a valóságos felület profilja

A mérés és értékelés céljára kialakított elemek

- **vonatkoztatási hossz:** a felület vagy vonal azon része, amelyre az elem alak- és helyzettűrése vonatkozik
- **ráfekvő felület:** a névleges felület alakjával azonos alakú, a valóságos felülettel érintkezik és a test anyagán kívül úgy helyezkedik el, hogy a vonatkoztatási hossz határain belül közte és a valóságos felület legtávolabbi pontja között az eltérés a legkisebb legyen.
- **ráfekvő sík:** a valóságos felülettel érintkező, a test anyagán kívül elhelyezkedő. Közte és a valóságos felület legtávolabbi pontja között az eltérés a vonatkoztatási hossz határain belül minimális.
- **ráfekvő henger:** a valóságos külső henger felület köré írt legkisebb átmérőjű, ill. a valóságos belső hengeres felületbe írt legnagyobb átmérőjű henger.
- **ráfekvő profil:** a névleges profil alakjával azonos alakú, a valóságos profillal érintkező, a test anyagán kívül úgy helyezkedik el, hogy az eltérés a 2 profil között minimális.
- **ráfekvő egyenes:** a valóságos profillal érintkező és úgy helyezkedik el, hogy közte és bármely profilpont között a távolság a legkisebb legyen.
- **ráfekvő kör:** a legkisebb körül írható vagy a legnagyobb beleírható sugarú kör.
- **hosszmetszet ráfekvő profilja:** 2 párhuzamos egyenes, mely a valós profillal érintkezik.
- **alakeltérés:** a valóságos elem alakjának eltérése a névlegestől. A valóságos elem egyes pontjainak a ráfekvő elemtől mért merőleges távolsága.
- **alaktűrés:** a legnagyobb megengedett alakeltérés.
- **alaktűrés mező:** a térnek vagy síknak azon része, melyen belül kell elhelyezkednie a vonatkoztatási hossz határain belül a vizsgálandó elem minden pontjának.

Az alakeltérések ellenőrzése részben a szokásos hossz- és szögmérések, illetve az idomszeres és háromkoordinátás mérőgépes mérések feladata. Ez utóbbi esetben lehetőség van az alakhiba különválasztására, míg hagyományos mérőeszközökkel történő ellenőrzésnél nincs erre mód.

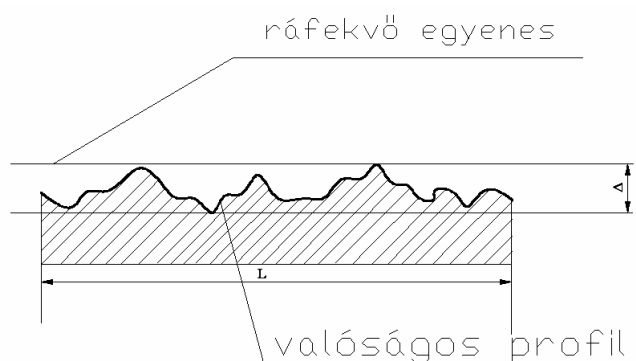
1.1.1. Síkbeli egyenesség-eltérés értelmezése és ellenőrzése

Síkbeli egyenesség-eltérés a ráfekvő egyenes és a valóságos profil közötti legnagyobb távolság (Δ) a vonatkoztatási hossz határain.

Ellenőrzés élvonalzóval (1. ábra)

Az élvonalzó közvetlenül ráhelyezhető az ellenőrzendő egyenesre, így éle ráfekvő egyenesként elfogadható.

Az eltérés az egyenes és a vonalzó között jelentkező fényrés nagyságából becsülhető. Számszerű kiértékeléshez résmérő lapokat használnak. Az eljárás eléggé pontatlan.

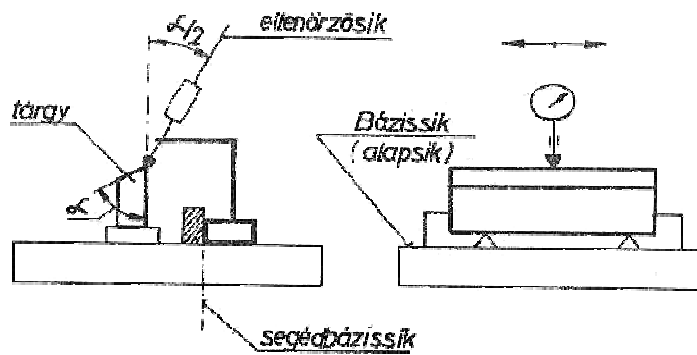


1. ábra

Egyenesség-eltérés ellenőrzése

Ellenőrzés mérőórával (2. ábra)

Az eltérés állványba fogott mérőórával (finomtapintóval) is mérhető. A tárgyat úgy kell beállítani, hogy ellenőrzendő élének ráfekvő egyenese párhuzamos legyen a mérőóra mozgatási irányával. A tapintót végigvezetve az egyenesen a mérőműszer által mutatott legnagyobb és legkisebb érték különbsége az egyenesség hibája.



2. ábra

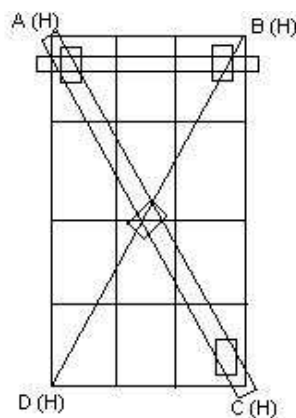
Egyenesség-eltérés ellenőrzése mérőórával

1.1.2. A síklapúság – eltérés értelmezése és ellenőrzése

Síklapúság – eltérés a ráfekvő sík és a valóságos felület pontjai közötti legnagyobb távolság (Δ) a vonatkoztatási hossz határain belül. Sík helyett a síkban fekvő egyenesek ellenőrzése különböző irányokban.

Ellenőrzés széles-mérőfelületű vonalzóval

Az ellenőrzés három azonos (H) méretű hasábbal meghatározott síkhoz képest történik. A vonalzó a mérőhasábokra fektetjük, az eltérést a vonalzó és a síkfelület közé csúsztatható mérőhasábokkal mérjük. Az ellenőrzés rendje AC között, majd BD pontok között. A meglévő pontok ismeretében a síkot feltérképezzük. A síklapúság – eltérést a $H_{\max}-H$ hasábok méretkülönbsége adja.



3. ábra

Ellenőrzés mérővonalzóval

Ellenőrzés mérőórával

A tárgyat úgy kell beállítani, hogy a ráfekvő síkja a bázissíkkal párhuzamos legyen. A síklapúság eltérést a különböző irányokban vezetett mérőeszköztől leolvasható értékek legnagyobb különbsége adja.

1.1.3. A köralakeltérés értelmezése és ellenőrzése

Köralakeltérés a ráfekvő kör és a valóságos profil pontjai közötti legnagyobb távolság (Δ).

A köralakeltérés jellegzetes fajtái:

- páros számú szabályos eltérés (pl. ovalitás);
- páratlan számú szabályos eltérés (pl. szögletesség);
- szabálytalan eltérés egy vonatkoztatási tengelyhez vagy ponthoz viszonyítva.

Kétpontos mérési módszerrel történő ellenőrzés.

Csak páros számú szabályos eltérések mérésére alkalmas. D_{\max} és D_{\min} mérhető.

Hárompontos mérési módszer

A munkadarabot prizmában forgatva mérőórával vagy finomtapintóval ellenőrizhető a köralakeltérés. Köralakeltérést furatban is ellenőrizhetünk, furatmérő műszerekkel kétpontos és hárompontos méréssel.

Ellenőrzés célműszerrel, profilmérési eljárással.

A köralakeltérés igen pontos ellenőrzését teszi lehetővé. A célműszerben egy precíziós csapágyazású orsó testesíti meg azt a vonatkoztatási tengelyt, illetve középpontot, amelyhez képest a vizsgált profil sugárváltozásai mérhetők. Ehhez a tengelyhez kell minden esetben beállítani a vizsgálandó szelvény középpontját.

A műszer a vizsgált szelvény sugárirányú eltéréseit mérőszámmal jelzi vagy polárdiagramon nagyított léptéken regisztrálja.

Köralakhiba értékelése

- Külső hengeres felület profilja köré rajzolt ráfekvő körtől
- Belső hengeres felület profiljába írt ráfekvő körtől
- Átlagprofilhoz viszonyítva

1.1.4. Hengerességeltérés értelmezése és ellenőrzése

Hengerességeltérés a ráfekvő henger és a valóságos felület pontjai közötti legnagyobb távolság (Δ) a vonatkoztatási hossz határain belül. A meghatározásnak a megfelelő mérése nehézkes, ezért helyette a hengeres felületek hossz-szelvényének profileltérését mérjük.

Hengeres felületek hossz-szelvényének profileltérése a hengeres felület tengelyén átmenő síkban fekvő profiljának ebben a síkban levő pontjai közötti legnagyobb távolság a vonatkoztatási hossz határain belül.

A hossz-szelvény profileltérésének fajtái:

- kúposság
- hordósság
- nyergesség.

Mérhető:

- kétponton mérő eszközökkel mért átmérők változásából,
- állványba fogott mérőórát alkotó mentén vezetve, majd a csúcsok közé fogott tengelyt 180° -kal elforgatva ismét mérjük az alkotó mentén
- 3D-s mérőgéppel, átmérők változásából a vonatkoztatási hosszon, illetve a prizma helyezett munkadarab alkotója mentén végig vezetjük a tapintót, majd 180° -kal elforgatva megismételjük a mérést.

1.2. A helyzethiba értelmezése és ellenőrzése

Az alkatrészek működési követelményei megkívánják, a helyzettűrés meghatározott tartományon belül tartását, ezért a helyzethiba is tűrésezett (2. sz. táblázat).

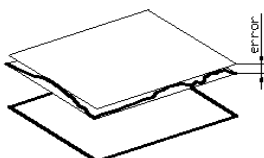
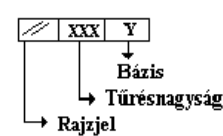
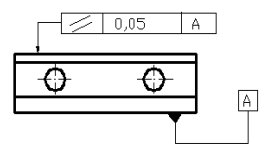
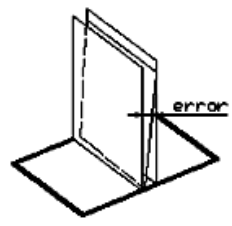
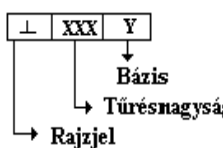
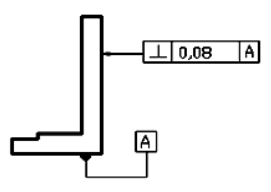
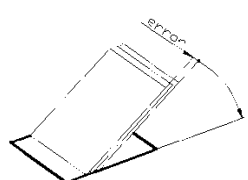
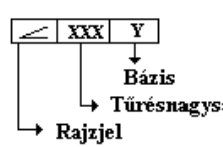
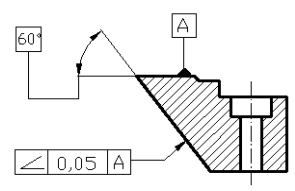
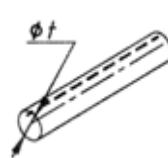
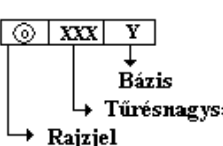
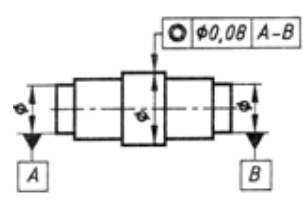
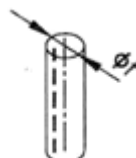
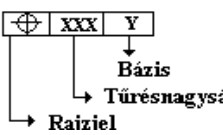
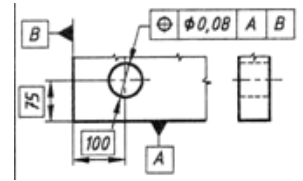
Alapfogalmak:

- **bázis:** az alkatrésznek olyan eleme, amelyre vonatkoztatva a vizsgálandó elem helyzettűrését vagy összegzett alak- és helyzettűrését előírjuk, valamint a megfelelő tűréseket meghatározzuk.
- **Báziselem:** az alkatrész bázisfelületén lévő pont, melyet megmunkáló vagy ellenőrző készülék érintkezéséhez használnak a szükséges bázis meghatározásához a működési követelmények kielégítésére.

- **Névleges helyzet:** a vizsgálandó elem (felület vagy profil) helyzete, amelyet a közte és bázisok közti vagy a vizsgálandó elemek közti névleges hossz és szögméretek határoznak meg.
- **Valóságos helyzet:** a vizsgálandó elem helyzete, melyet a közte és a bázisok közti vagy a vizsgálandó elemek közti tényleges hossz és szögméretek határoznak meg.
- **Helyzeteltérés:** a vizsgálandó elem valóságos helyzetének eltérése a névleges helyzettől.
- **Helyzettűrés:** a megengedett legnagyobb helyzeteltérés.

HELYZETTŰRÉSEK ÉRTELMEZÉSE ÉS JELÖLÉSE

2. sz. táblázat

Jellemző	Értelmezése	Jelölése	Példa
Párhuzamosság			
Merőlegesség			
Hajlásszög-eltérés			
Egytengelyűség			
Pozíció			

1.2.1. Párhuzamosság értelmezése és ellenőrzése

Párhuzamos két vagy több felület akkor, ha a közöttük bárhol mért távolság azonos. Ezen a meghatározáson alapul a párhuzamosság ellenőrzése.

Ellenőrzés mérőórával

Az állványba szerelt mérőórát a felület egyik végén nullára állítjuk, és végigvezetjük a felületen. A mérőóra legnagyobb kitérése adja a párhuzamossági hibát.

1.2.2. Forgó elem felületeinek helyzetpontossági vizsgálata

Az egytengelyűségi hibák és a merőlegességi hibák előírásai természetesen a forgástengelyre vonatkoznak.

Az egytengelyűségi hibák és a merőlegességi hibák méréséhez mérőórát kell használnunk. A hibák mérését úgy végezzük, hogy a munkadarab középvonalát /tengelyét/ meg kell találnunk /testesítenünk/. Ezt két csúccsal vagy két prizmával lehet megvalósítani.

Csúcsokkal

Az egytengelyűségi hiba mérése a következő, munkadarabot befogjuk a csúcsok közé, majd a mérőóra tapintóját ráállítjuk a mérendő csap felületére úgy, hogy az előfeszítés 0,3...0,5 mm legyen, ugyanakkor a mutatót nullára állítjuk. Ezután körbeforgatjuk a munkadarabot és feljegyezzük a mutató legnagyobb kitérését. Ez a csap ütése. A merőlegességi hiba mérése is ugyanígy történik, de a mérőórát (90 fokkal elfordítjuk) úgy állítjuk be, hogy a mérőszára kb. merőlegesen álljon a mérendő felületre.

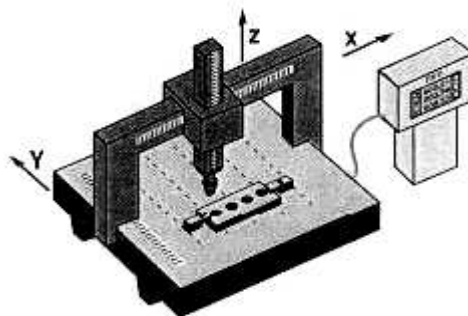
Prizmákkal

Működési elve ugyanaz, csak itt a csúcsok helyett prizmákat használunk. A prizmák a forgástest palástjával érintkeznek. Méréshez két ugyanolyan, azaz egy párt alkotó prizmákat alkalmazunk. Ezeken a prizmákon a forgástest, vonalak mentén fekszik fel. Ez sokszor bizonytalanná teszi a központosítást. Ezért a méréshez keskeny prizmát használjunk. Egytengelyűségi hiba mérésekor a tengelyirányú elmozdulási lehetőség nem okoz gondot. Merőlegességi hiba mérésekor a tengelyirányú elmozdulást meg kell szüntetni. Ezt csak az egyik oldalon alkalmazott ütközővel oldhatjuk meg.

1.3. Ellenőrzés háromkoordinátás mérőgépekkel

A koordináta-méréstechnika alapelve rendkívül egyszerű. Tekintsük mindjárt a háromkoordinátás rendszereket. A fizikai alapot a koordináta- mérőgép biztosítja, amely a három egymásra merőlegesen álló tengelyével megtestesíti egy térbeli koordináta-rendszert, egy alaprendszert és ezen tengelyek mentén elmozdulási lehetőséget biztosít. Az elvi alapot az jelenti, hogy bármely alak pontokkal leképezhető, ugyanakkor maga a pont X , Y és Z értékével egyértelműen ábrázolható egy koordináta-rendszerben. A koordináta-méréstechnika során a mérési művelet abban áll, hogy meghatározzuk a mérendő munkadarab különböző pontjainak X , Y és Z értékeit, majd ezen pontok segítségével kiszámítjuk a kívánt jellemzőt.

A mérőgépes mérés lényege: a munkadarab egy tapintó elemmel letapogatható. A munkadarabra szinte tetszés szerint fektethetők mérési pontok, s ezek felvétele rövid idő alatt nagy pontossággal lehetséges. Elvileg egy koordináta mérőgép 3 külön-külön hosszmérőrendszert foglal magába, ortogonális mérőtengellyel, melyek egy derékszögű koordináta rendszert alkotnak. Ebben a koordinátarendszerben a mérőtapintó középpont 3 koordinátája ismert (4. ábra).



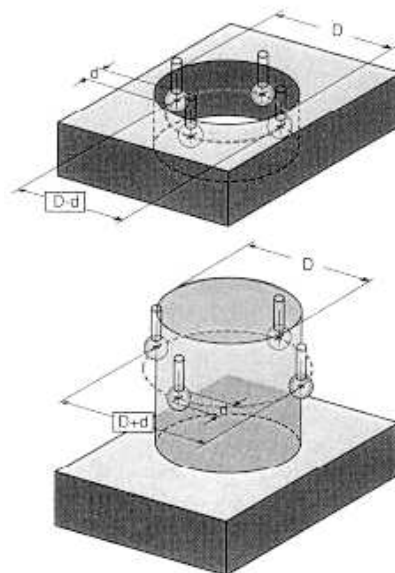
4. ábra

Háromkoordinátás mérőgép modellje

A koordináta-méréstechnika további magyarázatához nézzünk egy egyszerű 2D-s példát. A Z - irányban elhelyezett tapintótengely mindhárom irányban szabadon mozgatható. Ha a tapintótengelyre egy kúpos tapintót szerelünk fel és ezt az első furatba bevezetjük, az ott önmagát központosítva meghatározza ezen furat helyzetét, a hosszmérő rendszer segítségével leolvasható a furatközéppont X, Y koordinátáinak értéke a KMG koordináta-rendszerében. Ugyanígy eljárva a többi furat helyzete is meghatározható. Ha az első furat X, Y koordinátáinak értékét nullának veszem, a furatok egymáshoz képesti helyzete közvetlenül leolvasható, amely nem más, mint az egyes furatok tengelytávolsága az első furathoz kötött koordináta-rendszerben.

A mérés során a mérőgép mérőfejében elhelyezkedő tapintó segítségével minimálisan annyi pontot kell az alakelemen felvenni, amennyi az adott elem geometriai meghatározásához szükséges. Ez egy egyenes esetében pl. két pont, síknál, körnél három pont, hengernél hat pont, stb. Az alakelemek minimális pontszámmal történő mérésénél az eredményekben nagy szóródások mutatkoznak, ezért célszerű az alakelemek minél több ponton történő letapintása.

Valamennyi mérendő geometriai, vagy nem geometriai alakzatot is figyelembe véve a letapintási feladatnak a legjobban a gömb alakú tapintó felel meg, mivel a gömb minden felületi pontja a gömbi középponttól azonos távolságra van. A mérés során a tapintógömb középpontjának koordinátái kerülnek a számítógépbe. A 5. ábrán belső és külső átmérő, illetve körlalakhiba és egytengelyűség mérése látható.



5. ábra

Jellemzők mérése

A mérendő tárgy tapintási pontjai és a mérőgép koordináta-rendszere között a tapintórendszer és a benne elhelyezett tapintó terem kapcsolatot.

A tapintórendszer lehet:

- mechanikus, (ezen belül lehet kapcsoló, vagy mérő típusú),
- optikai, (ezen belül történhet kontúrok, vagy térbeli formák letapintása).

Kapcsoló típusú tapintófej

Kapcsoló típusú tapintófejnél a tapintás pillanatában, meghatározott tapintókitérés elérésekor kapcsoló jel jön létre (pl. egy áramkör nyitása, vagy zárása révén), megtörténik a mérési tengelyek aktuális koordinátáinak kiolvasása

Mérő típusú tapintófej

A mérő típusú tapintófej alapját a három irányban rugóparallelogrammákkal felfüggesztett induktív érzékelők adják. A rugóparallelogrammákat egy motorikusan működő mechanizmus állandóan a középponti alaphelyzetbe vezeti vissza. Az alkalmazott mérőerő választható, 0.1N és 1N között.

Mérő típusú tapintórendszerrel a mérőpozícióban lévő tapintó kitérését a mérőfejben lévő külön útmérő rendszerek érzékelik, s a fejben és a hosszmérő rendszerben keletkezett mérőjel együttesen szolgáltatja a mérési eredményt.

Optikai letapintás

Ha mérendő alkatrész túl kicsi, lapos lemezszerű, vagy túl puha, a mechanikus letapintás nem jöhet szóba, ilyenkor kerülnek előtérbe az érintkezésmentesen dolgozó optikai szenzorok. Tény, ezek nem illeszthetők olyan univerzálisan az adott mérési feladathoz, mint az eddig ismert szenzorok, a tapintógolyók. Így a kontúrok, vagy a különböző térbeli alakzatok letapintására más-más módszert fejlesztettek ki.

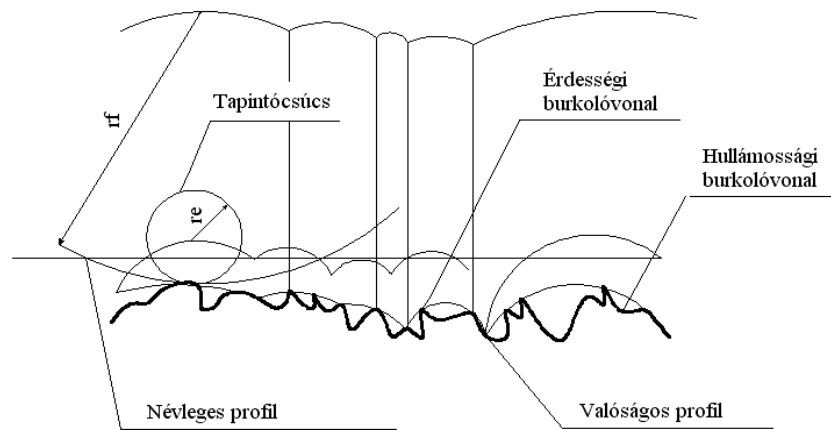
Kontúrok letapintása

Egy kontúr optoelektronikus úton történő letapintása nem más, mint a kontúr mentén a világos sötét átmenet leképezése az ún. CCD kamera fényérzékeny felületére. A leképező optika nagyszámú fényérzékeny elemből áll, melyek jele soronként lehívható és tárolható.

2. MIKROGEOMETRIAI JELLEMZŐK VIZSGÁLATA

2.1. Hullámosság értelmezése és ellenőrzése

A hullámosság a valóságos felületnek viszonylag kistérközű, különféle jellegzetes mintázatot mutató ismétlődő egyenetlensége. Az értékeléshez szükséges hullámossági profil, amely az észlelt profilból az alakhiba és az érdesség kiszűrésével származtatható (6. ábra).



6. ábra

A hullámosság és felületi érdesség értelmezése

A hullámossági profilból az alábbi jellemzők határozhatók meg:

Magasságirányú jellemzők:

- mért hullámosság-magasság (W_i),
- hullámosság – magasság (W_z) (7. ábra),
- hullámosság maximális magassága (W_{max}),

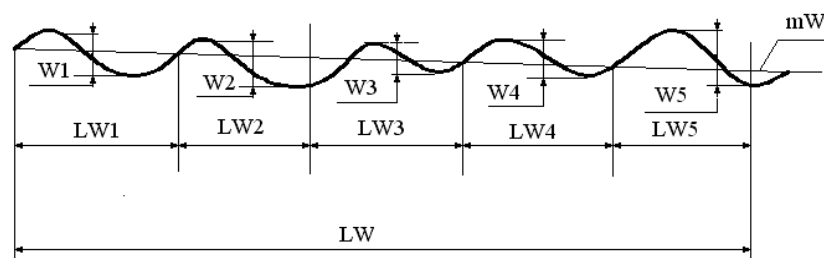
Profilirányú jellemző:

- a hullámosság közepes hullámhossza (s_w) (8. ábra).

A felületek minősítésére a hullámosság-magasság (W_z) megengedett értékeit írják elő.

Számítása:

$$W_z = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 w_i$$



7. ábra

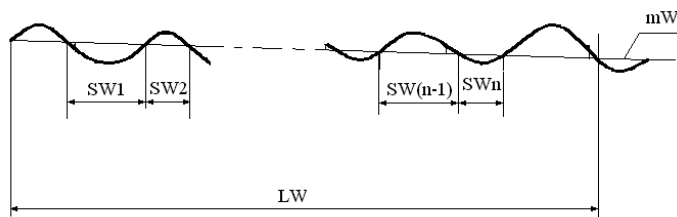
Hullámosság magasság

A közepes hullámhossz (s_w) az értékelési hosszon (L_w) belül mért egyenetlenségek hullámhosszainak átlagértéke.

További jellemző a hullámosság közepes hullámhossza.

Számítása:

$$s_w = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n s_{w_i}$$



8. ábra

A hullámosság közepes hullámhossza

Ellenőrzése

A hullámossági profil közvetlenül rajzolható fel az olyan műszerrel, amely a felületet egyidejűleg tapintócsúccsal és vezetősaruvál is érinti, és amelynek tapintócsúcs-sugara akkora, hogy az érdességnek minősülő egyenetlenségeket már nem észleli, a vezetősaruja pedig olyan nagy görbületi sugarú, amely a hullámossági profilt már nem tudja követni, tehát az alakhibának megfelelő burkoló vonal mentén halad (9. ábra)



9. ábra

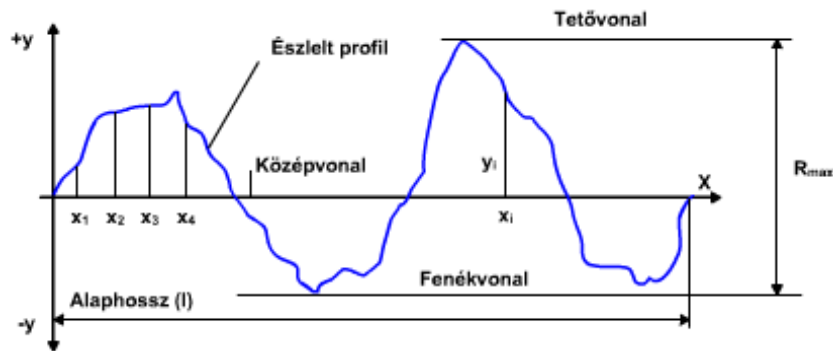
Hullámosság ellenőrzése

2.2. Felületi érdesség értelmezése és ellenőrzése

A kis hullámhosszúságú egyenetlenségeket együttesen felületi érdességnek nevezzük.

Az érdesség a munkadarab valóságos felületének viszonylag kistérközű, különféle jellegzetes mintázatot mutató ismétlődő egyenetlensége.

Felületi érdességgel kapcsolatos alapfogalmak (10. ábra):



10. ábra

A felületi érdességgel kapcsolatos fogalmak értelmezése

- **Felületi érdesség:** a munkadarab valóságos felületének viszonylag kis térközű, jellegzetes mintázatot mutató ismétlődő egyenetlensége.
- **Alapvonal:** az észlelt profil síkjában lévő olyan vonal, amelyhez viszonyítva az érdesség jellemzőit meghatározzák, ill. becsülik.
- **Alaphossz (l):** a felületi érdességet jellemző egyenetlenségek kiválasztására kijelölt alapvonal hossza.
- **Mérési hossz (ln):** a valóságos profil becsléséhez szükséges hossz. Ez egy vagy több alaphosszat ($l_1; l_2; \dots; l_4$) tartalmazhat.
- **Középvonal (m):** olyan alapvonal, amelynek az alakja megegyezik a névleges profillal és a valóságos profilt az alaphosszon belül úgy osztja ketté, hogy a profileltérések négyzetösszege minimális.

A felületi érdesség jellemzésére a következő érdességi jellemzőket használjuk:

- **Maximális egyenetlenség:** R_m
- **A középvonaltól mért legnagyobb egyenetlenség-magasság:** R_p
- **A középvonaltól mért legnagyobb egyenetlenség-mélység:** R_v
- **Egyenetlenség-magasság:** R_z

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^n |y_{pmi}| + \sum_{i=1}^n |y_{vmi}|}{5},$$

ahol

- y_{pmi} : az alapvonalától mért legnagyobb távolság pozitív irányban és
- y_{vmi} : az alapvonalától mért legnagyobb távolság negatív irányban.

- **Átlagos érdesség:** R_a

A valóságos profilpontok középvonalától mért átlagos távolsága az alaphossz tartományában.

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y(x_i)|$$

Az egyenetlenség formájával kapcsolatos jellemzők

Hordozóhossz: η

Az előírt p szinten a profilból a középvonallal, párhuzamos vonallal lemetezett szakaszok hosszainak összege az alaphosszon belül.

$$\eta = \sum_{i=1}^n b_i$$

Viszonylagos hordozóhossz: t_p

$$t_p = \frac{\eta}{l}$$

A felületi érdesség mérése

A megmunkált felületek tagoltsága, topográfiája (érdessége) jelentősen befolyásolja a felület funkcionális viselkedését. Számtalan olyan működő felület van, ahol a jó működés egyik előfeltétele az erősen tagolt, érdes felület, más esetekben viszont, főleg a kopások elkerülésére, kis érdességű felületek kialakítása és alkalmazása a cél.

Kétféle összehasonlító módszerrel is lehet vizsgálni az érdességet:

- Szubjektív módszer: a vizsgálandó felületet megfelelő mintákkal hasonlítjuk össze tapintás útján, szabad szemmel, élvonalzó, kézi nagyító vagy kettős mikroszkóp segítségével. Mikrogeometriai jellemző ezzel a módszerrel csak durván becsülhető meg. Általában kiegészítő módszerként alkalmazzuk.

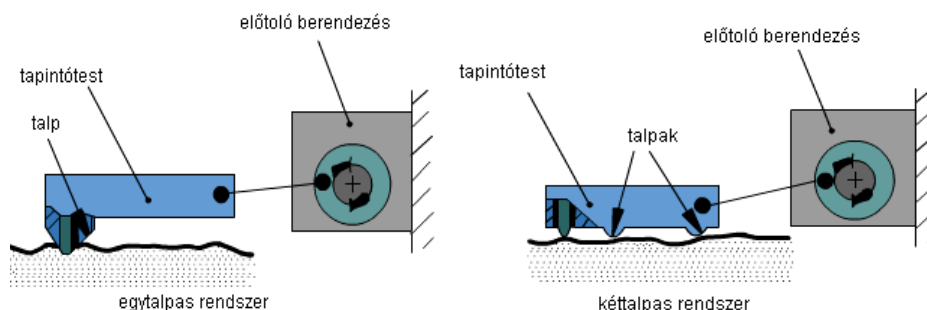
- Objektív módszer: a felület érdességét fény, hang, levegő vagy villamos tulajdonságok felhasználásával az egyes fizikai effektusokat érzékelő műszerek segítségével lehet vizsgálni. Ezek alapján elméleti összefüggések vagy tapasztalati skálák szerint állapíthatók meg a mikrogeometriai jellemzők.

Ellenőrzés metszettepintós módszerrel (11. ábra)

A felület mechanikus tapintóelemmel úgy tapintható le, hogy a tapintóelem tengelye axiális elmozdulása közben önmagával párhuzamosan haladva egy fiktív metszősíkot határoz meg. A metszet kétféle módon nyerhető, a tapintócsúcs le-fel mozogva pontszerűen vagy folyamatosan csúszva tapintja le a vizsgálandó felületrészt.

Objektív mérésrel a felületi érdesség pontosabban határozható meg. Ezek a műszerek az érdesség tényleges értékét adják, és az eredményt számítással vagy a műszer skálájáról közvetlenül leolvastva kapjuk meg. A finommechanikai felületi érdesség-mérő műszerek 100...0,4 μm pontossággal képesek átlagos felületi érdességet mérni. A finommechanikai működésű műszerek mechanikus úton nagyítják fel az érdességet, tapintóérzékelő segítségével. Ezt a mozgást diagramíróval összekötve a műszer rögzíti az eltéréseket, így érzékelhető. A hagyományos metszettepintós (kétdimenziós) érdesség méréseknél a mérés eredményét számos tényező befolyásolja. A legfontosabbak:

- kiértékelési hossz,
- a mintavételi távolság értéke,
- a középvonal helyzete,
- a tapintó csúcssugarának nagysága,
- a mérőerő,
- a vontatási sebesség, stb.



11. ábra

Metszettepintós módszer

Sokféle metszettepítő műszer létezik, amelyek ugyanarról a felületről is eltérő mérési eredményt adhatnak. Ezért a mért értékeket összehasonlítani csak azonos műszerrel és azonos feltételek mellett szabad.

3D-s érdességi vizsgálat

A mikrotopográfiai paraméterekkel történő jellemzés a felület térbeli egyenetlenségeinek valósághűbb feltárását, kiértékelését teszi lehetővé. A 3D-s paraméterek jelentős része a 2D-ben jól ismert jellemzők egy dimenzióval magasabb szintre helyezésével keletkezett. A térbeli jellemzés egyrészt számszerű paraméterekkel, másrészt a felület képi feldolgozásával valósítható meg. A két módszer (a fent említett metszettepítő módszer és az elektronmikroszkópiai) jól kiegészíti egymást és alkalmasak a felületek háromdimenziós vizsgálatára. A pásztázó elektronmikroszkópos felvételek készítésével a munkadarabról olyan információkat kaphatunk, amelyekkel sokrétűen elemezhetjük a darabot.

Irodalomjegyzék

1. Fancsali Józsefné – Leskó Balázs- Ludvig László: Minőség-ellenőrzés, Tankönyvkiadó, Budapest, 1981
2. Dr. Horváth Sándor: a felületi hullámosság 2D-s és 3D-s jellemzése, a működési tulajdonságokra gyakorolt hatásának vizsgálata és elemzése, Doktori értekezés, Budapest, 2008
3. Farkas Gabriella: Esztergált műszaki műanyag felületek mikrotopográfiai jellemzői, Doktori értekezés, Gödöllő, 2010
4. Dr. Tolvaj Béláné: Gépipari mérések, kézirat, 2007
5. Hörcsik Renáta: Koordináta mérés technika elmélete és gyakorlata, Diplomamunka, 2003