



Szörös Gábor

Felületi érdesség mérése, megállapítása



A követelménymodul megnevezése:

Általános anyagvizsgálatok és geometriai mérések

A követelménymodul száma: 0225-06 A tartalomelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-017-12



FELÜLETI ÉRDESSÉG MÉRÉSE, MEGÁLLAPÍTÁSA

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Az alkatrészek alkalmazhatóságának egyik döntően befolyásoló tényezője a gyártás során létrehozott felületi érdesség. A felületi érdesség részben befolyásolja az érintkező, egymáson elmozduló felületeken fellépő súrlódást, és az ennek hatására bekövetkező kopást, illetve élettartamot, másrészt a dinamikus igénybevételnek kitett alkatrészek kifáradással szembeni – a felületi repedésekből, egyenetlenségekből kiinduló repedések miatt – ellenálló képességet. Ilyen elemek pl. mérőeszközök mérőfelületei, csapágyak futófelületei, szerszámgépek csúszó vezetőkeinek felületei.

Másrészt számtalan olyan működő felület van, ahol a jó működés egyik előfeltétele az erősen tagolt, érdes felület (pl. ragasztandó-, festendő felületek, zsugorkötésre előkészített felületek, fékszerkezetek működő felületei).

Ezen funkcionális műszaki okok miatt a gépgyártás és gépüzemeltetés területén egyre nagyobb jelentősége van a különböző gépalkatrészek felületi érdességének pontos, egzakt és gazdaságos mérésének.

Ezeknek az ismereteknek az elsajátításához nyújt segítséget ez a tanulási útmutató.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

A gépek és gépipari szerkezetek elemeinek (alkatrészeinek) felületeit elméletileg – a műszaki rajzon – általában egyszerű mértani formák (sík, henger, kúp, gömb stb.) határolják. A valóságban azonban a gyártással szükségszerűen együtt járó zavaró hatások (rezgések, lengések, deformációk, kopások stb.) miatt minden felületen kisebb-nagyobb felületi egyenetlenségek (bemélyedések: karcok, barázdák; kiemelkedések: dudorok, rücskök stb.) keletkeznek, amelyek jelentősen befolyásolják az alkatrészek használati és működési tulajdonságait. Ezek az egyenetlenségek határozzák meg a felület geometriai minőségét.

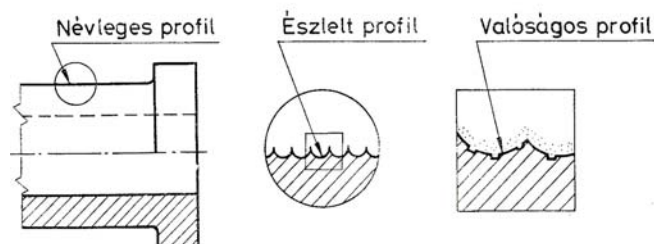
Az összeszerelt alkatrészek felületei részben kapcsolódnak egymással. A kapcsolódó, működő felületek illeszkedését, súrlódási és kopási viszonyait, élettartamát többek között a felületi egyenetlenségek is befolyásolják. De szükség lehet a nem kapcsolódó felületek egyenetlenségeinek korlátozására is pl. esztétikai okokból (látható felületeken) vagy munkavédelmi megfontolásból, pl. fogantyúk, kapcsolókarok felületein.

A gépek, berendezések működését, megbízhatóságát és élettartamát az alkatrészek méret- és alakhűsége mellett nagymértékben befolyásolják a működő felületek egyenetlenségei és a felületi réteg fizikai sajátosságai is. E felismerés alapján kezdődött a működési tulajdonságok és a felületi jellemzők összefüggéseinek kutatása.

A felületek minősége azonban nem adható meg olyan egyszerűen, mint pl. a hengerfelület a henger átmérőjével, és vizsgálatára sem alkalmasak az egyszerű hossz mérő eszközök. Ezért először ki kellett találni olyan jellemzőket, amelyek egyszerűen meghatározhatók és jól jellemzik a felületek működési tulajdonságait.

FELÜLETEK JELLEMZŐI

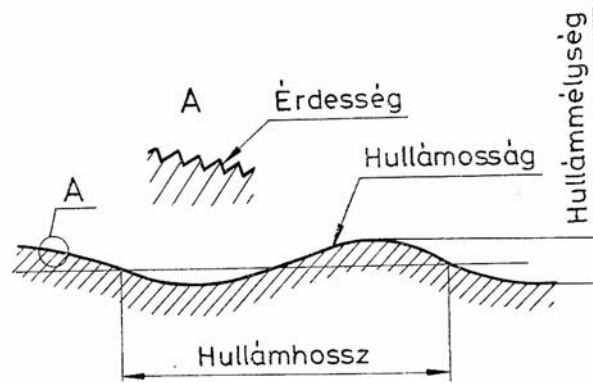
Az alkatrészeknek a műszaki rajzon névleges méretekkel megadott felületei ideális mértani felületek, amelyeket *névleges felületnek* nevezünk. Az alkatrész anyagát a környezetétől elválasztó *valóságos felület* azonban – különböző gyártási okok miatt – mindig eltér a névleges felülettől. A valóságos felület viszont a mérőeszközök pontatlanságai miatt nem ismerhető meg pontosan, ezért helyette értékelésre elfogadjuk az *észlelt felületet*, amely a valóságos felületnek a mérés eredményeként adódó megközelítése.



1. ábra. Névleges és valóságos felület

A valóságos felület eltérései az egyenetlenségek. Az eltérések nagyságrendje alapján meghatározható jellegzetes egyenetlenségek:

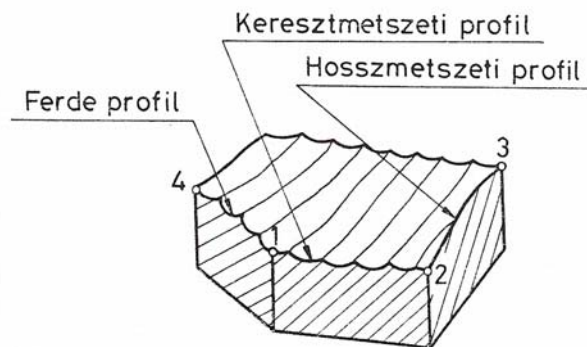
- alakeltérés: a valóságos felület alakjának eltérése a névleges felület alakjától. Makrogeometriai jellemző;
- hullámosság: viszonylag nagy hullámhosszúságú és kis mélységű egyenetlenség;
- érdesség: kis hullámhosszúságú, de ehhez képest mély egyenetlenség;
- mikroérdesség: a felület határrétegének kristályrács szabálytalansága, amely fizikai és kémiai hatásra jön létre.



2. ábra. Hullámosság és érdesség

A felületi egyenetlenségek gyakran jellegzetes szabályszerűségeket mutatnak, például gyalult és esztergált felületeken a szerszám élének határozott irányú megmunkálási nyomai. Azokon a felületeken, melyeken az egyenetlenség iránya kitűzhető, több profilirány különböztethető meg. Ennek megfelelően megkülönböztetünk:

- hosszmetzeti profil,
- keresztmetzeti profil,
- ferde profil.



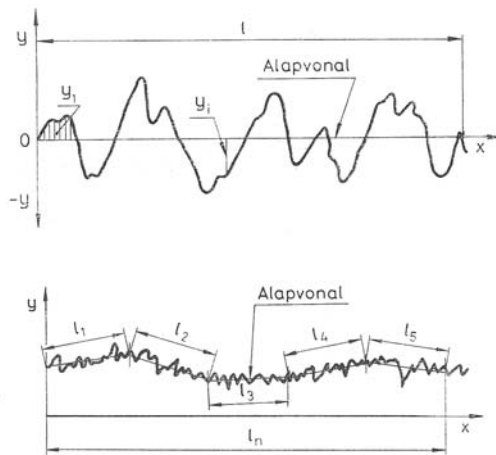
3. ábra. Hosszmetzeti-, keresztmetzeti és ferde profil

A felületi érdességet általában a megmunkálás irányára merőlegesen (keresztmetzeti profil) mérjük. Különböző finomfelületi megmunkálásoknál (pl. leppelés, hónolás) a megmunkálás iránya változó, ezért ilyenkor az érdességmérést is több irányban szokásos végezni, és a mérések átlagát veszik figyelembe.

FELÜLETI ÉRDESSÉGI MÉRŐSZÁMOK

A mérőszámok feladata, hogy jellemezzék a felületet. Ebből származó természetes követelmény, ha két felület *mérőszáma azonos*, akkor a két felület *minősége egyforma legyen*. Anélkül, hogy további fejtegetésekbe bocsátkoznánk, megállapíthatjuk, hogy a jelenleg ismeretes mérőszámok egyike sem alkalmas a felület egyértelmű meghatározására. Ebből következik az is, hogy kettő, esetleg három mérőszám azonossága szükséges ahhoz, hogy a két felületet azonosnak minősítsük.

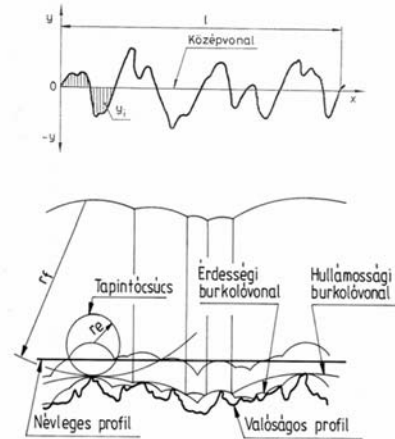
Mielőtt a mérőszámokat meghatároznánk, meg kell ismerkednünk néhány – főleg geometriai – fogalommal. A felületi érdességméréseket a legritkábban sikerül a felület teljes hosszán végezni. A *mérési hossz* az észlelt profil, méréssel befogott szakasza. Az *alaphossz* a mérési hossz kiértékelésre használt szakasza.



4. ábra. Mérési- és alaphossz

A mérőszámok meghatározására két rendszer alakult ki. Ez a két rendszer a vonatkoztatási alapon különbözik egymástól. Egyik a **középvonalas** vagy **M**-rendszer, a másik a **burkolóvonalas** vagy **E**-rendszer.

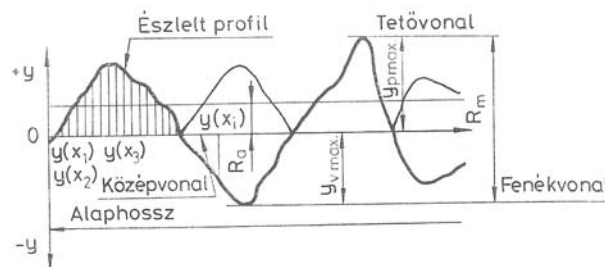
Az **M**-rendszer vonatkoztatási alapja a középvonal. Ez úgy osztja ketté az észlelt profilt, hogy a felette lévő kiemelkedések és az alatta lévő bemélyedések területe megegyezik. Az **E**-rendszer vonatkoztatási alapja pedig a burkolóvonal, amely a profilon végigvezetett meghatározott sugarú kör középpontjának pályájával egyenközű vonal, amely a kiemelkedő csúcsokra illeszkedik. A burkolóvonal a gördülőelem sugarával megegyező sugarú kör íveiből tevődik össze, amely mint alapvonal alkalmas az észlelt profil jellemzésére.



5. ábra. Az M-, és az E-rendszer felépítése

1. Átlagos érdesség

Az átlagos érdesség (R_a) az észlelt profil pontjainak a középvonaltól mért átlagos távolsága az alaphossz tartományában. Értékét megkapjuk, ha a középvonal feletti és alatti ordinátákat – az előjel figyelembe vétele nélkül – összeadjuk és az összeget elosztjuk az ordináták számával.



6. ábra. Átlagos érdesség

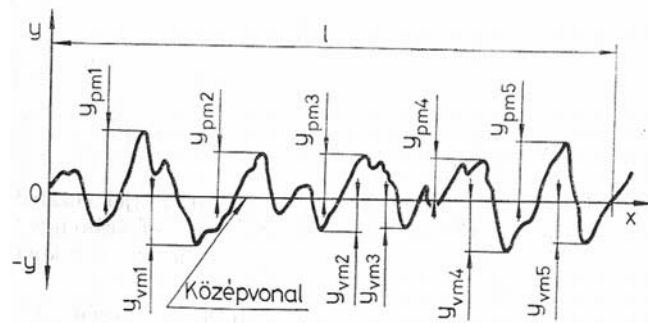
$$R_a = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_n}{n} \quad [\mu m]$$

ahol

- $y_{1,2,3,\dots,n}$ az egyes ordináták hossza a középvonaltól mérve,
- n az ordináták (csúcsok) száma.

2. Egyenetlenség-magasság

Az egyenetlenség-magasság (R_z) az alaphosszon belül az észlelt profil öt legmagasabb és öt legmélyebb pontjának a távolságából határozható meg a következő összefüggéssel:



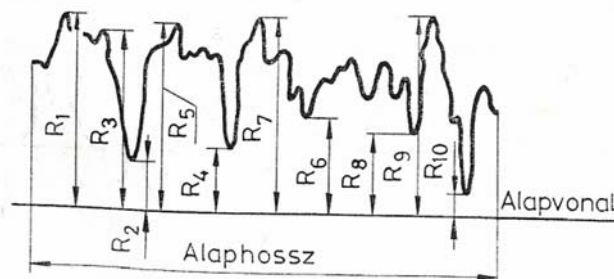
7. ábra. Egyenetlenség-magasság

$$R_z = \frac{|y_{pm1}| + |y_{pm2}| + |y_{pm3}| + |y_{pm4}| + |y_{pm5}| + |y_{vm1}| + |y_{vm2}| + |y_{vm3}| + |y_{vm4}| + |y_{vm5}|}{5} \quad [\mu m]$$

ahol

- $y_{pm1...5}$ az egyes legmagasabb profilpontok távolsága a középvonaltól,
- $y_{vm1...5}$ az egyes legmélyebb profilpontok távolsága a középvonaltól.

Az egyenetlenség-magasság a profil középvonala nélkül is meghatározható a következő összefüggés segítségével:



8. ábra. Egyenetlenség-magasság tíz pont szerint

$$R_z = \frac{(R_1 + R_3 + R_5 + R_7 + R_9) - (R_2 + R_4 + R_6 + R_8 + R_{10})}{5} \quad [\mu m]$$

ahol

- R_1, R_3, R_5, R_7, R_9 a legmagasabb profilpontok távolsága egy tetszőleges alapvonaltól,
- $R_2, R_4, R_6, R_8, R_{10}$ a legmélyebb profilpontok távolsága ugyanattól az alapvonaltól.

3. Maximális egyenetlenség

A maximális egyenetlenség (R_m) a tetővonal és a fenékvonal távolsága, az alaphossz határain belül, mely a következő összefüggéssel határozható meg:

$$R_m = y_{p \max} + y_{v \max}$$

4. Simasági mérőszám

A simasági mérőszám (R_q) közelítő értéke nem más, mint a megfigyelt profil és a középvonal által meghatározott ordináták négyzeteiből alkotott számtani középérték négyzetgyöke, mely a következő összefüggéssel határozható meg:

$$R_q = \sqrt{\frac{y_1^2 + y_2^2 + y_3^2 + \dots + y_n^2}{n}} \quad [\mu m]$$

AZ ÉRDESSÉGMÉRÉS MÓDSZEREI ÉS ESZKÖZEI

A gyártmányok és a gyártás minőségének megítéléséhez, illetve fejlesztéséhez szükség van a felületminőség vizsgálatára is. Ehhez pedig olyan vizsgálati módszerek, mérési elvek és mérőeszközök kellene, amelyek segítségével a felületek mikrogeometriai jellemzői (az érdesség és a hullámosság mértani jellemzői) megfelelő pontossággal, reprodukálható módon és gazdaságosan meghatározhatók, illetve feljegyezhetők.

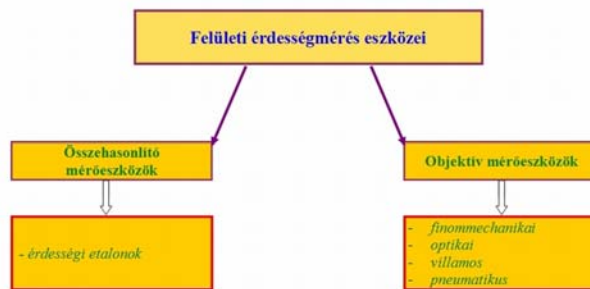
Lehetőségként számos laboratóriumi és műhelyi mérőeszköz áll rendelkezésre, amelyek közül mindig a felület minőségének és a vizsgálati célnak leginkább megfelelőt kell választani.

A felületi érdesség mérhető:

1. összehasonlító méréssel. Ennek hátránya, hogy az előforduló szubjektív hibák miatt nem eléggé megbízható.
2. objektív méréssel. Ennek műszerei az optikai műszerek kivételével közvetlenül a felületi érdesség mérőszámaira hitelesítettek.

Az összehasonlító vizsgálatok csak a mikrogeometriai jellemzők becslésére alkalmasak. A felületminőség pontosabb (számszerű) megítéléséhez fejlettebb módszerekre és eszközökre van szükség. Az érdességmérő műszerek nagy része tapintócsúccsal érintkezik a mérendő felülettel és az észlelt profil alapján valamelyik érdességi mérőszámot értékeli ki.

A műszerek roncsolásmentesen, felületi metszetek mentén vizsgálnak, amelynek helyét úgy kell megválasztani, hogy az egész felületet statisztikusan jellemezze.



9. ábra. Az érdességmérő-eszközök csoportosítása

FELÜLETI ÉRDESSÉG MEGÁLLAPÍTÁSA ETALONOKKAL

A készremunkált felületek egyenetlenségei a legegyszerűbben látással és tapintással értékelhetők. Ehhez a munkadarab felületét etalonokkal hasonlítjuk össze. Ezek az etalonok a különböző érdességeknek megfelelő felületminták. Az etalonok készletben kerülnek forgalomba, anyagukat, alakjukat szabvány írja elő. Az etalonnal szemrevételezéssel, illetve körömmel karcolva hasonlítjuk össze a munkadarabot. A vizsgálat pontosságát nagyban befolyásolja a munkadarab és az etalon anyaga, megmunkálási módja. Célszerű ezért, ha a munkadarabhoz hasonló megmunkálású etalonokat használunk. Ez okból négyféle készletet különböztetünk meg:

- esztergáláshoz és
- maráshoz,
- síkfelületekhez
- domború, hengeres felületekhez.

Sík munkadarabot csak sík, hengerest pedig csak domború etalonnal hasonlíthatunk össze. Az érdességi etalonok egyszerűbb változata a korong alakú műanyag etalon fémbevonattal. Egy házban egy forgatható korong alakú etalon található, melyen tíz különböző érdességű körcikket képeztek ki. Az érdességi mintákhoz a házban lévő "ablakon" férhetünk hozzá. A minták alaktartó anyagból készülnek. Értékelő felületükkel szemben fontos követelmény a korrózió- és kopásállóság.

A különböző eljárásokhoz használatos etalonok érdességei:

R _a átlagos érdesség, [µm]			
Köszörült	Esztergált és fűrt	Palást- és homlokmar	Gyalult
0,02			
0,04			
0,08			
0,16			
0,32	0,32	0,32	
0,63	0,63	0,63	0,63
1,25	1,25	1,25	1,25
2,50	2,50	2,50	2,50
	5,0	5,0	5,0
	10,0	10,0	10,0

10. ábra. Érdességi minták érdességei

A kifogástalan becslés előfeltételei:

- helyes megvilágítás,
- az értékelő és vizsgált felület alak és megmunkálásának azonossága,
- a látással egyidejűleg a tapintás alkalmazása,
- finom felületek tapintás helyett szabad szemmel való vizsgálata,
- a minta és a vizsgált darab anyagának azonossága.



11. ábra. Érdességi etalonsorozat

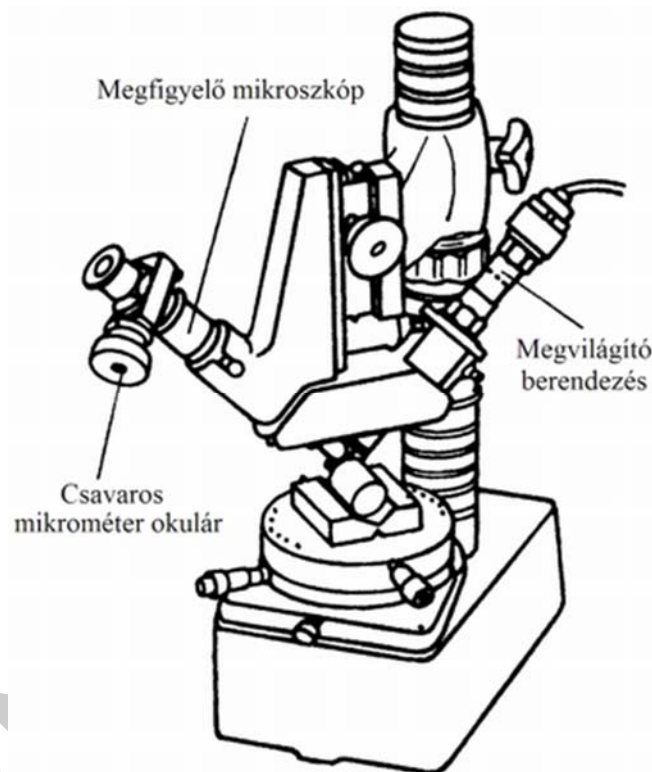
FELÜLETI ÉRDESSÉG MEGÁLLAPÍTÁSA KÖZVETLEN MÉRÉSEL

1. Finommechanikai mérőeszközök

A mechanikai műszerek kizárólag mechanikus elemekből épülnek fel, tehát mechanikusan érzékelnek és értékelnek. Méréskor a vizsgált felületen gyémánt tapintócsúcs mozdul el, amelyet a felület egyenetlenségei függőleges irányban is elmozgatnak. Ezt az elmozdulást egy mechanikus áttétel ezerszeres nagyításban rajzolja fel körív alakú diagrampapírra. A felület minősége a felrajzolt diagramról értékelhető.

2. Optikai elven működő mérőeszközök

Ezekkel a műszerekkel optikai metszet egy vagy több párhuzamos fény- és árnyékhatároló síkkal készíthető. Többféle optikai elven működő mérőeszköz közül a legelterjedtebb a Linnik-Schmaltz-féle mikroszkóp. A mikroszkópon két tubus található. Az egyikben a fényforrás van és egy keskeny résen, gyűjtőlencsén keresztül vékony "fénypengét" vetít a felületre, amely onnan visszaverődik a másik tubus irányába. A visszaverődött fényt a másik tubus lencserendszerén keresztül figyelhetjük meg. Az okulárban a 45°-os szög alatt elvágott felületet látjuk. Az okulárban a felület profilja kétszer jelenik meg (a metszősugár első és hátsó csíkja).



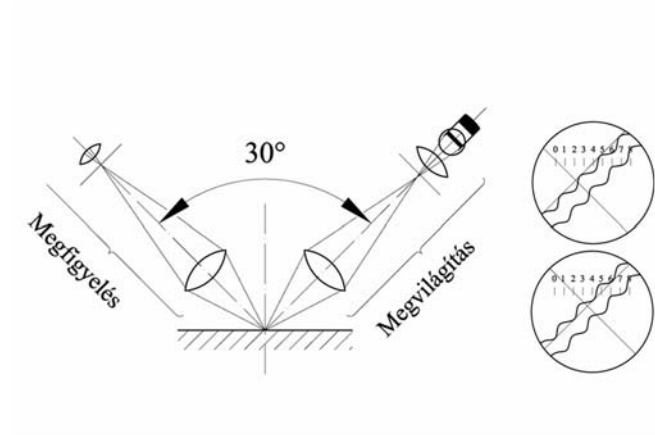
12. ábra. Linnik-Schmaltz-féle mikroszkóp felépítése

A szemlencsében lévő vékony vonalat az érdesség alsó és felső vonalára állítva az érdesség mélysége lemérhető és az érdesség az alábbi összefüggéssel meghatározható:

$$R = \frac{a}{N \cdot \sqrt{2}} \quad [\mu m]$$

ahol

- a az okulár mikrométerével leolvasható érdességmélység,
- N az optikai rendszer nagyítása

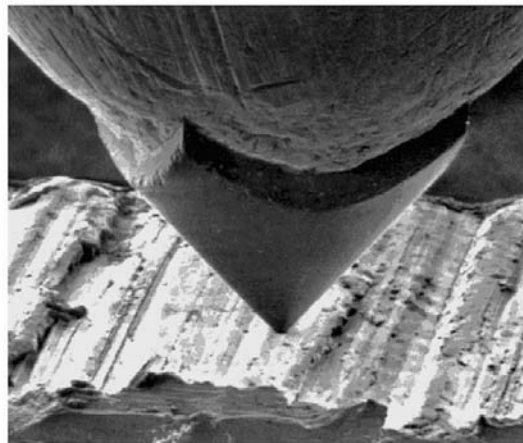


13. ábra. Linnik-Schmaltz mikroszkóp sugármenete és látómezeje

3. Villamos elven működő mérőeszközök

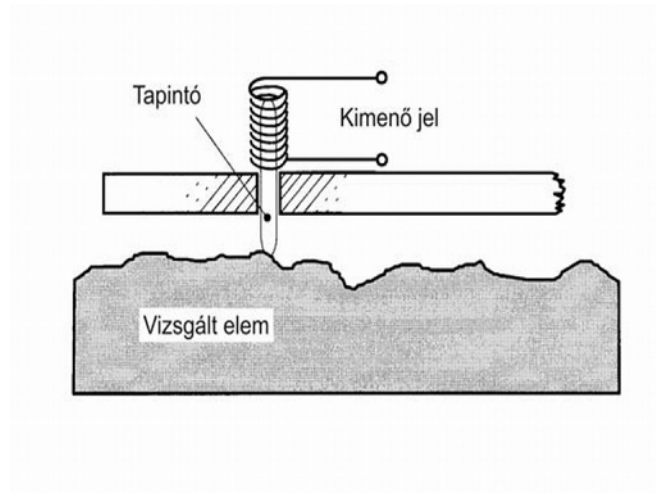
A villamos elven működő felületi érdesség- mérők a topografikus műszerek közé tartoznak, mivel kivétel nélkül a tapintócsúccsal követni igyekeznek a felület profilját. A villamos érdességmérő műszerek általában a következő négy fő részből állnak:

- az érzékelőfej (jeladó),
- erősítő,
- leolvasóberendezés,
- célaritmetika.



14. ábra. Villamos érdességmérő tapintó csúcsa

A célaritmetikának különböző szintű szolgáltatásai vannak. A legegyszerűbbek az érdességi magassági paramétereket szolgáltatják és képesek profildiagram készítésére, amelyből az érdességi paraméterek utólag számítással határozhatók meg.



15. ábra. Villamos érdességmérés elve

KORSZERŰ FELÜLETI ÉRDESSÉG MÉRÉS ESZKÖZEI, MÓDSZEREI

A ma használatos korszerű műhely körülmények között alkalmazható érdességmérő készülékek általános jellemzője, hogy számos szabvány alapján definiált érdességi norma mérésére, kiértékelésére és ábrázolására képes. A mérési eredményeket általában az érintő képernyő segítségével numerikusan és grafikusan is képes megjeleníteni, illetve beépített nyomtatójuk lévén nyomtatni.

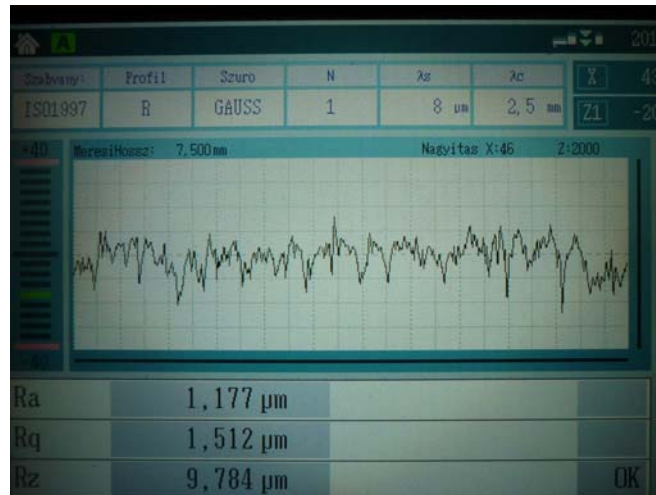


16. ábra. Hordozható felületi érdességmérő

Egyéb szokásos tulajdonságok:

- kis tömeg, hordozható kivitel,

- nagy mérési tartomány,
- energiatakarékos (Auto-Sleep funkció),
- egyszerűen kezelhető felhasználói felület,
- PC-hez csatlakoztatva vezérelhető adatkiadás.



17. ábra. Felületi érdességmérő kijelző felülete

A berendezés szokásos felszereltsége, alap konfigurációja:

- tapintó,
- előtoló egység,
- kijelző,
- hordtáska,
- csatlakozó kábel,
- hálózati adapter,
- érdességi etalon,
- kalibráló lemez,
- kezelési útmutató.

1. Mérés folyamata profilmetszéses mérőeszkővel

- A mérőeszköz beüzemelése a mérési folyamat végrehajtásának és a mérendő alkatrésznek megfelelően. Az előtoló egység csatlakoztatása.
- Mérőeszköz bekapcsolása. Telep vagy adapter üzemmód kiválasztása.
- A mérési feltételek, körülmények beállítása (szűrőbeállítás, paraméterválasztás, levágási érték, illetve a kiértékelési hossz beállítása).
- Kalibrálás végrehajtása érdesség-etalonok segítségével.
- Mérés végrehajtása adott szabvány szerint.
- Mérési adatok kiadása, mentése, SPC adatok küldése RS-232C porton a PC-hez.
- Napi szintű karbantartás, tárolás biztonságos helyen, telepek töltése.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Olvassa el a feladatot figyelmesen!

Tanulmányozza az alkatrészrajzon lévő felületminőségi előírásokat!

Válassza ki az adott felületi érdelességek méréséhez szükséges műhely-, és labor-mérőeszközöket!

Készítse elő szakszerűen a mérendő munkadarabot és a mérőeszközöket a méréshez!

Végezze el a felületiérdelesség-mérő előzetes kalibrálását!

Tanulmányozza a felületiérdelesség-mérésre vonatkozó szabvány előírásait!

Végezze el a felületiérdelesség-mérőn a paraméterválasztást, valamint a levágási érték meghatározását!

A megadott mérési utasítás alapján végezze el munkadarab előírt felületeire az érdelességmérést!

Végezze el a mérőeszközzel való adatküldést a számítógépre!

Végezze el a számítógépes adatfeldolgozást, kiértékelést és dokumentálást!

Tartsa be a munka- és balesetvédelmi előírásokat!

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK**1. feladat**

Ismertesse a mikro-, és makrogeometria fogalmát és legfontosabb jellemzőit!

2. feladat

Definiálja a névleges és a valóságos felület fogalmát!

3. feladat

Milyen irányban, illetve irányokban szoktak felületi érdességmérést végezni? Válaszát indokolja!

FELÜLETI ÉRDESSÉG MÉRÉSE, MEGÁLLAPÍTÁSA

4. feladat

Milyen követelményt támasztunk a felületi érdelességi mérőszámokkal szemben? Mikor tekinthető két felület azonos minőségűnek?

5. feladat

Írja le az átlagos felületi érdelesség fogalmát, jelölését, meghatározását!

6. feladat

A felületi érdelesség mérésnek milyen módszerei ismeretesek?

7. feladat

Röviden ismertesse az etalonnal történő érdességmérést!

8. feladat

Mutassa be a villamos felületi érdességmérés elvét!

MEGOLDÁSOK

A címelem tartalma és formátuma nem módosítható.

1. feladat

A gépek és gépipari szerkezetek elemeinek (alkatrészeinek) felületeit elméletileg – a műszaki rajzon – általában egyszerű mértani formák (sík, henger, kúp, gömb stb.) határolják. A valóságban azonban a gyártással szükségszerűen együtt járó zavaró hatások (rezgések, lengések, deformációk, kopások stb.) miatt minden felületen kisebb–nagyobb felületi egyenetlenségek (bemélyedések: karcok, barázdák; kiemelkedések: dudorok, rücskök stb.) keletkeznek, amelyek jelentősen befolyásolják az alkatrészek használati és működési tulajdonságait. Ezek az egyenetlenségek határozzák meg a felület geometriai minőségét.

2. feladat

Az alkatrészeknek a műszaki rajzon névleges méretekkel megadott felületei ideális mértani felületek, amelyeket *névleges felületnek* nevezünk. Az alkatrész anyagát a környezetétől elválasztó *valóságos felület* azonban – különböző gyártási okok miatt – mindig eltér a névleges felülettől.

3. feladat

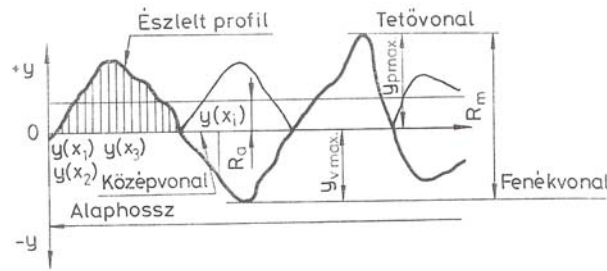
A felületi érdességet általában a megmunkálás irányára merőlegesen (keresztmetszeti profil) mérjük. Különböző finomfelületi megmunkálásoknál (pl. leppelés, hónolás) a megmunkálás iránya változó, ezért ilyenkor az érdességmérést is több irányban szokásos végezni, és a mérések átlagát veszik figyelembe.

4. feladat

A mérőszámok feladata, hogy jellemezzék a felületet. Ebből származó természetes követelmény, ha két felület *mérőszáma azonos*, akkor a két felület *minősége egyforma legyen*. Anélkül, hogy további fejtegetésekbe bocsátkoznánk, megállapíthatjuk, hogy a jelenleg ismeretes mérőszámok egyike sem alkalmas a felület egyértelmű meghatározására. Ebből következik az is, hogy kettő, esetleg három mérőszám azonossága szükséges ahhoz, hogy a két felületet azonosnak minősítsük.

5. feladat

Az átlagos érdesség (R_a) az észlelt profil pontjainak a középvonaltól mért átlagos távolsága az alaphossz tartományában. Értékét megkapjuk, ha a középvonal feletti és alatti ordinátákat – az előjel figyelembe vétele nélkül – összeadjuk és az összeget elosztjuk az ordináták számával.



18. ábra. Átlagos felületi érdesség

$$R_a = \frac{y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_n}{n} \quad [\mu\text{m}]$$

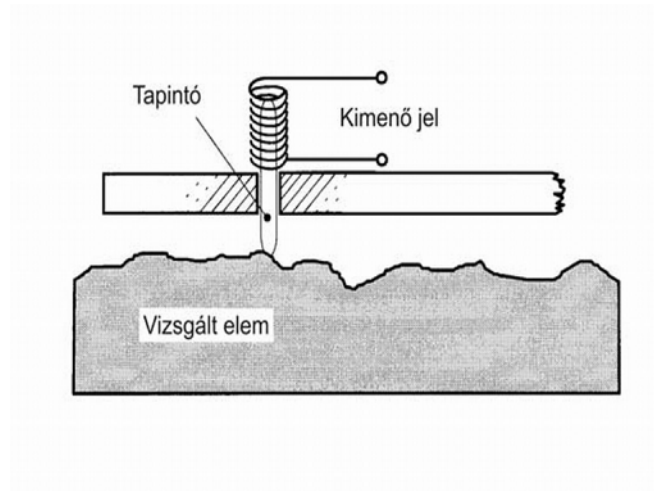
6. feladat

3. összehasonlító mérés. Ennek hátránya, hogy az előforduló szubjektív hibák miatt nem eléggé megbízható.
4. objektív mérés. Ennek műszerei az optikai műszerek kivételével közvetlenül a felületi érdesség mérőszámaira hitelesítettek.

7. feladat

A készremunkált felületek egyenetlenségei a legegyszerűbben látással és tapintással értékelhetők. Ehhez a munkadarab felületét etalonokkal hasonlítjuk össze. Ezek az etalonok a különböző érdességeknek megfelelő felületminták. Az etalonok készletben kerülnek forgalomba, anyagukat, alakjukat szabvány írja elő. Az etalonnal szemrevételezéssel, illetve körömmel karcolva hasonlítjuk össze a munkadarabot. A vizsgálat pontosságát nagyban befolyásolja a munkadarab és az etalon anyaga, megmunkálási módja. Célszerű ezért, ha a munkadarabhoz hasonló megmunkálású etalonokat használunk.

8. feladat



19. ábra. Villamos érdességmérés elve

A villamos elven működő felületiérdesség- mérők a topografikus műszerek közé tartoznak, mivel kivétel nélkül a tapintócsúccsal követni igyekeznek a felület profilját.

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Majdán István: Gépalakatrészek felületminősége. Szabványkiadó, Budapest 1980.

Dr. Szilágyi László: Gépipari mérések. Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1986.

Dr. Harmath József: Mérési gyakorlatok. Képzőművészeti Kiadó, Budapest 2004.

Használati utasítás "Surftest 211". Mitutoyo

AJÁNLOTT IRODALOM

Dr. Harmath József: Mérési gyakorlatok. Képzőművészeti Kiadó, Budapest 2004.

MUNKANYAG

A(z) 0225-06 modul 017-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	Székaforgácsoló
33 521 08 0000 00 00	Szerszámkészítő

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

30 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