

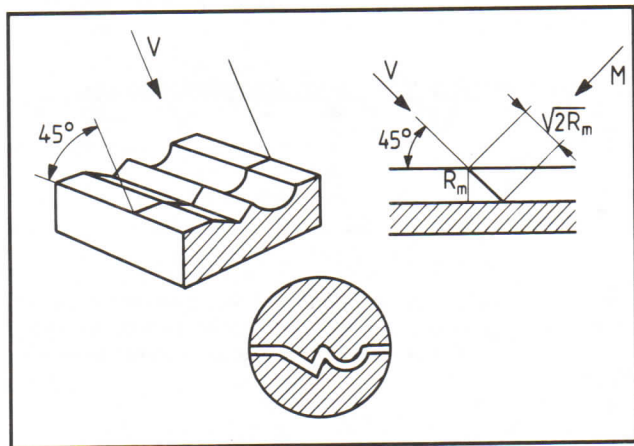
# Alumíniumfelületek érdességvizsgálata

Dr. Szombathy Emil\*

Az utóbbi időben mindgyakrabban van szükség olyan szerkezeti elemekre és egyéb gyártmányfelelésekre, amelyeket szélszerűen alumíniumból vagy ennek ötvözetéből kell elkészíteni. Ilyen felületek egyik jellegzetessége az acélanyagfelelésekhez képest viszonylagos lágyaságuk, ami az ott kifejlesztett szokásos érdességmérési technikában nehézségeket okoz. Szokás ugyanis, hogy a felületet valamilyen tű alakúra kiképzett tapintó érinti, majd azon elcsúszik. Az elcsúszás közben a felület mikrogeometriai egyenetlenségének megfelelő, a felületre merőleges tapintóelmozdulásokat a mérőrendszer villamos, optikai, esetleg mechanikus áttételezéssel feldolgozza és az érdesség valamilyen jellemzőjét kijelzi. Alapvető követelmény, hogy a tapintó érintkező vége hegyes legyen azért, hogy – a sokszor tízedmikrométer nagyságrendű – egyenetlenségek gödreit minél jobban követhesse. Az egyenetlenségek követését elősegítő rugóerőből és – bizonyos elrendezés esetén – a lengő tömegek súlyából származó fajlagos felületi nyomás nagy lesz. Ebből következik: lágyabb fémek esetén alkalmazni nem célszerű, mert a tű a felület kiálló egyenetlenségeit átszakítja.

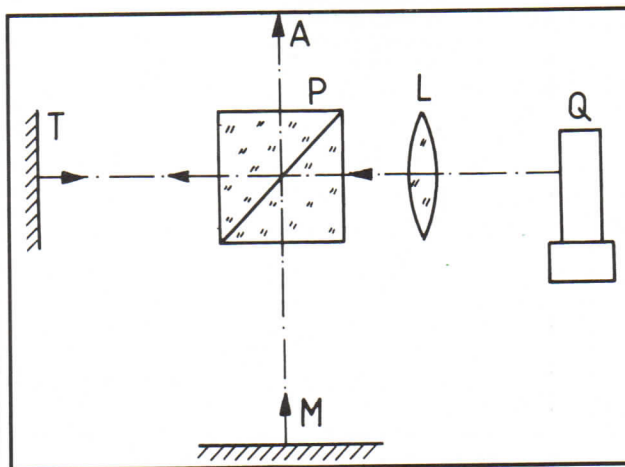
## Lehetőségek

Az említett hátrány ún. sugárérzékeléssel küszöbölhető ki. Fénysugár alkalmazásakor egy V vetítő a felületre  $45^\circ$ -os hajlásszögű keskeny fénycsíkot vagy szárvonalat bocsát, amely a vetítőre merőleges irányban elhelyezett M mikroszkóppal megfigyelhető (Schmaltz módszer). Ez az ún. fénymetszéses módszer az 1. ábrán látható. Ha a felületen barázdászerű bemélyedések vagy kiemelkedések vannak, akkor a mikroszkóp látómezőjében egy – a felületi egyenetlenségek nyomát követő fénycsík vagy szárvonal van. Ennek szélességi méretei a valóságos méret és a mikroszkóp nagyításának szorzata, mélységben pedig ennek  $\sqrt{2}$ -szeresei. A leolvasásokat megfelelően kalibrált mérőokulárok könnyítik meg.

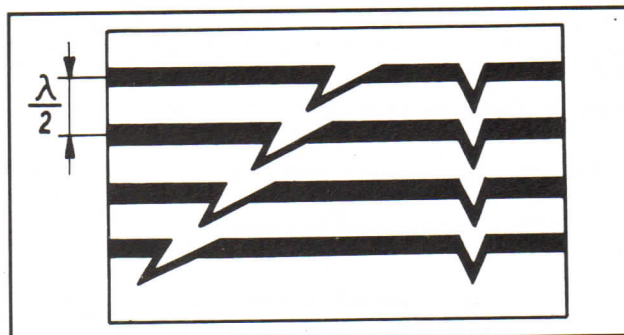


1. ábra Fénymetszéses érdességmérés

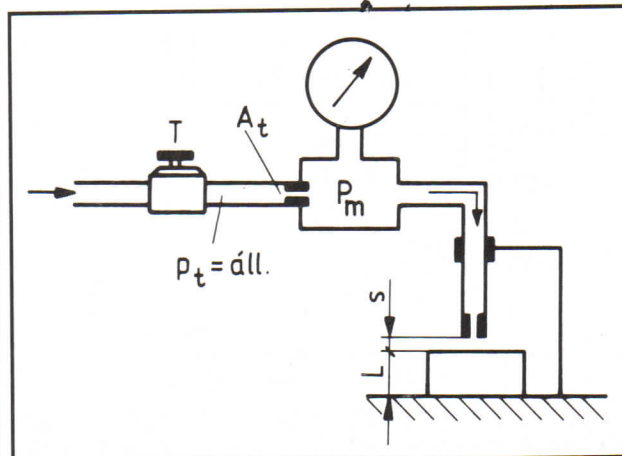
Tökéletesen fényes felületek esetén interferenciás módszer is alkalmazható (2. ábra). A Q monokromatikus fényforrás sugarait az L lencse párhuzamosítja és a P bontóprizma félig áteresztő rétegére viszi. Innen a fény egy része a T tükröre, a másik része pedig az M vizsgálandó felületre esik, majd visszaverődések után az A irányban egyesülnek. Ha a különböző utakat befutott sugarak útkülönbsége a fény  $\lambda$  hullámhosszával (vagy ennek többszörösével) azonos, akkor az intenzitások összegződnek. Ha azonban a távolságkülönbség  $\lambda/2$ , akkor kioltják egymást. Ha az M felület enyhén ferde, akkor váltakozva láthatóak világos és sötét sávok. A megtört mérték az érdes felület barázdáira, ill. árkaira utal (3. ábra). A megtört interferencia-sávokat úgy kell kiértékelni, mint térképen a szintvonalakat.



2. ábra Interferenciás mérőrendszer vázlata



3. ábra Interferenciasávok alakulása



4. ábra A pneumatikus mérés elve

Az ismertetett eljárások hosszadalmasak, elsősorban laboratóriumi vizsgálatokra alkalmasak. Általánosságban mindinkább a légsugaras (pneumatikus) módszerek kezdenek elterjedni, ezért ezzel részletesebben is érdemes foglalkozni.

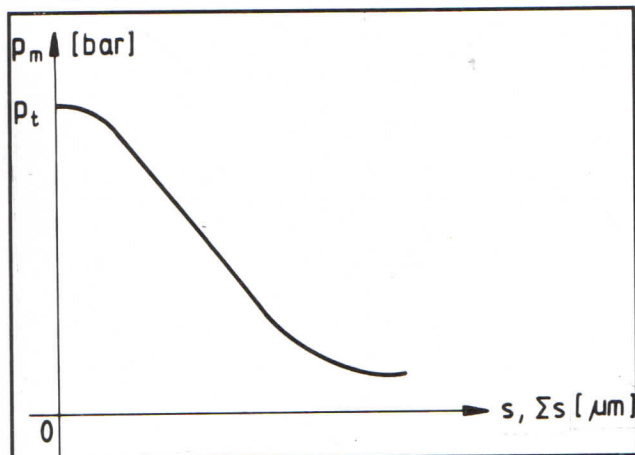
## Pneumatikus érdességmérés

A pneumatikus mérés alapja közismert: ha egy T nyomásszabályozóval létesített állandó  $p_t$  nyomású levegőt két – viszonylag szűk – nyíláson vezetünk át, a két nyílás közötti térben a levegő  $p_m$  mérő nyomása a nyíláskeresztmetszetek arányától függ. Az első nyílást egy állandó

\* BME Közlekedésmérnöki Kar Gépelemek Tanszék

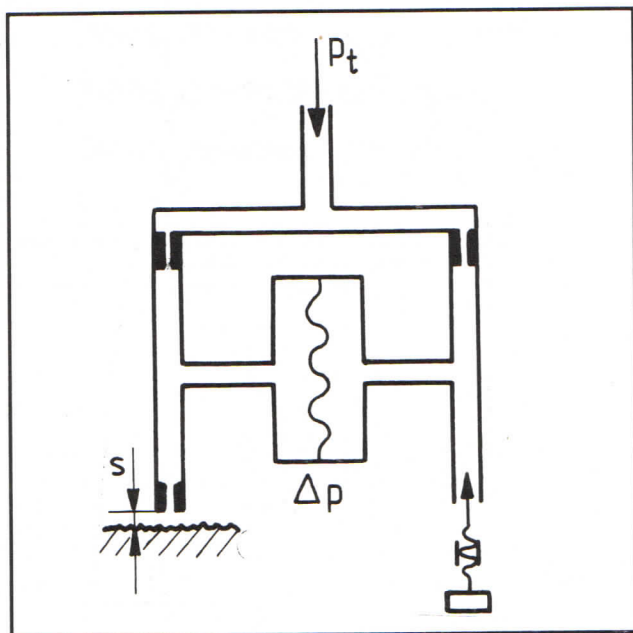


$A_2 = d_{b,ms}$  mérőnyílás jelenti ( $d_b$  = a mérőfúvóka belső furatának átmérője). Állandó táptöltés esetén a mérőnyomás alakulását a mérőnyílás függvényében az 5. ábra mutatja. Sajnos ez nem lineáris, de a



**5. ábra** A pneumatikus mérés jelleggörbéje

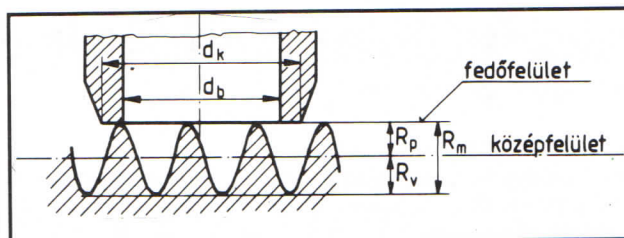
6. ábrán bemutatott megoldással azzá tehető. Ez lényegében kettős mérőrendszer, amelynek baloldali részének mérőnyomása egy differenciálmérő egyik oldalára kerül. A jobb oldali „szekunder” mérőrendszer „mérőnyomása” pedig egy csavarral finoman beállítható.



### 6. ábra Mérőfej elhelyezése

Ha ez a jelleggörbe inflexió's pontjára esik, úgy a mérőnyílás szórásához tartozó nyomásváltozások ehhez képest viszonylag szűk tartományúak, ennek környezetében a különbségi értékek változása gyakorlatilag lineáris. A nyomáskülönbségek kijelzése lehetséges villamos úton (pl. a membránra ragasztott nyúlásmérőbélvények segítségével), de egyes gyártmányok (pl. MASSI féle pneumatikus alapműszer) tiszta pneumatikus megoldásúak.

Az ismertetett műszerek általános hossz mérésre alkalmasak, de megfelelő mérőfejek segítségével érdességvizsgálatra tehetők alkalmassá. A mérőnyílást ugyanis nemcsak az  $s$  légrés, hanem a felület érdessége is befolyásolja, sőt állandó légrés esetén csak ez. Az érdességi szelvény középvonalát a szokásos módon értelmezve ugyanis a profilgörbe és a középvonal által bezárt területek egyenlők (és egyben a legkisebbek) akkor a felületi barázdek közötti kiáramlási felület  $\underline{s} = 0$ , vagyis a mérőfejnek a felületre való ráhelyezése esetén (7. ábra):



### 7. ábra Jelleggörbe linearizálása

$$A_2 = d_b \pi (R_m - R_v) = d_b \pi R_p$$

Bevezetve a  $K_v = \frac{R_v}{R_m}$  formatényező, lesz:

$$A_2 = d_b \pi (R_m - K_v R_m) = d_b \pi R_m (1 - K_v)$$

A mérés tehát azon alapszik, hogy a fedőfelület és a középfelület egymástól való távolságát meghatározza. Amilyen mértékben lehet ebből a távolságból az érdesség valamilyen szabványos jellemzőjét kellő megbízhatósággal megállapítani, csak annyira ismerhető el a mérés létjogosultsága. Az előbbi összefüggésből nyilvánvaló, hogy ennek eldöntése elsősorban a formatényezőzt, valamint az  $R_m$  és  $R_a$  (MSZ 1156 szerinti átlagos érdesség) közötti esetleges kapcsolatot kellett vizsgálat tárgyává tenni. A kapott eredmények örvendetesek, mivel az egyes megmunkálási módok között messzemenő összhang mutatkozott:

Forgácsolt felületeken:  $K_v = 0,45; 0,46; 0,47; 0,46$

Homoköntvényeken:  $K_v = 0,46; 0,48; 0,45; 0,45$

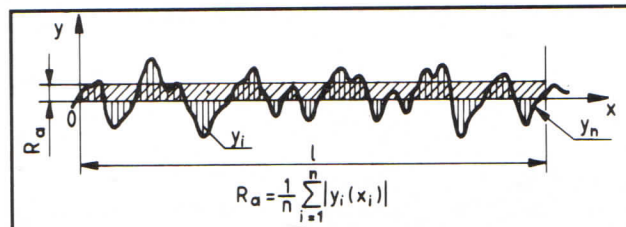
Kokillaöntvényvöken:  $K_v = 0,46; 0,47; 0,45$

Az optikus vizsgálatokkal nyert adatok számtani középértéke  $K_v = 0.46$  (kb. 6%-os hibahatárral).

A pneumatikus műszerek általában hosszúságmérésekre (a mérendő középfelületének távolsága a fúvóka homlokfelületétől) vannak kalibrálva. Ez a távolság:

$$s = R_m(1 - 0,46) = 0,54 R_m$$

Az  $R_m$  ritkán használatos jellemző. A gyakorlat legtöbbször az  $R_a$  átlagos érdességet alkalmazza (8. ábra), amely a profil pontjainak a



8. ábra Átlagos érdekesség értelmezése

középvonalától mért átlagos távolsága az  $l$  alaphossz tartományában. Az  $R_m$  és  $R_a$  jellemzők egymástól függetlenek, közelítő átszámítás közöttük azonban lehetséges. Djacsenko kutatási eredményeit elfogadva:

$$R_m = 5,3 R_a^{0,9}$$

vaqyis a műszer mutatása:

$$s = 0,54 \cdot 5,3 R_a^{0,9} = 286 R_a^{0,9}$$

Részletesebb vizsgálatok [1] bizonyították, hogy a ténylegesen mutatott  $s$  érték az előbbtől egy  $\delta$  értékkel kisebb. Ennek oka az áramló levegőnek a felületmenti sűrűsége. Számértékei a fűvókának a mérendő felületre való ráhelyezésekor a fűvóka  $d_b$  belső, ill.  $d_k$  külső átmérőinek viszonyától függ:

|                    |                                     |
|--------------------|-------------------------------------|
| $d_k / d_b = 2,13$ | $\delta = 9,1 \text{ } \mu\text{m}$ |
| 1,87               | 7,0 $\mu\text{m}$                   |
| 1,60               | 4,6 $\mu\text{m}$                   |
| 1,47               | 3,3 $\mu\text{m}$                   |
| 1,20               | 0,9 $\mu\text{m}$                   |

Látható, hogy finom felületek méréséhez, meglehetősen hegyes, vagyis kis  $d_k/d_h$  fúvókaméretek használhatók eredményesen.

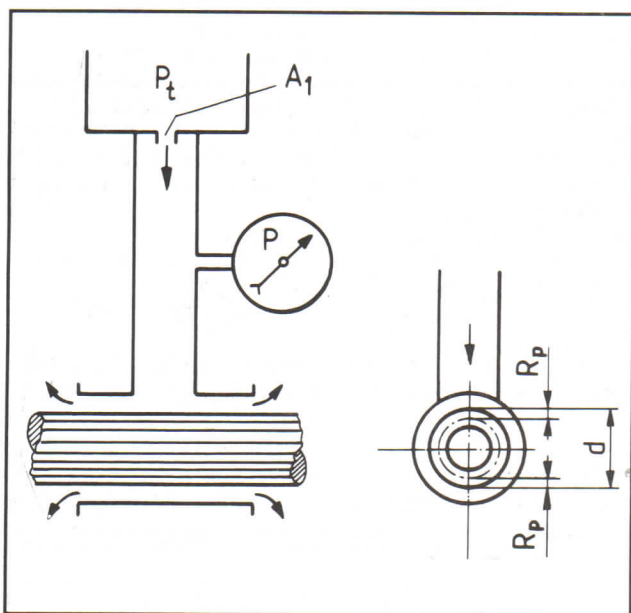


Szólni kell még az alaphosszúságról. Erre felületérdesség méréshez bizonyos szabványos ajánlatok vannak (MSZ 4722). Ez jelen esetben a fúvóka  $d_b$  belső átmérője mentén kiterített I kerület. Ha a változatokat Renard 5-ös számsor szerint sorakoztatjuk, akkor

|             |     |     |     |    |                                          |
|-------------|-----|-----|-----|----|------------------------------------------|
| I = 2,5     | 4   | 6   | 10  | 16 | 25 mm esetén a mérőfúvóka $d_b$ méretei: |
| $d_b = 0,8$ | 1,3 | 1,9 | 3,2 | 5  | 8 mm.                                    |

A bekeretezett együttes a könnyűfémek mérési területét jórészt lefedik, így elsősorban ezek ajánlottak annál is inkább, mivel gyakorlati kivitelezésük kényelmesen és egyetemlegesen használható műszerhez vezet.

A továbbiak bemutatnak egy olyan lehetőséget, amellyel alumínium-huzalok felületérdessége mérhető. Köztudomású, hogy a huzalok érdességi barázdái hosszirányúak, és az érdesség a hajlíthatóságot erősen befolyásolja. A mérés lényege: a huzal átmérőjét előbb pneumatikus (9. ábra), majd mechanikus módszerrel mérve, a különbségek közül a felületérdesség megállapítható.



9. ábra Huzalmérés elve

Vizsgáljuk meg az  $A_2$  kiáramlási felületet, vagy ami ezzel szoros kapcsolatban van, azt a fojtást, ill. ennek változását, amit a mérőfúvókába behelyezett vizsgálóhuzal jelent. Tökéletesen síma huzalok okozta fojtás, az ábrán feltüntetett kétoldalas fúvóka esetén:

$$A_0 = 2 \frac{d^2 \pi}{4}$$

Érdes felületen a fojtás az előbbiekhöz képest megváltozik. Ez a változás:

$$A_R = A_0 - 2[d - (2R_p)] = 2 \frac{\pi}{4} [d^2 - (d - 2R_p)^2]$$

A négyzetre emelést elvégezve és összevonva a másodrendűen kicsiny tagok elhanyagolásával azt kapjuk, hogy az  $A_R$  változás egy olyan körgyűrű alakú felület, amelynek belső átmérője  $d$ -nél  $4 R_p$ -vel kisebb, vagyis a pneumatikus érzékelés

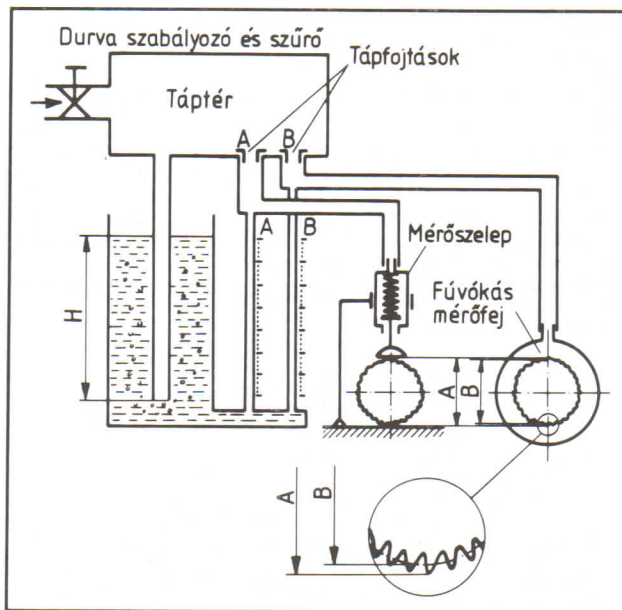
$$\Delta d = 4 R_p = 4 \cdot 2,86 R_a^{0,9} = 11,4 R_a^{0,9}$$

értékkel méri kisebbnek a huzalt, vagyis az átlagos érdesség:

$$R_a = 0,9 \sqrt{\Delta d / 11,4}$$

A  $\Delta d$  megállapításához a  $d$  külső átmérő ismerete is szükséges. Ez megfelelő érzékenységű – de föltétlen mechanikus tapintású – hossz-mérő eszközzel aránylag könnyen megoldható. Jó megoldás, ha a kereskedelembe kapható kétmérőhelyes alpműszer egyik mérőhelyére ún. pneumatikus mérőszелеpet csatlakoztatunk [2]. Ezt mérőállványba fogva a külső átmérő meghatározható (10. ábra A méret). A

készülék másik mérőhelye a fúvókás mérőfejhez kapcsolódik. Az állandó tápnyomást egy vízzel töltött tartályba H mélységre benyúló merülőcső biztosítja. A táptér ennél a vízoszlopmagasságnál nagyobb nyomást nem kaphat, mert az a többletlevegő, amely ezt okozná, buborékok alakjában a folyadékoszlopon át a szabadba távozik. Túlságosan erős hálózati nyomás esetén ez a levegő a folyadékot ki is lökhetné a tartályból, ezért a rendszer elé egy szűrővel egybekötött durva szabályozó nyert elhelyezést, amely egyben az áramlás lezárására, vagyis a készülék kikapcsolására is szolgál. A mérőnyomások az A és B mérőoldalak tápfőtása után egy üvegcsőben levő folyadékszint állása szerint alakulnak. Az üvegcsővek mellé helyezett skála a mérőértékeket mikronos számozású kalibrálásban jelzi. A vizsgálandó huzalt előbb a bal oldali mérőszелеp alá, majd a jobb oldali mérőfúvókába kell helyezni. A mutatósi értékkülönbség szerint az átlagos érdesség az előző összefüggés alapján szerkesztett nomogramból leolvasható.



10. ábra Pneumatikus kisnyomású huzalérdesség mérő

Az ismertetett kisnyomású ( $H = p_t = 500 \dots 1000$  mm v.o.) műszer hátránya, hogy olajos és egyéb tisztázatlan felületek nem mérhetők, így a felület mérés előtt meg kell tisztítani. A nagynyomású műszerek ( $p_t = 1,5 \dots 2$  bar) érzékenyen a tisztátalanságokra, így ezek különösen alkalmasak üzemi, gyártásközbéli, esetleg folyamatos mérésekre. Nagynyomású műszereken a folyadékoszlopos nyomásszabályozót membrános szabályozók, reduktorok, a folyadékszintállítás szerinti skálákat pedig manométerek helyettesítik.

A pneumatikus mérőrendszereket mindig el kell látni levegőszűrőkkel. Ilyen célokra legjobbak az ülepítő szűrők. Lényegük, hogy az áramló levegő útjába egy viszonylagos nagy átmérőjű edényt iktatunk. Itt a sebesség lecsökken, a víz- és olajgőz kicsapódik és az egyéb tisztátalanságokkal együtt az edény alján összegyűlik, ahonnan egy lefúvatócsap nyitásával időnként eltávolítható.

## IRODALOM

- [1] Do Thanh Hein: Pneumatikus hossz-méréstechnika alkalmazása sajtóoló kötések készítésénél. BME Közl. Kar Gépelemek Tsz. közleményei (63. sz.)
- [2] Dr. Szombathy E.: Roughness testing of rough surfaces. Acta Imeko 1979. p. 535..542
- [3] Dr. Szombathy E., Dr. Borbás L.: Gépelemek mikrogeometriai kiértékelése pneumatikus módszerrel. BME Közl. Kar Gépelemek Tsz. közleményei (10. sz.)
- [4] Dr. Szombathy E.: Gépelemek (mérések, vizsgálatok) Egyetemi jegyzet J7-1079. Tankönyvkiadó, Bp. 1989.

922 054 057