



Földi László

Mérések optikai eszközökkel

NSZFI
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:

Általános anyagvizsgálatok és geometriai mérések

A követelménymodul száma: 0225-06 A tartomelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-016-12

MÉRÉSEK OPTIKAI ESZKÖZÖKKEL

ESETFELVETÉS–MUNKAHELYZET

A korábbi példákon keresztül látni lehetett, hogy milyen mechanikai módszerek szükségesek ahhoz, hogy a leolvasási pontosság, illetve a mérőeszköz érzékenysége nagyobb legyen. Viszont mechanikai úton a leolvasási pontosság nem növelhető a végtelenségig. Ez a cél egyre komplikáltabb szerkezeteket igényel, ezzel pedig a szerkezeti hibák valószínűsége, és nagysága megnő. Mindemellett megjelent az apró, tagolt profilok mérésének igénye is.

Olyan mérési elvre van tehát szükség, amely alapvetően nem mechanikus, és kielégíti a pontossági igényeket, és kicsiny kiterjedésű geometriák mérésére is alkalmas. Az optikai eljárások ezeket a feltételeket teljesítik:

- nem a méretet nagyítják elsősorban, hanem magát a darabot, így megbízhatóbb eredmény kapható,
- a fény nem mechanikus elem, nem kopik, nem okoz szerkezeti hibát,
- az optikai eszközök többnyire kielégítik az ABBE-féle elvet, tehát a mérés során mechanikai hiba nem valósul meg,
- a felnagyított munkadarabok képén keresztül történő mérés lehetővé teszi apró profilok ellenőrzését is.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

OPTIKAI MÉRŐESZKÖZÖK

Az optikai mérőeszközök fejlődése során azok különböző típusai alakultak ki. A fontosabb csoportokat tekintve:

- mikroszkópok
- projektorok
- optikai finomtapintók

A mechanikai eszközökkel történő mérés során megszokhattuk, hogy a mérőfelületet a munkadarab mérendő geometriai eleméhez érintjük, és így jutunk mérési információhoz. Optikai mérés során – kivéve az optikai finomtapintókat – nincs mérőfelület, a fény "nem ér hozzá" a munkadarabhoz, ezért más elven kell eljárni.

AZ OPTIKAI MÉRÉS MÓDSZERE

Az optikai mérési eljárásoknak két csoportja létezik:

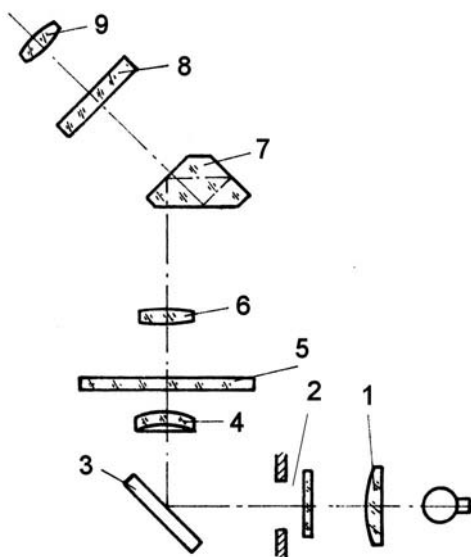
- az optikai rendszer a munkadarab nagyításához szükséges (mikroszkóp, projektor)
- a méret nagyítása történik optikai úton (optikai finomtapintó)

Mivel a második csoportba tartozó mérőeszközökkel történő mérés eljárása megegyezik a hagyományos, korábban tanult különbségmérők használatával, ezért ebben a részben az első csoportba tartozó mérőeszközökkel foglalkozunk.

Alapvető különbség, hogy nem magát a darabot, hanem annak "látványát", nagyított képét mérjük. Ehhez a következő elemekre van szükség:

- fény – ami megvilágítja munkadarabot,
- mérőasztal – amire ráhelyezzük a munkadarabot,
- nagyító berendezés – ami nagyítja a darabról alkotott képet (objektív),
- leolvasó berendezés – amin keresztül látjuk a darab képét (okulár, vagy képernyő),
- skála – amiről az eredményeket le lehet olvasni (mikrométer-orsó, üvegléc, profilokulár).

A következő ábrán a mikroszkóp működési elvét jellemző optikai sugármenetet láthatjuk:



1. ábra. A mikroszkóp sugármenete¹

¹ Szilágyi László: Gépipari mérések

Az ábrán látható módon a fény a fényforrásból kiindulva kondenzorlencsén (1), a rekeszen (2), tükrön (3) és ismét kondenzoron (4) keresztül jut el a tárgyasztalig (5), amelyen a munkadarab helyezkedik el. Tehát a mérendő darab alulról van megvilágítva, és tovább már csak annyi fény jut, amennyit a darab nem árnyékol le.

A tárgyasztal felett helyezkedik el a nagyításért felelős objektív (6), majd a pentaprizma (7), amely megnöveli fény úthosszát. A munkadarab képét hordozó fény profillemezen (8) keresztül jut tovább a szemlencsébe, vagyis az okulárba (9).

A sugármenetből jól látszik, hogy a mérés az árnyékhatás elvén alapul, vagyis az okulárban fény-árnyék részek váltakoznak a munkadarab tagoltságától függően. Gyakorlatilag méréskor a profilt alkotó fény-árnyék határvonalak távolságát ellenőrizzük.

AZ OPTIKAI MÉRÉS FOLYAMATA

A munkadarab nagyított képén történő hosszmerési eljárás mikroszkópon – függetlenül az alkalmazott mérőeszköz fajtájától és a mérés céljától – általánosan a következő lépésekből áll:

- a mérés céljának megfelelő okulár felhelyezése,
- az objektív nagyításának meghatározása, ha szükséges az objektív cseréje,
- a munkadarab felhelyezése a tárgyasztalra,
- a mikroszkóp bekapcsolása,
- a munkadarab képének élesre állítása az objektív magassági helyzetének változtatásával,
- a munkadarab mérendő geometriai eleméhez tartozó fény-árnyék határvonal okulár szátkeresztjéhez való igazítása a tárgyasztal mozgásával,
- a tárgyasztal pozíciójának leolvasása,
- a második mérendő geometriai elem igazítása az okulárhoz,
- a tárgyasztal második pozíciójának leolvasása,
- a keresett hosszúság kiszámítása a két leolvasott értékből (különbségképzés).

A szög- és profilmérés eljárása az egyes mérőeszközök tárgyalásánál lesznek részletezve.

MIKROSZKÓPOK

Felépítésüket tekintve a legegyszerűbb optikai eszközök. Az alkalmazás helyét tekintve lehetnek:

- műhelymikroszkóp
- mérőszobai mikroszkóp

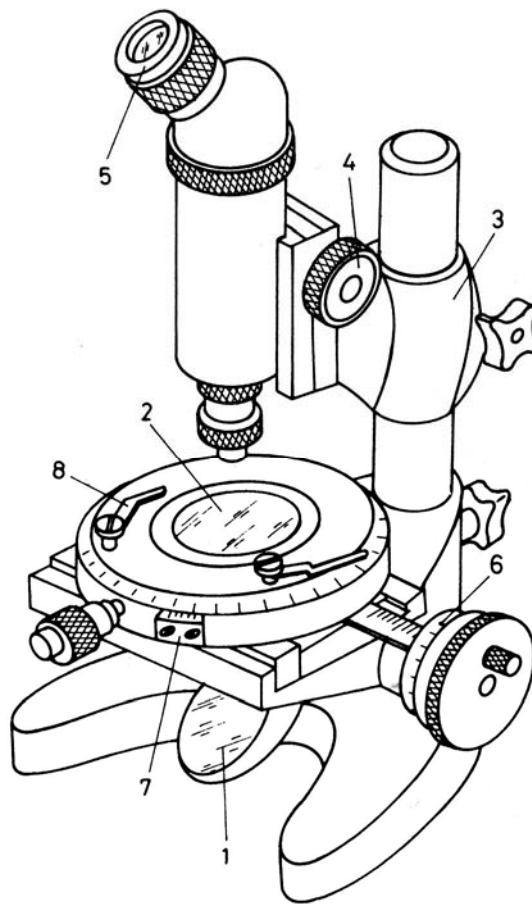
A mikroszkóppal mérhető geometriai jellemzők:

- hosszúság
- szög

- egyszerű és összetett profilok (lekerekítés, különböző csavarmenetek, fogazat)

1. Kis mérőmikroszkóp

A kis mérőmikroszkóp saját fényforrással nem rendelkező, hordozható mikroszkóp, kimondottan műhelyi mérésre. Kis mérési tartománnyal rendelkezik, egyszerű szálkeresztes okulárral van felszerelve. Hosszméréshez mikrométeres orsók, szögméréshez szögosztással rendelkező körasztal áll rendelkezésre. Okulárja nem cserélhető, ezért profilmérésre nem alkalmas.



2. ábra. Kis mérőmikroszkóp²

A mikroszkóp részei:

1. Tükör. Mivel saját fényforrással nem rendelkezik, ezért segítségével kell a külső fényt a tárgyasztal alá juttatni.
2. Tárgyasztal. Forgatható, mikrométerorsóval két irányban mozgatható.
3. Konzol. A mikroszkóp oszlopára illeszkedve tartja a tubust, benn az optikai elemekkel. Magassága az oszlopon állítható, durva élességállításra alkalmas módon.

² Szilágyi László: Gépipari mérések

4. Finomállító csavar. A munkadarab-kép élességének finom beállítására alkalmas, fogaskerék-fogasléc áttételen keresztül.
5. Okulár. A szemlencsében egyszerű szátkereszt áll rendelkezésre, amely elfordítható. Az okulár a tubusban hosszirányban mozgatható, így lehetővé válik a szátkereszt képnek élesre állítása.
6. Mikrométerorsó. Az asztal két, egymásra merőleges irányban mozgatható mikrométerorsók segítségével. A leolvasás a mikrométereknél tárgyalt módon történik, 0,01 mm-es leolvasási pontossággal.
7. Szög-nóniusz. A tárgyasztal szélén szögosztás található, amely hajlásszög optikai úton történő mérését teszi lehetővé, 6'-es leolvasási pontosság mellett.
8. Rögzítő karok. A munkadarab tárgyasztalhoz való rögzítését teszi lehetővé.

Mérés kis mérőmikroszkóppal

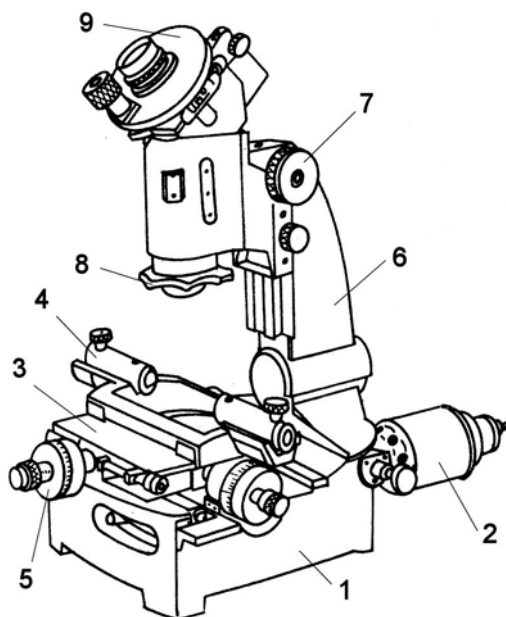
Az általános mérési folyamatnak megfelelően az élesre állított munkadarab képet a szátkereszthez a mikrométerorsók forgatásával kell illeszteni úgy, hogy az asztalt a mérés irányával megegyezően kell mozgatni, és a mérés irányára merőleges szátkereszthez kell illeszteni. Mindkét mérendő fény-árnyék határvonalnál le kell olvasni az orsók állapotát, majd az eredményhez a két kapott értéket ki kell vonni egymásból.

Szögméréskor a mérendő szögszárakat körasztal forgatásával kell illeszteni a megfelelő szátkereszthez, majd mindkét illesztett él esetében le kell olvasni a körasztal szélén lévő szögosztást a szögnóniusz segítségével. A keresett szög a két leolvasott érték különbsége.

2. Műhelymikroszkóp

A műhelymikroszkóp az előző mérőeszköznél merevebb állványú, kereszt- és hosszirányú mérési tartománya mérőhasábok alkalmazásával kiterjeszthető. Az objektív és az okulár cserélhető, így megfelelő idomlemezek segítségével profilmérésre is alkalmas mérőeszköz, műhelyben és mérőszobában egyaránt alkalmazható.

Leolvasási pontossága hosszméréskor: 0,005 mm, szögméréskor körasztalon 6', szögmérő okulár alkalmazásával 1'.



3. ábra. Műhelymikroszkóp³

A mikroszkóp felépítése:

1. Állvány – hordozza a tárgyasztalt és az optikai elemeket tartalmazó egységet.
2. Fényforrás – a munkadarab kellő teljesítményű megvilágításához.
3. Tárgasztal – kialakítása lehetővé teszi különböző mérési feladatok végrehajtását segítő segédeszközök felszerelését, alkalmazását (körasztal, központosító tengely).
4. Központosító tengely – külön egységként felszerelve a tárgyasztalra lehetővé teszi forgásszimmetrikus alakzatok központos felfogását.
5. Mikrométerorsó – feladata hossz és keresztirányban a tárgyasztal mozgatása, és a mérési pozíció leolvasásának biztosítása.
6. Dönthető állvány – feladata az optikai elemeket tartalmazó tubus hordozása, menetprofilok méréséhez $\pm 12^\circ$ -ban megdönthető.
7. Élesség állító – a munkadarab képének durva élességállításához.
8. Finom élesség állító – az élesség beállításának finomításához.
9. Cserélhető okulár – különböző mérési feladatokhoz különböző okulárok felszerelése lehetséges.

Hosszmérés műhelymikroszkóppal

Hosszméréshez bármilyen száلكereszttel rendelkező okulár alkalmas, a többrétű felhasználás érdekében a szögmérő okulárt célszerű alkalmazni. Az élesre állítás követően a mérendő élet jelképező fény-árnyék határvonalat a tárgyasztal mérés irányába történő mozgatásával fedésbe kell hozni az egyik mérési irányra merőleges száلكereszttel.

³ Szilágyi László: Gépipari mérések

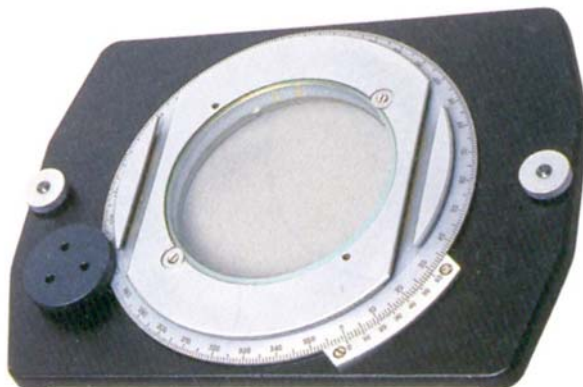
A pozícionálás után a mozgatáshoz felhasznált mikrométerorsójáról az aktuális skálaértéket le kell olvasni.

A mozgatást és a leolvasást meg kell ismételni a másik mérendő fény-árnyék határvonalon is. A keresett méret a két leolvasott méret különbsége.

Szögmérés műhelymikroszkópon körasztal segítségével

Az asztalra felfogott munkadarabot úgy állítjuk be, hogy a szög egyik szára egybeessék a szátkereszt egyik vonalával. A körasztal szögállását fel kell jegyezni, majd a darabot a körasztal elforgatásával olyan helyzetbe hozzuk, hogy a másik szár essen egybe ugyanazzal (!) a szátkereszt-vonallal. Az új körasztal álláshoz tartozó, és a korábbi szögérték különbsége a mért szög. Praktikus szögméréskor darabot az első pozícióba úgy helyezni, hogy a mérendő szög csúcsa a körasztal és az okulár közepén legyen – már ha lehetséges –, mert az asztal forgatása közben a darab "kifordulhat" a látómezőből.

A körasztal szögosztása a mozgószáras szögmérőkhöz hasonlóan nóniuszos, a leolvasási pontosság általában 1–3'.



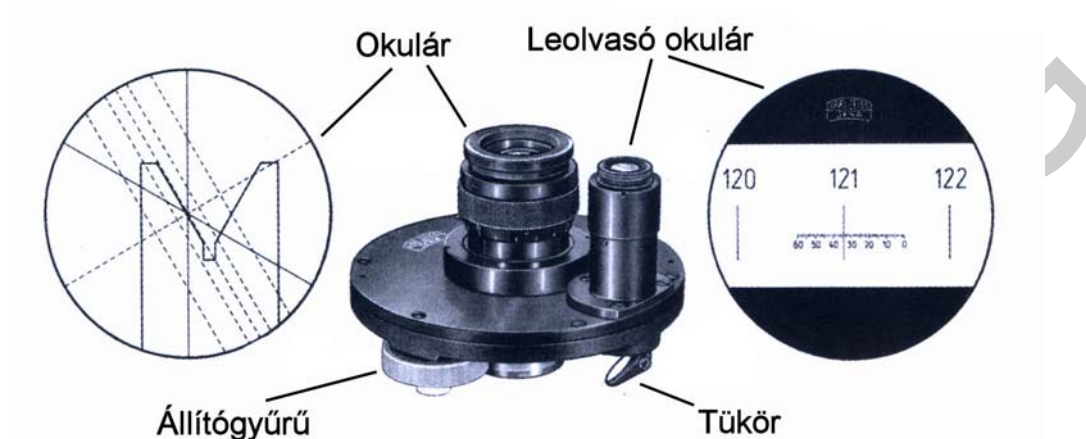
4. ábra. Körasztal mikroszkóphoz⁴

Szögmérés műhelymikroszkópon szögmérő okulárral

Szögmérő okulárral a mérés menete hasonló a körasztalos méréshez, azzal a különbséggel, hogy a leolvasást nem az asztalon, hanem magában az okulárban kell végezni.

⁴ MITUTOYO H-14001 Mérőeszköz katalógus

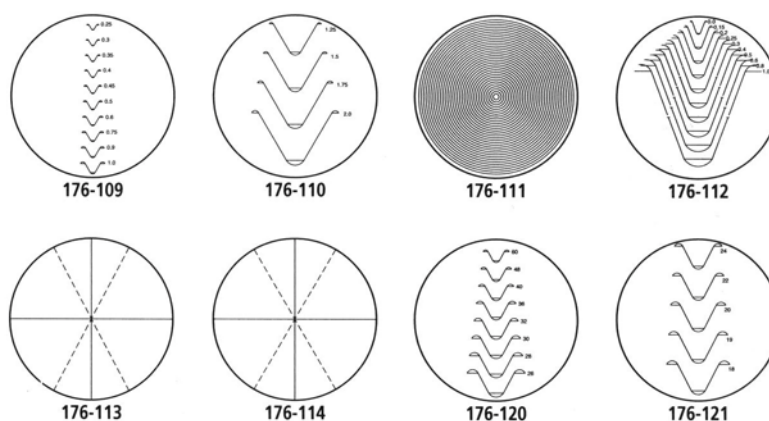
A szögmérő okulárban két szemlencse van. A beállító okulárban a szátkereszt látható segédvonalakkal, a mikroszkóp sugármenetéből adódó megvilágítással. A leolvasó okulár a használatához szükséges fényt tükör segítségével kapja. A szögbeállítást úgy kell végezni, hogy az állítógyűrű forgatásával a mérendő oldalra állítjuk a szátkeresztet. A leolvasó okulárban az ott látható szögértéket kell leolvasni, majd a szátkereszttel át kell állni a másik szögszárra. A szögosztás ismételt leolvasása után a mérendő szög nagysága a két leolvasott érték különbségéből adódik. A szögmérő okulár leolvasási pontossága 1'.



5. ábra. Szögmérő okulár

Profilmérés műhelymikroszkópon

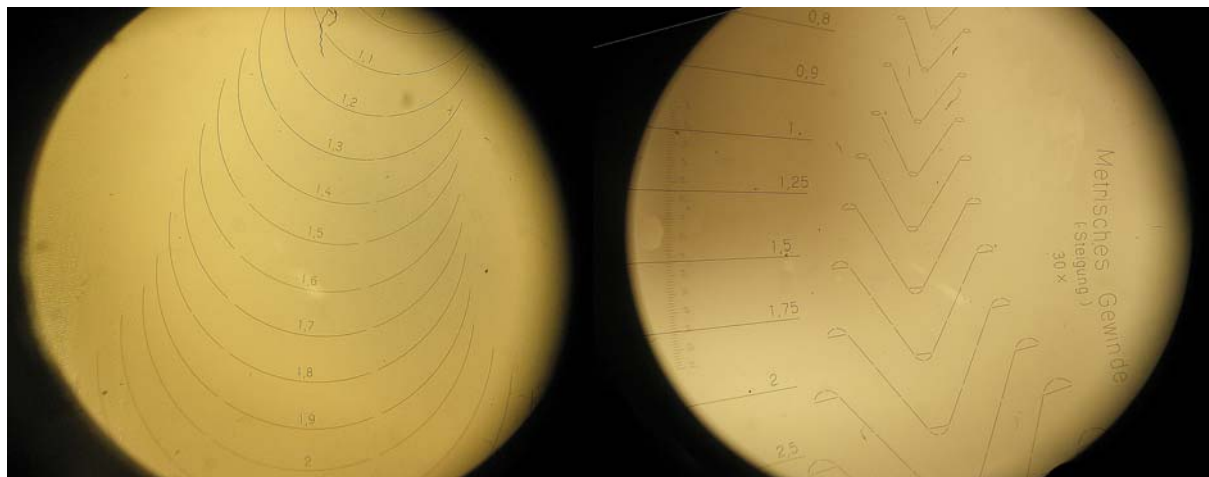
Megfelelő okulár alkalmazásával az elméleti profil összehasonlítható a gyártott geometriával, és minden profiljellemző egyidejűleg ellenőrizhető. Az okulárban ilyen esetben fix, vagy forgatható idomlemez van beépítve, amelyre a vizsgálandó profil több különböző méretben van pontosan megrajzolva. A munkadarab nagyított képe ezen az idomlemezen keresztül jut a szemünkbe, ezért lehetővé válik a valós és az elméleti profil összehasonlítása.



6. ábra. Különböző fix szemlencse idomlemezek⁶

⁶ Ducsay János: Alapmérések

A 8. ábrán menetmérés látható profilokulár felhasználásával. A mérés során a munkadarab élesre állított képét hasonlítjuk össze a névleges menetprofilal. Ahol az idomlemezen lévő rajzolat eltér a gyártott profiltól, ott a profil hibás. A hiba nagysága a mikroszkópon abszolút mértékben is mérhető.



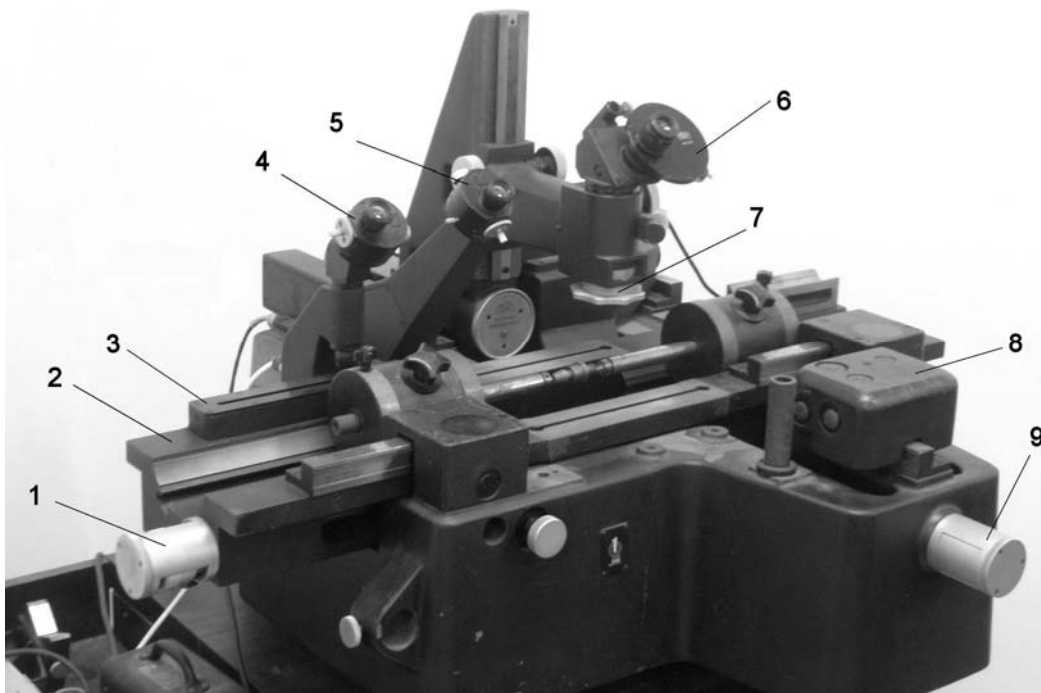
7. ábra. Lekerekítés- és menetmérő profilokulár

3. Egyetemes mérőmikroszkóp

Az egyetemes mérőmikroszkóp igen merev, nagy tömegű vázszerkezetre épül. A mérési tartománya lehetővé teszi nagyobb munkadarabok mérését is (200x150 mm a tárgyasztal mozgási tartománya). A hossz mérés Abbe-féle hossz mérési elven működik. A szög- és profilmérés módszere megegyezik a műhelymikroszkópnál tárgyaltakkal.

A 8. ábrán láthatunk ilyen mikroszkópot. A számmal jelölt részek:

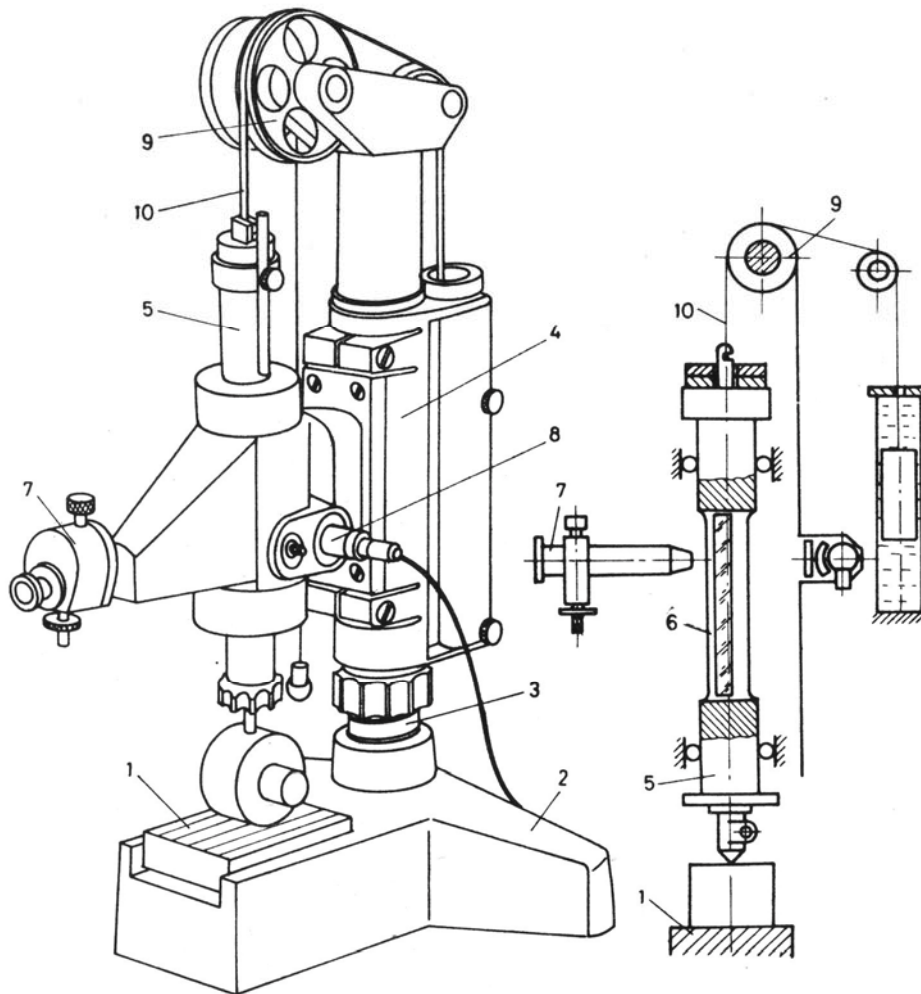
1. Hosszirányú mozgatóorsó
2. Hosszirányban mozgó szán
3. Abbe-féle hossz mérő üveg mércéje hosszirányban
4. Abbe féle spirálokulár hosszirányban
5. Abbe féle spirálokulár keresztirányban
6. Okulár
7. Objektív
8. Keresztirányban mozgó szán
9. Keresztirányú mozgatóorsó



8. ábra. Egyetemes mérőmikroszkóp

Hosszmérés egyetemes mérőmikroszkópon

Az egyetemes mérőmikroszkóp hosszmerése hossz és keresztirányban egyaránt egy-egy Abbe-féle hosszmérő segítségével valósul meg. A mérési módszer előnye, hogy kielégíti az Abbe-féle komparátor elvet, miszerint pontos mérés csak akkor valósulhat meg, ha a skála a méret irányába esik és annak meghosszabbított vonalában helyezkedik el. A következő ábrán az Abbe-féle hosszmérőgép vázlata látható. A mikroszkópon természetesen nem ilyen formában van jelen, de a részegységek más elrendezésben vagy funkcióban megtalálhatók.



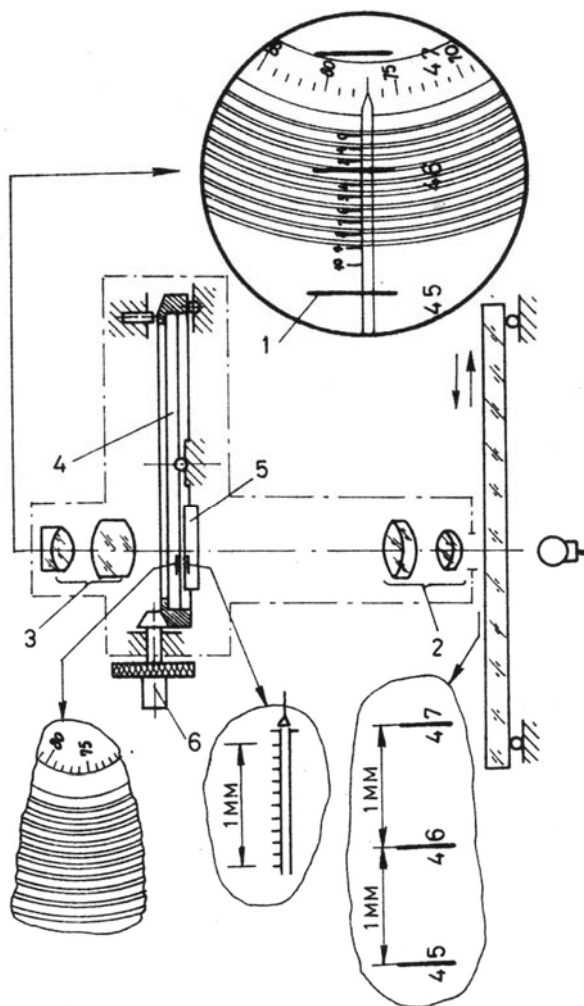
9. ábra. Abbe-féle hosszmérőgép⁷

Az Abbe-féle hosszmérőgép szerkezeti egységei:

1. Tárgyasztal – ez a mikroszkópon az átvilágítható mérőfelületnek felel meg.
2. Állvány – a mikroszkóp állványszerkezete valósítja meg.
3. Tartóoszlop – a mikroszkópon nincs rá szükség.
4. Konzol – a mikroszkópon nincs rá szükség.
5. Mérőlemez – a mikroszkóp hossz- és keresztirányjára van erősítve.
6. Üvegmérce – a mérőlemezben található.
7. Spirálokulár – a méret leolvasásához hossz és keresztirányban egy-egy db.
8. Fényforrás – az üvegmérce megvilágításához
9. Csiga – a mikroszkópon nincs rá szükség.
10. Rugalmas acélszalag – folyadékba merülő ellensúllyal a megfelelő mérőnyomás beállításához. A mikroszkópon nincs rá szükség.

⁷ Szilágyi László: Gépipari mérések

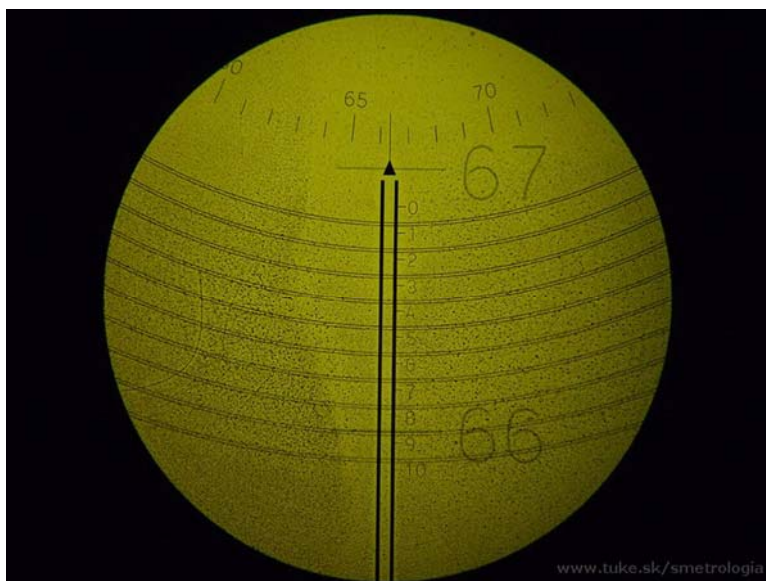
A mérési pozícióban a hossz- vagy a keresztzánnal együtt mozgó üvegmércék a fényforrás előtt állnak. Az üvegmércén egész milliméteres osztás található, és a fény azt az osztást világítja meg éppen, amely a mérési pozícióba került. A milliméter tört része a spirálokulár segítségével olvasható le.



10. ábra. A spirálokulár működése⁸

Az egész milliméteres osztások (1) a fényforrás segítségével az üvegmércéről a nagyító lencsén (2) keresztül jut az okulár optikai síkjába (3). Közben az egész milliméteres osztást hordozó fény áthalad a tizedes osztást és a mutatót tartalmazó fix üveglemezen (5) valamint a forgatógommbal (6) állítható forgatható idomlemezen (4). A (4) üveglemezen kettős vonallal rajzolt, 0,1 mm emelkedésű archimedesi spirális és 100 részre osztott körosztás van felrajzolva. A spirálokulárba képe a 10. ábra felső részén látható, három különböző helyről érkező információ együttese.

⁸ Szilágyi László: Gépipari mérések



11. ábra. A spirálokulár látómezeje

A mérés során az egész milliméteres osztás a tizedes osztások között helyezkedik el. A forgatógombbal addig forgatjuk az archimedesi spirált, amíg az egyik kettős vonal közre nem fogja az egész mm-t jelző vonalat. A mutató a körosztáson a század és ezred millimétert mutatja. A 11. ábrán látható kép 66,8663 mm-t mutat (a tízezred milliméter becsléssel olvasható).

4. A mikroszkópos mérések során elkövethető hibák

Írányváltási hiba

Mikrométerorsós mikroszkópoknál fordulhat elő. Az orsó forgatásának irányváltásakor laza, vagy kopott orsó és anyamenet kapcsolat esetén az orsó úgy fordul el, hogy közben a tárgyasztal mozgatása nem valósul meg. Ebben az esetben a leolvasható osztás változik, viszont a mérendő darab pozíciója nem.

A hiba kiküszöbölése érdekében a szátkereszt megközelítését mindig ugyanabba az irányba kell végrehajtani. Ha a vizsgált fény-árnyék határvonal túljutott a szátkereszten, akkor néhány orsófordulattal vissza kell állni, és a megközelítést újra kell kezdeni.

A mérési irány hibája

A mérés csak akkor tekinthető pontosnak, ha a mérendő méret iránya párhuzamos a tárgyasztal mozgási irányával. Ha ez nem valósul meg, akkor a leolvasott méret nagyobb lesz a valós értéknél.

A munkadarabot mindig úgy kell a tárgyasztalra helyezni, hogy ez a feltétel teljesüljön. Ha nem áll rendelkezésre körasztal, akkor más mérési segédeszközt kell a pontosság érdekében felhasználni (pl. derékszög, központosító tengely, stb.)

A nagyítás hibája

Profilmérés során az idomlemezen lévő rajzolatokhoz tartozó értékek csak egy konkrét nagyítás során valósak. Amennyiben a munkadarabról látott kép nagyításának mértéke ettől eltér, a leolvasott érték a valóságtól el fog térni. Az eltérés aránya a tényleges nagyítás és a profillemezen érvényes nagyítás hányadosa.

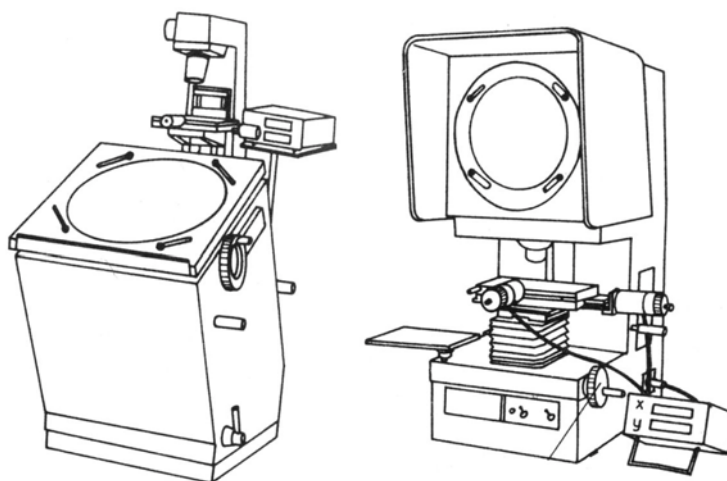
Például lekerekítési sugár ellenőrzésekor az idomlemez érvényes nagyítása: 10x. A mikroszkópon 30x nagyítás van beállítva. A leolvasott sugár: 9 mm. Mivel a tényleges nagyítás háromszor nagyobb az érvényesnél, ezért az eltérés is háromszoros. Vagyis háromszor nagyobb méretet olvastunk le, mint az valójában.

A valós lekerekítési sugár tehát: 3 mm.

PROJEKTOROK

A projektorok olyan optikai vetítőberendezések, amelyekkel a munkadarab nagyított képét képernyőre vetítve lehet hossz-, szögmérést végezni, illetve profilellenőrzést végrehajtani. A képalkotás módszere nem tér el a mikroszkópoktól, viszont a kép nem okulárba kerül, hanem nagy méretű ernyőn jelenik meg.

A projektorok használatának előnye a kényelmesebb mérés, illetve az, hogy saját magunk által kiszerkesztett profillal is össze lehet hasonlítani a munkadarab képét.



12. ábra. Állványos és asztali projektor⁹

A projektorral történő mérések jellegre megegyeznek a mikroszkópon végzett mérésekkel, hossz-, szög-, és profilmérések során egyaránt.

⁹ Szilágyi László: Gépipari mérések

1. Hosszmérés projektorral

Hosszméréskor a darab nagyított képének élesre állítása után a mikroszkópos méréshez hasonló módon a képernyőn lévő száskereszt segítségével kell a mérést végrehajtani. A mérési pozíciók leolvasását megkönnyíti, hogy a korszerű projektorok digitális útmérővel vannak felszerelve, amelyek leolvasási pontossága 0,001 mm. Az első pozícióban a kijelző nullázható, így a második pozícióban már a kívánt mérési eredmény olvasható le.

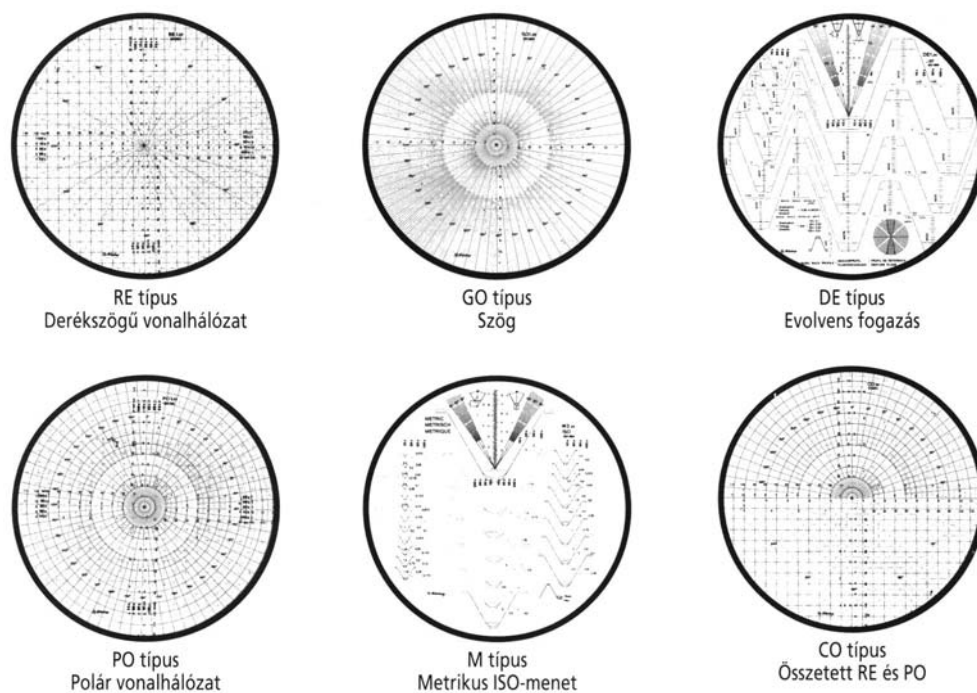


13. ábra. Hosszmérés projektorral

A mérést tovább az élszenzor használata tovább könnyíti. A szenzort a képernyőre kell rögzíteni, feladata a fény-árnyék határvonal átlépésének jelzése. Így a mérési bizonytalanság tovább csökkenthető.

2. Profilellenőrzés projektorral

A profilellenőrzéshez tartozó idomlemez a mikroszkópoktól eltérően és a működési sajátosságoknak megfelelően nem az okulárban helyezkedik el, hanem a képernyőre van felerősítve a rögzítő fülek segítségével.



14. ábra. Különböző profillemezék profilprojektorhoz¹⁰

A projektorok alkalmazásának előnye, hogy bármilyen egyedi munkadarabhoz, vagy profilhoz készülhet megfelelő nagyítású pontos rajz. A mai korszerű technikáknak köszönhetően számítógéppel bármilyen forma megszerkeszthető geometriailag pontosan, akár különböző méretekben, bármilyen nagyítás mellett. A rajzolat hőálló fóliára kinyomtatva tökéletes az összehasonlító mérésre. Figyelni kell azonban arra, hogy az projektor objektívének nagyítása és a rajzolat nagyítása meg kell, hogy egyezzen.

¹⁰ MITUTOYO H-14001 Mérőeszköz katalógus



15. ábra. Profilellenőrzés projektorral

OPTIKAI FINOMTAPINTÓK

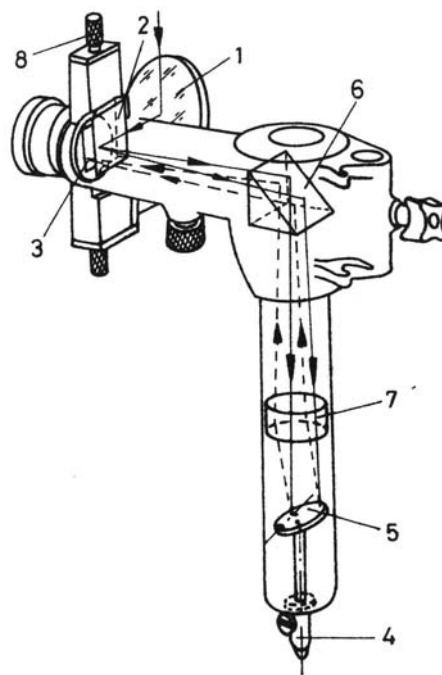
Az eddig tárgyalt mérőeszközökben a fény a munkadarab nagyított megjelenítését szolgálta. Az optikai finomtapintók a használata megegyezik a hagyományos tapintóval rendelkező különbségmérőkével. A különbség az, hogy a tapintó által felfogott elmozdulás nem mechanikai, hanem a fény segítségével van felnagyítva.

Fajtaik:

- a skála vetítése matt üvegre – optiméter
- az átlátszó skálára fénymutató vetítése – optikátor

1. Optiméter

Az optiméter skálavetítéssel dolgozó műszer. Mivel kevés mechanikai elemet tartalmaz, ezért pontossága nagy. A műszer mérési tartománya 0,2 mm, leolvasási pontossága 0,001 mm.



16. ábra. Az optiméter szerkezete¹¹

A fény a tükrön (1) és a prizmán (2) keresztül megvilágítja a skálát. A fénysugár a másik prizmán (6) és a gyűjtőlencsén (7) áthaladva az alsó tükröre (5) vetítődik. Az alsó tükröt (5) a tapintó (4) függőleges elmozdulása elfordulásra kényszeríti. Az elfordult tükrőről a fény az elfordulás szögének kétszeresével verődik vissza a gyűjtőlencsére (7), majd kitérítve kerül a jelző nyíllal ellátott homályos üveglapra (3).

Mivel a tükröre érkező fény már tartalmazza a skálát – hiszen a skála a (2) prizma után van elhelyezve –, ezért a homályos üvegen a méreteltéréstől függően mozgó vetített skála látható. A (8) csavarral a tűréshatár állítható be.

Hosszmérés optiméterrel

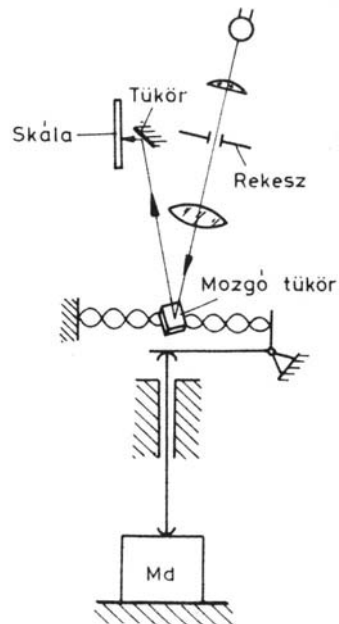
Mivel az optiméter különbségmérő eszköz, ezért az etalontól való eltérés határozható meg vele. A mérés menete megegyezik a mechanikus elven működő eltérésmérőknél tárgyaltakkal.

- A mérendő méret és tűrésének azonosítása
- A mérőeszköz nulla helyzetének beállítása a névleges mérethez (pl. mérőhasáb használatával)
- A tűréshatárok beállítása a mérőeszközön
- A mérés végrehajtása az egyes darabokon

¹¹ Szilágyi László: Gépipari mérések

2. Optikátor

Az optikátor a mikrokátorok optikai változata.



17. ábra. Az optikátor szerkezete¹²

A torziós rugón – olyan rugó, amely hosszirányú alakváltozás esetén a rá erősített elemeket elfordítja – tükör van elhelyezve. A tükörrre a beépített fényforrásból érkezik a fény, kondenzorral párhuzamosított módon, egy keskeny résen keresztül. Ennek köszönhetően a skálán egy vékony fénymutató jelenik meg. A tapintó kitérése megnyújtja/rövidíti a rugót, az elfordítja a tükröt, és a mutató is vele fordul a skálán.

¹² Szilágyi László: Gépipari mérések



18. ábra. Mérés optikátorral

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

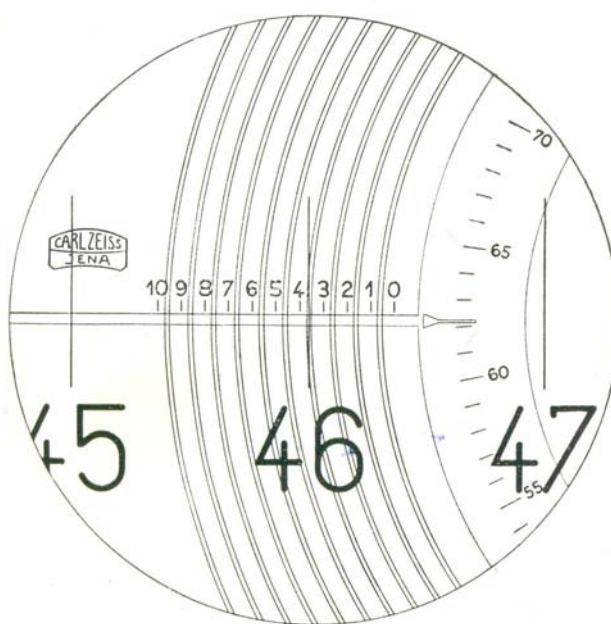
1. Azonosítsa az intézmény mérőtermében, műhelyében előforduló optikai mérőeszközök fajtáit, konkrét típusait! Rögzítse a szerzett információkat a füzetében!
2. Állapítsa meg az intézmény mérőtermében, műhelyében előforduló mikroszkópok mérési tartományát, leolvasási pontosságát! Rögzítse a szerzett információkat a füzetében!
3. Állapítsa meg az intézmény mérőtermében, műhelyében előforduló projektor mérési tartományát, leolvasási pontosságát! Rögzítse a szerzett információkat a füzetében!
4. Azonosítsa az intézményben található mikroszkópon az optikai sugármenethez tartozó, tartalmazó alkatrészeket! Készítsen szabadkézi vázlatot az eszközről és jelölje be a vázlaton a felderített alkatrészeket!
5. Tanára segítségével azonosítsa az intézményben található mikroszkóphoz tartozó okulárok fajtáit, és felhasználási céljukat! Rögzítse a szerzett információkat a füzetében!

6. Tanára segítségével azonosítsa az intézményben található mikroszkóp aktuális nagyításának mértékét!
7. Tanára segítségével azonosítsa az intézményben található mikroszkóphoz tartozó objektíveket! Rögzítse a szerzett információkat a füzetében!
8. Tanára segítségével cseréljen objektívet az intézményben található mikroszkópon!
9. Tanára segítségével cseréljen okulárt az intézményben található mikroszkópon!
10. Helyezze fel a tanára által rendelkezésre bocsátott munkadarabot a mikroszkópra, projektorra! Állítsa be a kép, illetve az okulár élességét!
11. Tanára segítségével azonosítsa az intézményben található mikroszkóphoz tartozó segédeszközöket, azok felszerelésének, beállításának módját! Készítsen az alkalmazásról vázlatot a füzetébe!
12. Csoporttársával felváltva állítsanak be különböző hosszúsági pozíciókat a mikroszkópon! Olvassák le a pozíciókhoz tartozó méreteket! Ellenőrizték egymás munkáját!
13. Csoporttársával felváltva állítsanak be különböző szögpozíciókat a mikroszkópon! Olvassák le a pozíciókhoz tartozó méreteket! Ellenőrizték egymás munkáját!
14. Mérje meg a tanára által rendelkezésre bocsátott munkadarabon egy hosszúságot és egy szöget mikroszkópon! Rögzítse az eredményeket a füzetében!
15. Mérje meg a tanára által rendelkezésre bocsátott munkadarabon egy hosszúságot és egy szöget projektoron! Rögzítse az eredményeket a füzetében!
16. Mérje meg a tanára által rendelkezésre bocsátott menetes munkadarabok menetemelkedéseit mikroszkópon, profilokulárral! Dokumentálja a mérési eredményeket!
17. Mérje meg a tanára által rendelkezésre bocsátott munkadarabok lekerekítési sugarait mikroszkópon, profilokulárral! Dokumentálja a mérési eredményeket!
18. Szerkessze meg egy létező menetes alkatrész menetprofilját a projektoron alkalmazott nagyítással pauszpapírra! Ellenőrizze le a munkadarab csavarmenetének helyességét!

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Párosítsa össze az egyes elemek elnevezését és az ábrán látható jelöléseket! Írja a számjegyeket a megfelelő sorba!



19. ábra. A mikroszkóp sugármenete

Kondenzor:	_____
Pentaprizma:	_____
Idomlemez:	_____
Tárgyasztal:	_____
Tükör:	_____
Rekesz:	_____
Objektív:	_____
Okulár:	_____

2. feladat

Rendezze sorba az optikai mérés folyamatának elemeit a sorszámuk leírásával!

1. a keresett hosszúság kiszámítása a két leolvasott értékből (különbségképzés)
2. a tárgyasztal második pozíciójának leolvasása
3. a munkadarab képének élesre állítása az objektív magassági helyzetének változtatásával
4. a második mérendő geometriai elem igazítása az okulárhoz
5. a munkadarab mérendő geometriai eleméhez tartozó fény-árnyék határvonal okulár szálkeresztjéhez való igazítása a tárgyasztal mozgatásával
6. a munkadarab felhelyezése a tárgyasztalra
7. a tárgyasztal pozíciójának leolvasása
8. a mikroszkóp bekapcsolása
9. az objektív nagyításának meghatározása, ha szükséges az objektív cseréje
10. a mérés céljának megfelelő okulár felhelyezése

3. feladat

Párosítsa össze az egyes mikroszkóp alkatrészek megnevezését és a jellemzőjüket! Írja az alkatrészek nevét a feladatok leírása mellé a vonalra!

Tükör

Tárgyasztal

Konzol

Finomállító csavar

Okulár

Mikrométerorsó

Szög-nónius

Rögzítő karok

Forgatható, menetes orsóval két irányban mozgatható: _____

Tárgyasztalhoz való rögzítést teszi lehetővé: _____

A külső fényt a tárgyasztal alá jutatja: _____

A tárgyasztal mozgatása, a mérési pozíciókhoz értékmutatás: _____

Magassága az oszlopon állítható, durva élességállításra alkalmas módon: _____

Szálkereszt biztosít a mérés végrehajtásához, amely elfordítható: _____

A munkadarab-kép élességének finom beállítására alkalmas: _____

A körasztal szögállását segít meghatározni: _____

4. feladat

Igazak, vagy hamisak a következő állítások? Írjon I vagy H betűt az állítás után a vonalra!

A mikroszkóp eltérésmérésre alkalmas mérőeszköz. _____

A mechanikai nagyítású mérőeszközökkel szemben az optikai nagyítás pontosabb mérést tesz lehetővé. _____

A projektoros mérés az árnyékképes mérési eljárások közé tartozik. _____

Az optikai mérőeszközök csak hosszúság mérésére alkalmasak. _____

Az idomlemez különböző méretű, pontosan kiserkesztett profilt tartalmaz. _____

5. feladat

A mérendő fény-árnyék határvonalakon hosszsméréskor leolvasott értékek: 21,364 mm és 35,573 mm. Milyen távol van egymástól a két határvonal?

6. feladat

A mérendő fény-árnyék határvonalakon szögméréskor leolvasott értékek: $35^{\circ}28'$ és $48^{\circ}12'$. Milyen szöget zár be a két határvonal?

7. feladat

A spirálokulárban látott kép több különböző üvegeszközön keresztül alakul ki. Írja le a megnevezés utáni vonalra, hogy az üvegeszközhöz milyen leolvasható osztás tartozik!

üvegléc: _____

fix üveglemez: _____

forgatható üveglemez _____

8. feladat

A mikroszkópot menetemelkedés meghatározására használjuk, profilokulár segítségével. Az idomlemez rajzolatai 30x nagyítás mellett mutatnak érvényes adatot. A mikroszkóp aktuális nagyításának mértéke 10x. Az illeszkedő menetprofilhoz tartozó leolvasott menetemelkedés: 1,00 mm. Válaszolja meg a kérdéseket!

Miért nem helyes a leolvasott eredmény? _____

Mekkora a valódi menetemelkedés? _____

Miért ez a helyes eredmény? _____

9. feladat

Igazak, vagy hamisak a következő állítások? Írjon I vagy H betűt az állítás után a vonalra!

Az optikátor és a mikroszkóp mérési módszere megegyezik, hiszen mindkettő optikai mérőeszköz _____

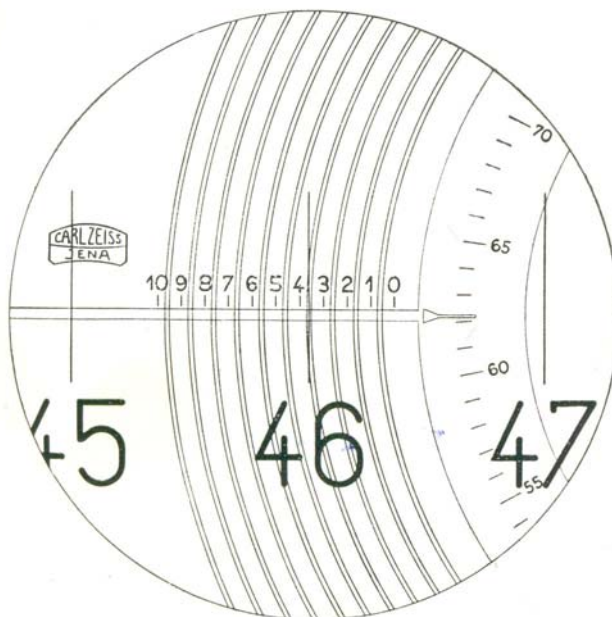
Az optiméterrel éppúgy kell mérni, mint a mechanikus eltérésmérőkkel _____

Az optikai finomtapintók a kevesebb mozgó alkatrész miatt pontosabbak _____

Az optikai mérőeszközökben a fény azért szükséges, hogy a mérendő felületet megvilágítsa _____

10. feladat

Olvasza le a spirálokulárban látható képet! Írja a vonalra a kapott eredményt!



20. ábra. Spirálokulár képe

MEGOLDÁSOK

1. feladat

Kondenzor: 1,4
 Pentaprizma: 7
 Idomlemez: 8
 Tárgyasztal: 5
 Tükör: 3
 Rekesz: 2
 Objektív: 6
 Okulár: 9

2. feladat

1. a keresett hosszúság kiszámítása a két leolvasott értékből (különbségképzés)
2. a tárgyasztal második pozíciójának leolvasása
3. a munkadarab képének élesre állítása az objektív magassági helyzetének változtatásával
4. a második mérendő geometriai elem igazítása az okulárhoz
5. a munkadarab mérendő geometriai eleméhez tartozó fény-árnyék határvonal okulár szálferesztjéhez való igazítása a tárgyasztal mozgatásával
6. a munkadarab felhelyezése a tárgyasztalra
7. a tárgyasztal pozíciójának leolvasása
8. a mikroszkóp bekapcsolása
9. az objektív nagyításának meghatározása, ha szükséges az objektív cseréje
10. a mérés céljának megfelelő okulár felhelyezése

10, 9, 6, 8, 3, 5, 7, 4, 2, 1,

3. feladat

Forgatható, menetes orsóval két irányban mozgatható: Tárgyasztal
 Tárgyasztalhoz való rögzítést teszi lehetővé: Rögzítő karok
 A külső fényt a tárgyasztal alá jutatja: Tükör
 A tárgyasztal mozgatása, a mérési pozíciókhoz értékmutatás: Mikrométerorsó
 Magassága az oszlopon állítható, durva élességállításra alkalmas módon: Konzol
 Szálfereszt biztosít a mérés végrehajtásához, amely elfordítható: Okulár
 A munkadarab-kép élességének finom beállítására alkalmas: Finomállító csavar
 A körasztal szögállását segít meghatározni: Szög-nóniusz

4. feladat

A mikroszkóp eltérésmérésre alkalmas mérőeszköz. H

A mechanikai nagyítású mérőeszközökkel szemben az optikai nagyítás pontosabb mérést tesz lehetővé. I

A projektoros mérés az árnyékképes mérési eljárások közé tartozik. I

Az optikai mérőeszközök csak hosszúság mérésére alkalmasak. H

Az idomlemez különböző méretű, pontosan kiserkesztett profilt tartalmaz. I

5. feladat

$$35,573 \text{ mm} - 21,364 \text{ mm} = 14,209 \text{ mm}$$

6. feladat

$$48^{\circ}12' - 35^{\circ}28' = 12^{\circ}44'$$

7. feladat

üvegléc: egész milliméteres osztások

fix üveglemez: tized milliméteres osztások

forgatható üveglemez: század- és ezredmilliméteres osztások

8. feladat

Miért nem helyes a leolvasott eredmény? Mert a mikroszkóp nagyításának mértéke nem egyezik meg a profilokulár érvényes nagyításával

Mekkora a valódi menetemelkedés? $1,00 \text{ mm} \times 3 = 3 \text{ mm}$

Miért ez a helyes eredmény? Mert a munkadarabot háromszor kisebbnek látjuk az okulárban mint kellene, ezért háromszor kisebb menetprofil illeszkedik rá, mint a valós profil.

9. feladat

Az optikátor és a mikroszkóp mérési módszere megegyezik, hiszen mindkettő optikai mérőeszköz H

Az optiméterrel éppúgy kell mérni, mint a mechanikus eltérésmérővel I

Az optikai finomtapintók a kevesebb mozgó alkatrész miatt pontosabbak I

Az optikai mérőeszközökben a fény azért szükséges, hogy a mérendő felületet megvilágítsa H

10. feladat

$$46,362(2)$$

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Szilágyi László: Gépipari mérések, BDMF jegyzet 1990.

Ducsay János: Alapmérések – geometriai mérések, Nemzeti Tankönyvkiadó 2003

MITUTOYO H14001 Mérőeszköz katalógus

Internetes oldalak:

www.mitutoyo.hu

AJÁNLOTT IRODALOM

Ducsay János: Alapmérések – geometriai mérések, Nemzeti Tankönyvkiadó 2003

Internetes oldalak:

<http://meres.lap.hu>

www.muszeroldal.hu

A(z) 0225–06 modul 016–os 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	Szíkraforgácsoló
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