



Dékánné Kovács Judit

Anyagvizsgálatok – Roncsolásmentes vizsgálati módszerek 2.

 **NSZFI**
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:

Mérőtermi feladatok

A követelménymodul száma: 0275-06 A tartalelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-006-23

ANYAGVIZSGÁLATOK – RONCSOLÁSMENTES VIZSGÁLATI MÓDSZEREK II.

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Az acélgyártási technológiák, hőkezelések, megmunkálási eljárások minőségi követelményeinek fontos feltétele az acélok kémiai összetételének pontos ismerete mellett, a szövetszerkezet minőségi vizsgálata. Tehát a kémiai összetételen túl a kristályszerkezet megállapítása fontos munkafázisa az anyagvizsgálatoknak.

Ön munkavégzése során a munkadarab anyagának elemzését kapja feladatául, vizsgálja meg szövetszerkezetét! Az elméleti anyagot a szakmai információtartalom fejezetben találja, olvassa végig. A tanulás irányítóban feltett kérdések segítségével sajátítsa el azt, majd ellenőrizze tudását!

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

Megismerkedtünk a fémek anyagokkal és vegyi összetételeikkel, de tudjuk, hogy a kristályszerkezetük, szövetszerkezetük is befolyásolja az anyagok szilárdsági tulajdonságait.

A metallográfiai vizsgálat alatt a csiszolatok vagy szöveteképek előállítását és kiértékelését értjük. A vizsgálandó anyagpróbát lecsiszolják és polírozzák (fényesítik), hogy a gyártásból eredő felületi egyenetlenséget megszüntessék, ezáltal bizonyos anyaghibák könnyen felismerhetővé válnak.

A metallográfiai vizsgálatokat két nagy csoportba sorolhatjuk:

- a makroszkópikus és
- a mikroszkópikus vizsgálatok.

MAKROSZKÓPIKUS VIZSGÁLAT:

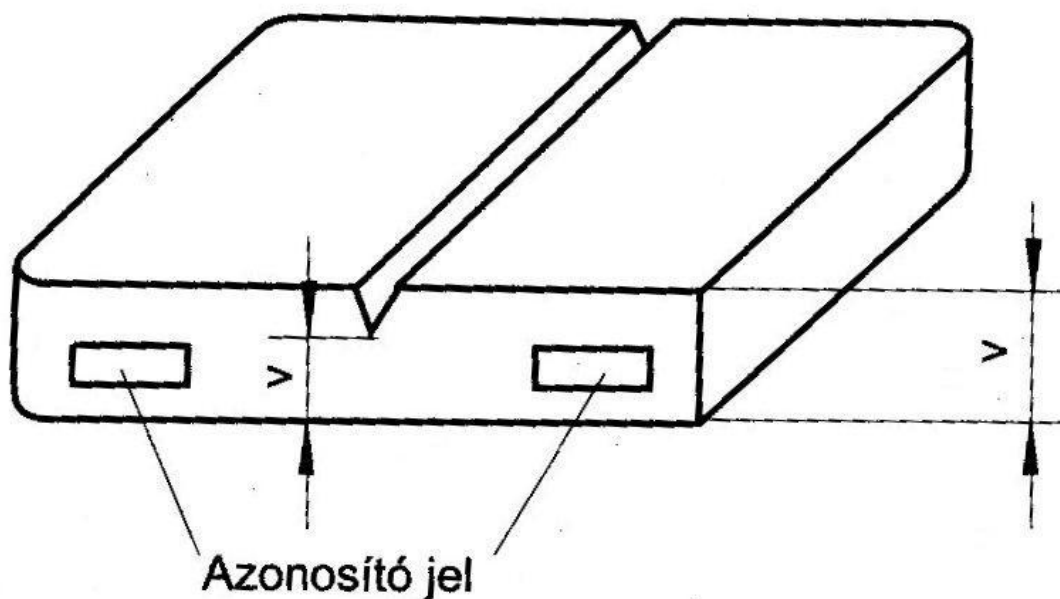
a szemcsék nagyságát és eloszlását, a repedéseket és a zárványok jelenlétét lehet megállapítani segítségével, ilyen pl.: a salakosság, hólyagosság, rétegesség.

1. Töret próba

Szabad szemmel, vagy nagyítóval könnyen felismerhető a szemcsézet finomsága, fényes vagy bársonyos mivolta alapján.

A töretpróbák hengerelt, kovácsolt acél félgyártmányok durvább hibáinak feltárására alkalmasak.

Egy 20 mm hosszúságú próbatestet vágunk, amelyet egyik oldala közepén 5 mm mélyen behornyalunk, majd megedzzük:



1. ábra. Edzett töretpróba

A horony mentén eltörjük és megfigyeljük a durvább salakzárványokat, repedéseket, szemcsefinomságot. Különösen alkalmas a Hidrogén okozta pelyhesedés kimutatására, amelyek fényes foltonként láthatók a töreten.

A szemcsenagyság gyors, számszerű meghatározásához a töretet ismert szemcsenagyságú edzett töretpróba-sorozattal hasonlítjuk össze.

Kéktöret próba:

A próbát alumíniummal dezoxidált, ún. megnyugtató lágyacélok alumínium-oxid zárványainak kimutatására használjuk.

Az anyagból hasonló bemetszett próbát készítünk, mint az edzett töret-próbánál. A próbatestet kb. 300 °C- ra felmelegítjük, és melegen eltörjük. A töretfelület az oxidációtól kékes színű lesz, amelyen a durvább alumínium-oxid zárványok fehéren csillognak,

2. Makromaratási vizsgálatok:

Alkalmazása:

- öntött fémtuskók,
- öntvények,
- melegen vagy hidegen alakított félgyártmányok keresztmetszeteiben és felületein a kristályszerkezet dúsulásainak, belső hibáinak feltárására használjuk.

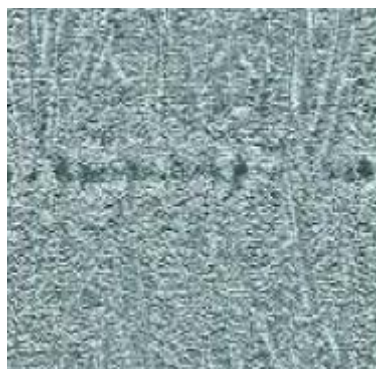
Vizsgálat menete:

- az anyagból metszetet készítünk,
- a felületeket simára munkáljuk (köszörüljük),
- anyagminőségtől és a vizsgálat céljától függően megfelelő maratószerrel melegen maratjuk,
- vízzel leöblítjük a felületeket, levegővel szárítjuk.

Acélok mélymaratása:

A marószer 1:1 térfogatarányú víz-sósav, amely a hibás helyeket erősen kimarja, így a hibák előtűnnek.

Gyakorlatban a korszerűbb acél-öntőművekben is komoly problémát jelent a középvonali dúsulás problémája. Az öntés során a legkésőbbben megszilárduló részben (középvonal mentén) szennyezőanyag dúsulás jön létre. Egy ilyen maratott acélmintát mutat be a következő ábra:



2. ábra. Sósavas maratással feltárt középvonali dúsulás

Szálfutásra maratás:

Melegen alakított alkatrészek ellenőrzésére szolgál. Egyes elemek dúsulnak, részben a kristályhatárok mentén (az acélban pl. a foszfor és a kén). A próbadarabot csiszolni és polírozni kell. A maratást mosással, szárítással felváltva végezzük szobahőmérsékleten.

3. Baumann-féle vizsgálat

Acélok kéneloszlásának illetve a kéndúsulások kimutatására használjuk.

Menete:

- a felületet csiszoljuk
- lenyomatot készítünk fotópapírral, melyet kb. 2–6 percig 5%-os kénsavoldatban áztatunk,
- a fotópapírt az emulziós oldalával a tiszta fémfelületre buborékmentesen rászorítjuk, 3 percig rajtahagyjuk,
- az acélban lévő szulfidokból kénhidrogén (H_2S) keletkezik, ami a papír ezüst-bromid emulzióján barna elszíneződést okoz
- a fotópapírt folyóvízben kimossuk, fixírfürdőben rögzítjük és szárítjuk a képet

A következő ábrán egy Baumann-lenyomatot láthatunk:



3. ábra. Baumann-lenyomat

A makroszkópikus vizsgálatok fontos eszköze a kézi nagyító, mellyel 4–12-szeres nagyítást érhetünk el. A binokuláris mikroszkóp alkalmazása elsősorban töretfelületek vizsgálatánál hasznos. A binokuláris mikroszkópok nagyítása általában 4–100-szoros.

MIKROSZKÓPIKUS VIZSGÁLAT

Az állapotábrák szerkezetéből következik, hogy még termikus egyensúly esetén sem lehet a fémek, ötvözetek sajátosságait egyedül a kémiai összetétellel meghatározni.

A fémek krisztallitjai különböző eloszlásúak és szerkezetűek lehetnek, méreteik is kisebbek annál, hogy szabad szemmel észlelni lehessen őket.

A vizsgálati eljárás segítségével a szövet fajtája és szerkezete is felismerhetővé válik. Tanulmányozhatók pl. a szemcsehatárok és a szemcsenagyság, az ötvözők, a kristályok deformációja a hidegalakítás hatására, a durvaszemcsék képződése, a széndúsulások.

Ezért a fémek szövetszerkezetének vizsgálata rendszerint nagyobb nagyításban, mikroszkóppal történik.

A gyakorlatban szükségszerűen eltérnek a tökéletes termikus egyensúlytól, sokszor tudatosan térünk el attól (pl.: hőkezelés).

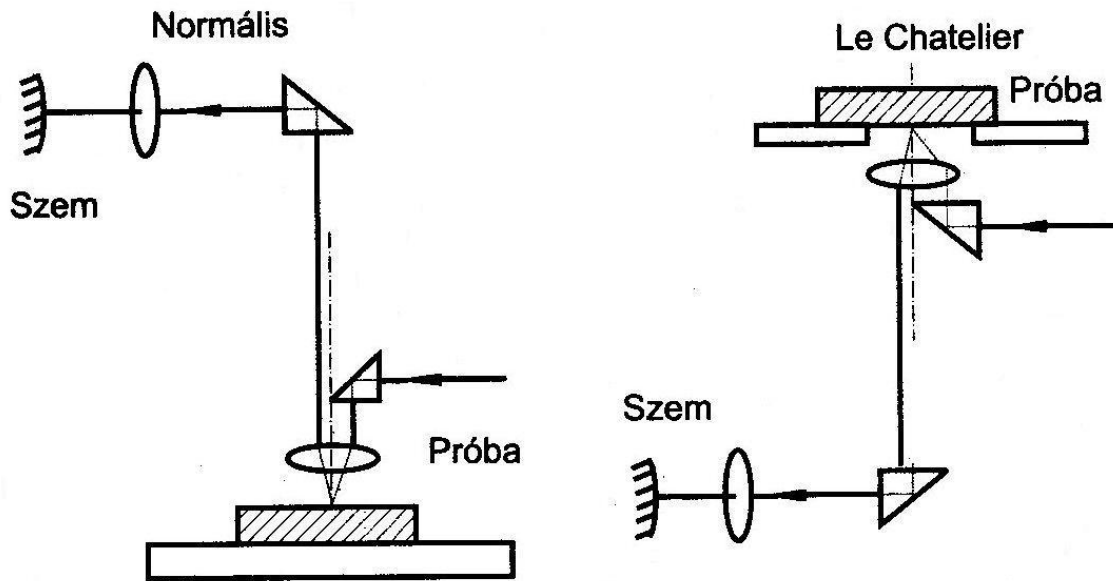
A mikroszkópi vizsgálat a fémszerkezet megismerésének egyik fontos segédeszköze.

A vizsgálat célja, hogy a gyártott, illetve felhasználásra kerülő termékek, anyagok minőségét a vonatkozó előírások alapján ellenőrizték, mint amilyen pl.:

- a nemfémes zárványok vizsgálata,
- a szemcsenagyság-mérés,
- a mikroszkópos vizsgálat,
- az öntöttvas szövetszerkezetének minősítése,
- a mikroszkópos mérés.

A FÉMMIKROSKÓPOK SZERKEZETE

Mivel a fémekből átlátszó preparátumot nem lehet készíteni, ezért a szokásos áteső fényben történő vizsgálattól eltérően a fémek vizsgálata ráeső fényel, a fémfelületről visszavert fény felhasználásával történik. A fémmikroszkópok legfontosabb részei az optikai és a megvilágító berendezés, amelyek a mikroszkóptesten, illetve az optikai padon vannak elhelyezve. A próbatest mikroszkópi képét a mikroszkóphoz tartozó fényképező berendezéssel rögzíthetjük. A vizsgált próbadarab elhelyezése szerint a fémmikroszkópoknak két változata használatos: a normális mikroszkóp és a Le Chatelier rendszerű mikroszkóp:

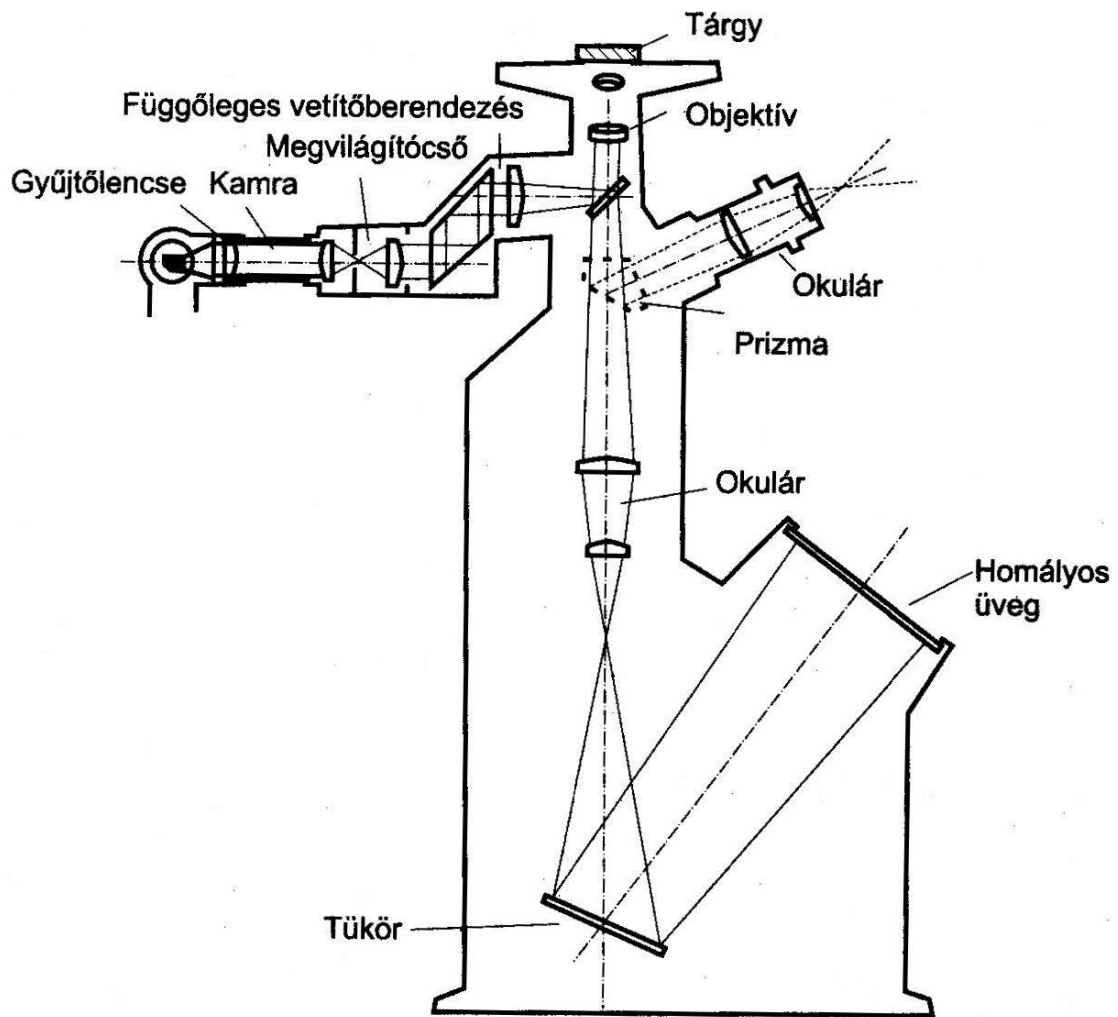


4. ábra. A normális és a Le Chatelier-féle mikroszkóp sugármenetének elve

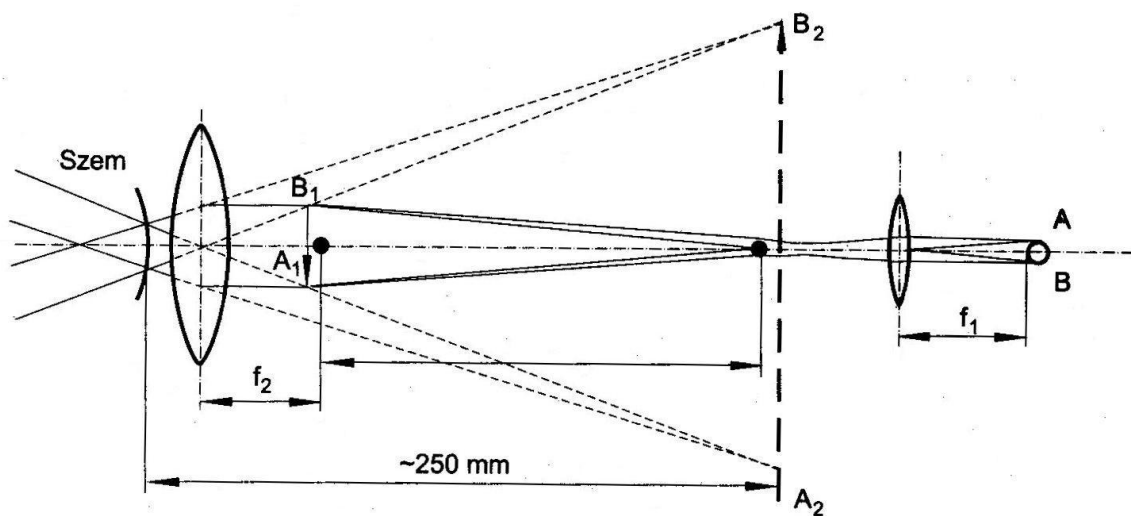
A Le Chatelier rendszerű mikroszkópon a próbatestet polírozott felületével kell a tárgyasztalra helyezni, s ezzel a csiszolatsíknak a fénysugárra merőleges elhelyezését is biztosítottuk. A normális mikroszkópon viszont a csiszolat síkja jobban látható, a kívánt részletre beállítható, s a tárgyasztalon elmozdítva nem karcolódik össze, mint a Le Chatelier típusú mikroszkópon. A kényelmesebb használat miatt a fémmikroszkópok többsége Le Chatelier rendszerű.

A mikroszkóptest elhelyezése szerint megkülönböztetünk fekvő és álló elrendezésű fémmikroszkópokat. A fekvő elrendezésű mikroszkóp vízszintes helyzetű optikai padján van elhelyezve a megvilágító berendezés, a mikroszkópállvány és a fényképező berendezés. A fény útja is nagyobb részben vízszintes. Hátránya, hogy a vizsgálatot és fényképezést nem lehet egy helyben végezni, emiatt kezelésük nehezekebb.

Az álló mikroszkópok legtöbbjénél az optikai pad hiányzik, illetve a részei a mikroszkóptestre vannak felszerelve. A fénysugár elvi útját a fémmikroszkópban az 5. ábrán, a nagyított kép keletkezését a 6. ábrán láthatjuk.



5. ábra. A fémmikroszkóp elvi felépítése



6. ábra. A nagyított kép keletkezése

A mikroszkóp optikai berendezése két lencserendszerből, a tárgylencséből (objektív) és szemlencséből (okulár) áll.

A vizsgálandó felületet az objektív fókuszán kívül elhelyezve a tárgy valódi, fordított képe képződik az okulár fókusz távolságán belül, ezt a képet az okuláron keresztül nézve a tárgy látszólagos, fordított, nagyított képét kapjuk.

A mikroszkóp teljes (lineáris) nagyítása az objektív nagyításának és az okulár nagyításának szorzatából adódik. A mikroszkóp nagyítása azonban csak egy bizonyos határig növelhető. Bizonyos határon túl növelve a nagyítást, már nem kapunk újabb részleteket. A hasznos nagyítás mértékének a mikroszkóp felbontóképessége szab határt, amelyet viszont a tárgylencse szab meg. A felbontóképességen két vonalnak azt a legkisebb távolságát értjük, amelynél a vonalak még külön észlelhetők.

Az objektív felbontóképessége függ a fény hullámhosszától, a lencse apertúrájától, illetve az immerziós anyag törésmutatójától. Kiszámítható, hogy az immerziós (valamilyen folyadékba merülő) lencsével (kék fény mellett) elérhető felbontóképesség $0,3\ \mu\text{m}$ (300 nm).

Az okulárok a kép minőségét kevésbé befolyásolják, mint az objektívek.

A legközönségesebb a Huygens-féle okulár, amelynél korrekciót nem alkalmaznak. Csak közvetlen megfigyelésre alkalmas, nem ad sík képet.

A planokulárok jobban korrigáltak, sík képet adnak. A nagyobb nagyítású akromátos objektívekhez használjuk. A kompenzált okulárok kiküszöbölik az apokromátos objektíveknél keletkező színes képszegélyeket.

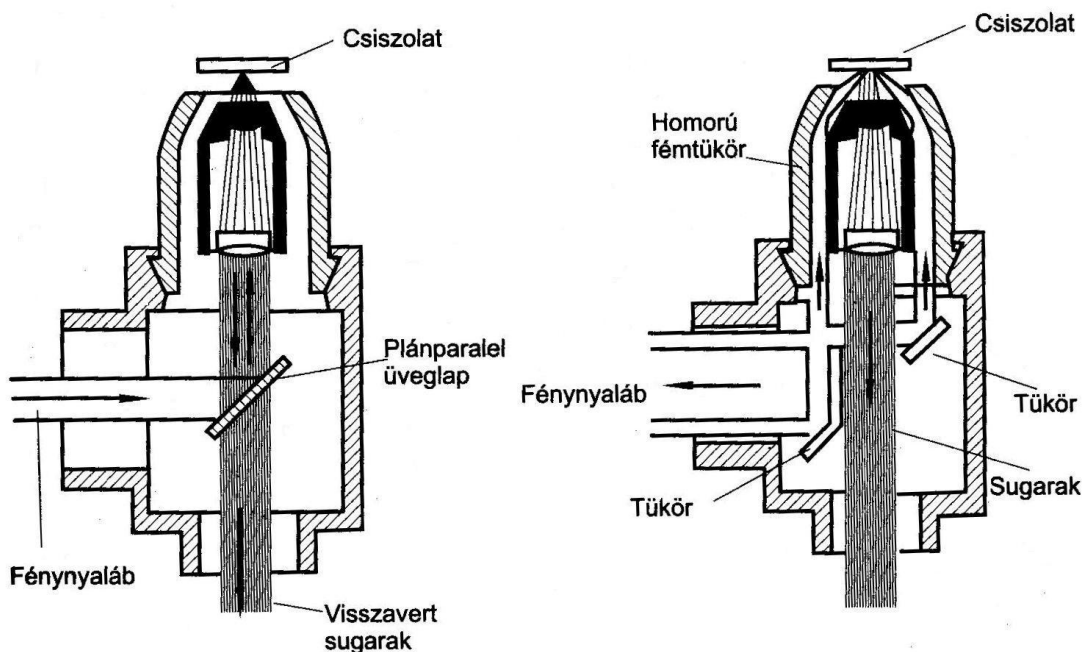
Ha a mikroszkópi képet le akarjuk fényképezni, vagy homályos üvegre vetítve tanulmányozni, a sugármenet módosul. A szemlencse szerepét a fotóokulár veszi át.

A feladattól függően különböző okulárok ismertek. A fotóokulár csak vetítésre, illetve fényképezésre használható, közvetlen megfigyelésre nem. A fotóokulár a kompenzált okulárhoz hasonló sík képet ad. A mérőokulár közvetlen megfigyelésre szolgáló okulár, amelybe méret meghatározás céljára skálát építettek be.

A fémmikroszkópok megvilágító berendezése: Feladata a fényforrás fényét megfelelően irányítva a csiszolatra juttatni. Fényforrásból, lencséből, fényrekeszekből és vertikális illuminátorból áll.

A párhuzamos fénysugár az ún. vertikális illuminátorra esik, amely az objektíven keresztül a fényt a vizsgálandó felületre vetíti. Vertikális illuminátorként ferdén beállított planparallel üveglemezt használnak. A vizsgálandó felületről az objektíven keresztül visszavert sugarak áthaladnak a vertikális illuminátoron, majd egy síktükörön visszaverődve a kép az okuláron keresztül szemlélhető.

Aszerint, hogy a tárgy felületét a fény milyen irányból éri, megkülönböztetünk világos és sötét látóterű megvilágítást. A világos látóterű megvilágításnál a fénysugarak a tárgyra merőlegesen, illetve közel merőlegesen esnek. A tárgynak az optikai tengelyre merőleges, sík részei a sugarakat az objektívra verik vissza, így azok fényesnek látszanak. Ezt a megvilágítási módot alkalmazzuk a leggyakrabban. A következő ábra bal oldalán található:



7. ábra. A fémmikroszkópok megvilágító berendezései

A sötét látóterű megvilágításnál a vizsgált felületet ferdén, pl. belül üres sugárkúppal világítjuk meg, amint ezt az előző ábra jobb oldali része szemlélteti.

Az optikai tengelyre merőlegesen a sík felületekről a fény nem jut az objektívba, azok sötétek lesznek. Az érdes, legömbölyödött, kimaródott részekről a fény minden irányban szétszóródik, így egy része az objektívba jut. Ezek a részek világosnak látszanak.

Megemlítjük, hogy fémmikroszkópokon általában poláros fényben is végezhetünk vizsgálatot. A vizsgált felület eltérő részeinek megkülönböztetésére még egyéb módszereket is alkalmaznak mikroszkópokon (ilyen pl. a fáziskontraszt-vizsgálat).

A mikroszkóp, kiváltképp annak optikai részei, gondos kezelést, rendszeres karbantartást igényelnek. Mindig tisztán kell tartani, por, ujjlenyomat, olaj nem lehet az optikai részekben. Tisztítani szarvasbőrrel, finom ecsettel szabad. Az immerziós objektívról az olajat xylollal nedvesített vászonnal lehet eltávolítani, majd meg kell szárítani.

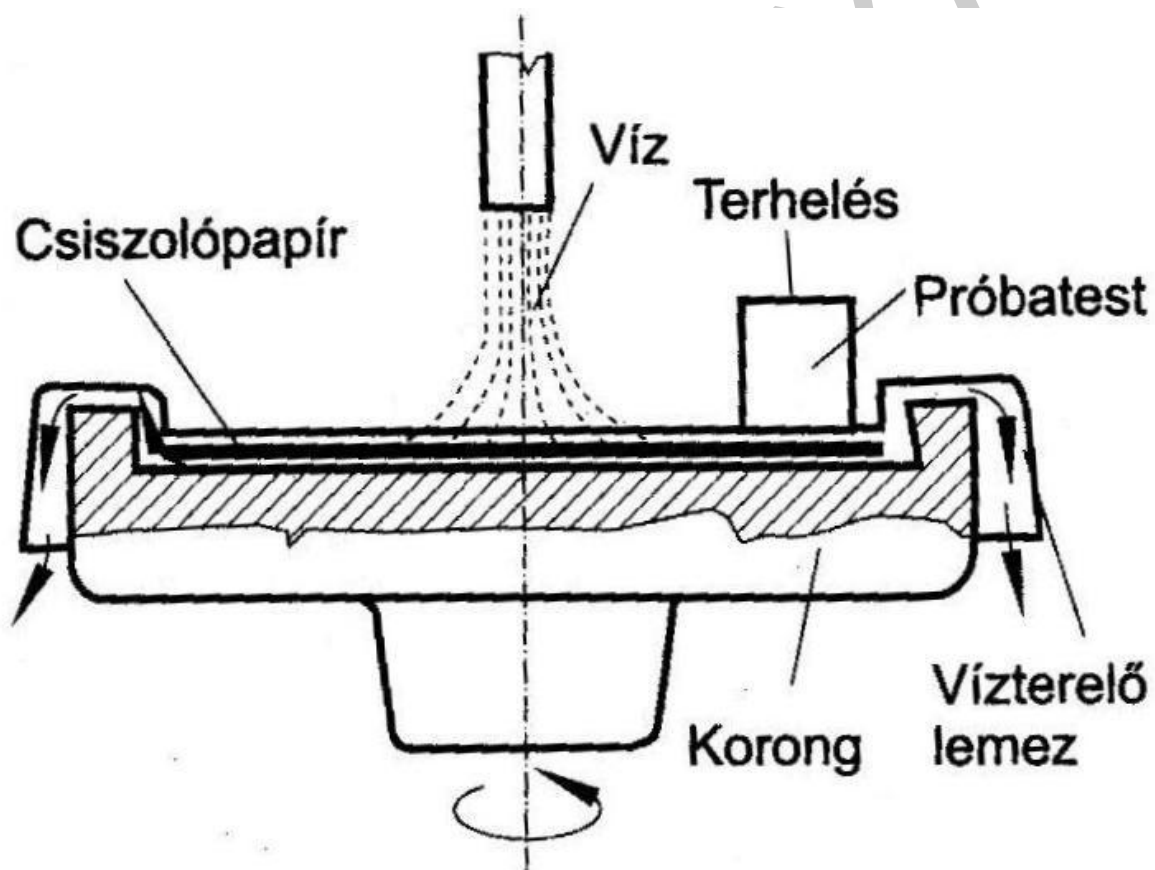
Az objektíveket, okulárokat óvjuk a rázkódtatástól, erős hőhatástól és soha ne szereljük szét. Az optikai beállítást bízunk szakemberre.

A MIKROSZKÓPI CSISZOLATOK KÉSZÍTÉSE

A csiszolatkészítés során az anyagból a vizsgálat céljának megfelelő darabot munkálunk ki, amelynek a vizsgálandó metszetét alkalmassá tesszük a mikroszkópi megfigyelésre.

A csiszolatsík egy-egy oldala 3–4 cm-nél ne legyen nagyobb, mert a nagyméretű próbatest tökéletes előkészítése nehezen oldható meg. Ilyenkor több darabba vágva oldjuk meg a csiszolat előkészítését.

Kisméretű próbatesteket fémfoglatba erősítve munkáljuk tovább. Elterjedt módszer a próbatestnek hidegen, vagy melegen kötő műanyagokba ágyazása is. A köszörüléssel síkba munkált csiszolatfelületet egyre finomodó szemcsenagyságú csiszolópapíron (pl. 220, 320, 500, 800-as szemcseméretű sorozaton) munkáljuk tovább. A csiszolás kézzel, – vagy géppel végezhető. A korszerű csiszológépek már teljesen automatizált üzeműek is lehetnek, ahol csak a próbatestek behelyezését és kivételét kell kézzel elvégezni



8. ábra. Csiszológép elvi működése

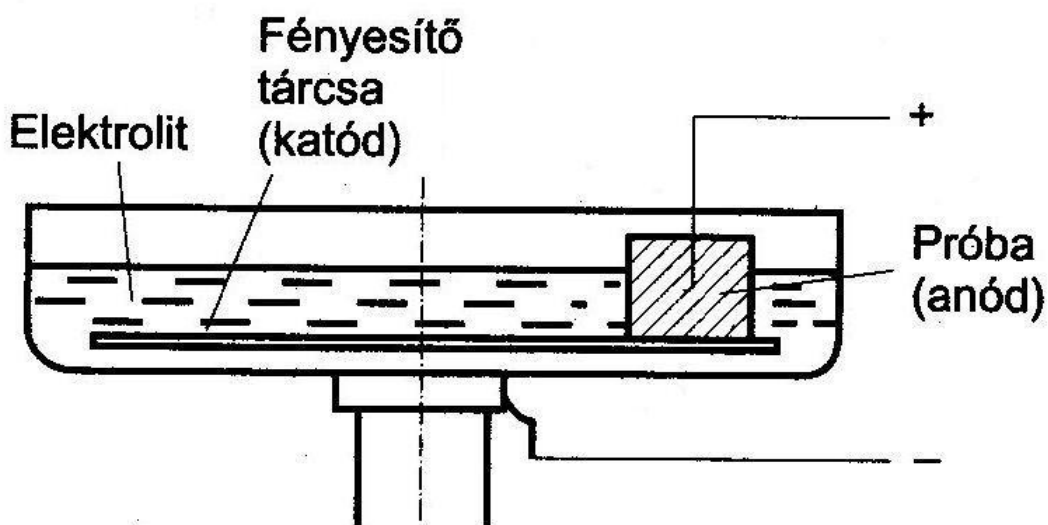
Igen fontos a durvább csiszolópapír nyomait, barázdáit a következő fokozatú csiszolópapírral teljesen eltüntetni. Ma az ún. nedves csiszolást tekinthetjük korszerűnek, ahol a csiszolópapírt vízzel folyamatosan öblítjük. A víz meggátolja a próbatest felmelegedését, egyben folyamatosan eltávolítja a leválasztott forgácsot és kipergett csiszolószemcséket, így elkerülhető a csiszolószemcséknek a laboratórium légtérébe jutása. Mindezek eredményeképpen a csiszolat minősége jobb, a munkakörülmények kedvezőbbek, mint száraz csiszolásnál. Természetesen a nedves csiszoláshoz arra alkalmas csiszolópapírt kell használnunk. Ha a csiszolást kopott csiszolópapírral, nagy nyomással végezzük, a szemcsék, kevésbé forgácsolnak, inkább a csiszolat felületét bizonyos réteg-vastagságban elkenik. Ezt a réteget – amely nem a próba valódi szövetét mutatja – **Beilby-réteg**nek nevezzük.

Ilyen réteg könnyen keletkezik lágy fémek kézi csiszolásánál is. A Beilby-réteget további csiszolással el kell távolítani.

A csiszolást követő **polírozás** célja, hogy a még finom karcokat a felületről eltávolítsuk és karcmentes, sima, fényes felületet nyerjünk. Általában két lépésben történik. A polírozást a megfelelő posztóval bevont forgó tárcsán végezzük, amely a polírozó szemcséket hordozza, valamilyen folyadék kíséretében.

Alkalmaznak **elektrolitikus polírozógépeket** is.

Az elektrolitikus polírozás alapelve az, hogy az anódként kapcsolt próba felületéről, először a kiemelkedő részek, tehát a barázdákat határoló roncsolt anyag oldódik le az elektrolízis közben. Kellő ideig végezve az elektrolízist, jó minőségű, sima felületet kapunk. A mechanikus és elektrolitikus polírozás kombinációjával egyszerre végzünk mechanikus fényesítést és anódos oldást is.



9. ábra. Az elektrolitikus csiszolás elve

A mikroszkópi csiszolat maratása: A fémek szövetszerkezete a polírozott csiszolaton általában még nem látható. Fényesített állapotban vizsgálhatók, pl. a nemfémes zárványok, öntöttvasban a grafit, sárgarézben az ólom stb. A fémes szövetszerkezet láthatóvá tételéhez a csiszolat felületét maratnunk kell.

Legáltalánosabban a kémiai maratás használatos, de bizonyos esetekben más típus alkalmazása is célszerű, így elektromos maratás, színfuttatásos maratás, vagy a marató polírozás. Kémiaileg ellenálló próbák maratását elektrolitosan végezhetjük. Hasonlóképp célszerű az elektrolitosan polírozott próbáknál a maratást is elektrolitosan végezni.

A marószerek a **heterogén szövetszerkezetű anyagok** szerkezetét azáltal teszik láthatóvá, hogy az egyes fázisokat különböző mértékben támadják meg, így közöttük **szintkülönbség** képződik.

A **homogén szövetű anyagok** azonos minőségű kristályokból állnak. Ezeknél a marószer a **kristályhatárokat** támadja meg. Vannak marószerek, amelyek a kristályok felületét támadják meg és különböző érdességűre marják, mivel az egyes kristályok rácssíkjai más-más irányúak. Ennél fogva a **szemcsék világosabbnak, illetve sötétebbnek látszanak.**

KORSZERŰ FÉMTANI VIZSGÁLATI ELJÁRÁSOK ÉS ESZKÖZÖK

A korszerű fémmikroszkópok maximálisan kihasználják az ún. ICS (Végtelen Színkiegénylítő Rendszerű) optikát. A végtelen optikával az objektív egy elsődleges képet vetít a végtelenbe. Ezeknél a mikroszkópoknál a párhuzamos sugarakat egy csőlencse fogja fel, amely egy tökéletesen korrigált közbenső képet hoz létre. Mivel semmiféle extra kompenzáló optikára nincs szükség, a sugaraknak kevesebb üreget kell átjutniuk, ezért a végső kép kivételes fényességű és színmegbízhatóságú lesz.

A korszerű fémmikroszkópok a feldolgozott képek dokumentálására kamerákkal rendelkeznek, melyek a rutinvizsgálatok mellett képanalizáló lehetőséget is biztosítanak.

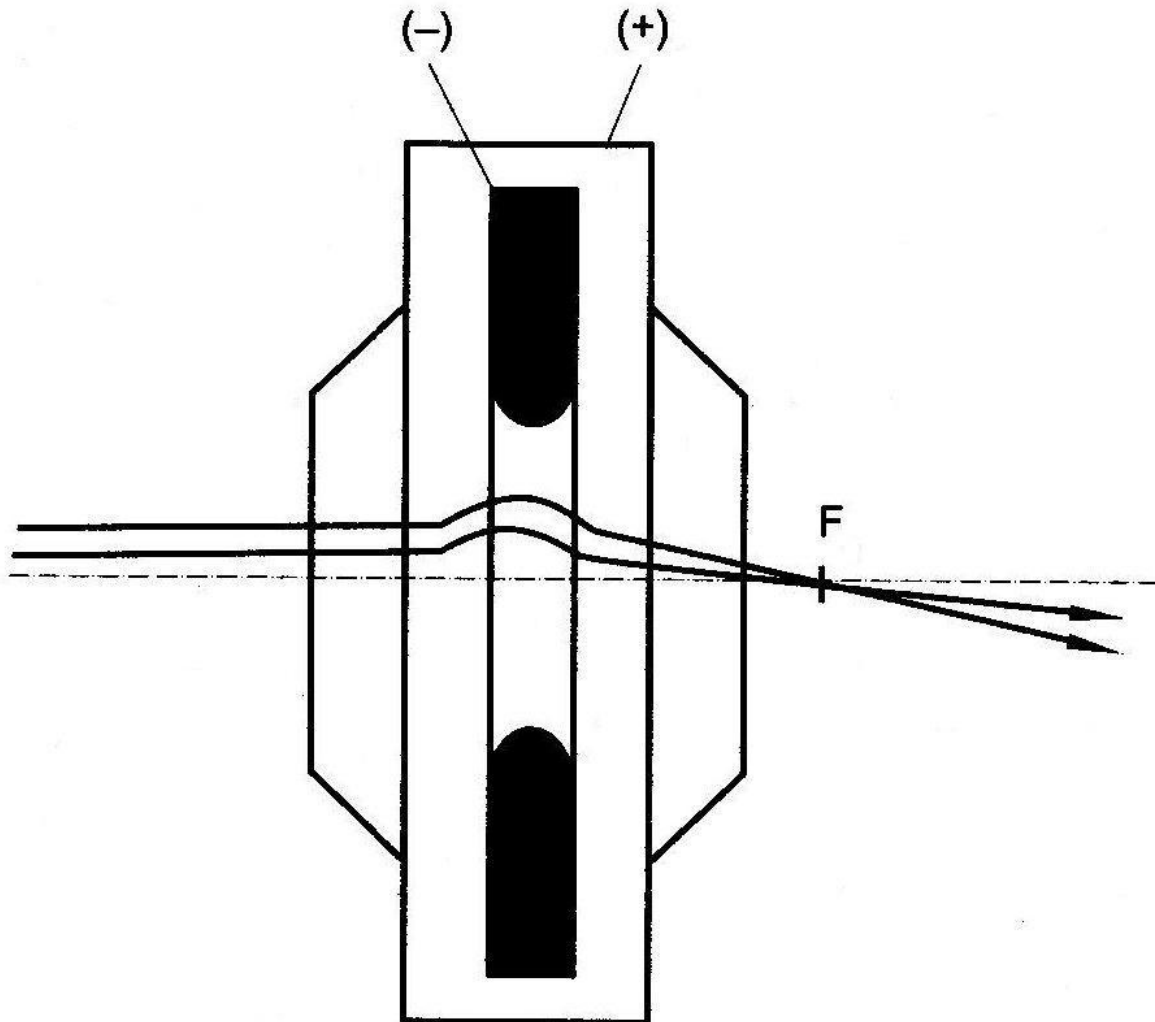
A fémmikroszkópok egyes típusainál egy időben több kamerát is működtethetünk, melyeket számítógép vezérel, mely az expozíciós paraméterek tárolására szolgáló adatbázist is magába foglalja.

AZ ELEKTRONMIKROSKÓP

Az elektronok hullámtermészetének kimutatásával természetes gondolat volt a felbontóképességet az elektronsugár felhasználásával javítani. Meg kellett azonban oldani az optikai leképezést az elektronsugárral.

Az elektronoptikai lencsék működési elve azon a fizikai jelenségen alapszik, amely szerint az elektrosztatikus és mágneses tér az elektronsugarat kitéríti. Ennek megfelelően elektrosztatikus, vagy mágneses lencséket alkalmaznak.

Az elektrosztatikus lencsék többnyire három, szimmetrikusan elhelyezett, gyűrű alakú elektródból állnak, amelyek közül a két szélső azonos, a középsőhöz viszonyítva erősen pozitív feszültségű. Elvi vázlatát a következő. ábra mutatja:



10. ábra. Elektronoptikai lencsék

A mágneses lencse forgásszimmetrikus mágneses terű, lényegében gyűrű alakú tekercs, amelyet a mágneses erővonalak jobb koncentrációja érdekében pólussarukkal is ellátnak.

Az elektronoptikai lencsék a tengelyükkel párhuzamosan érkező elektronsugarakat egy pontba – a fókuszpontba egyesítik.

Az elektronsugarakat az elektronforrás bocsátja ki. Az elektronokat fémekből, az ún. vezetési elektronok felszabadításával, kiléptetésével tudjuk előállítani.

Az elektronok többféle módon juthatnak akkora energiához, hogy kilépjenek a fémből, mégpedig:

- termikus emisszióval (a fém felhevítésével),

- téremisszióval (két elektróda közé feszültség kapcsolása),
- a fém elektronrészecskékkal történő bombázásával.

A gyakorlatban az elektronmikroszkópnál többnyire a termikus emissziót alkalmazzák.

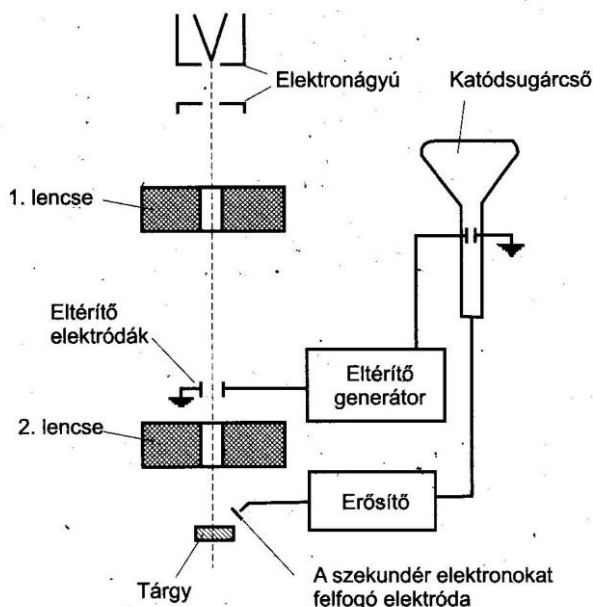
A felsoroltak ismeretében könnyen megérthető az elektronmikroszkóp működési elve.

A fémeket az átvilágító elektronmikroszkópokkal csak igen vékony rétegeken lehet vizsgálni (kb. 50 nm vastagságig). Ilyen vékony fóliákat csak kivételesen tudunk előállítani, és elsősorban a rácshibák, kiválások vizsgálatánál van jelentőségük.

A fémek szerkezetét átvilágító elektronmikroszkóppal közvetve vizsgálhatjuk, lenyomatok készítése útján. Ennek során a fém metallográfiái csiszolatáról (lakk vagy műanyag stb.) lenyomatot készítünk, mely követi a próbatest felületének domborzatát, s elektronmikroszkóppal átvilágítható.

A fémek szerkezetének közvetlen vizsgálatára a pásztázó (scanning vagy raster) elektronmikroszkóp alkalmas. A pásztázó (scanning) elektronmikroszkópot 1942-ben V. Zworykin, J. Hiller és Snyder fejlesztette ki, amellyel 50 nm felbontóképességet értek el.

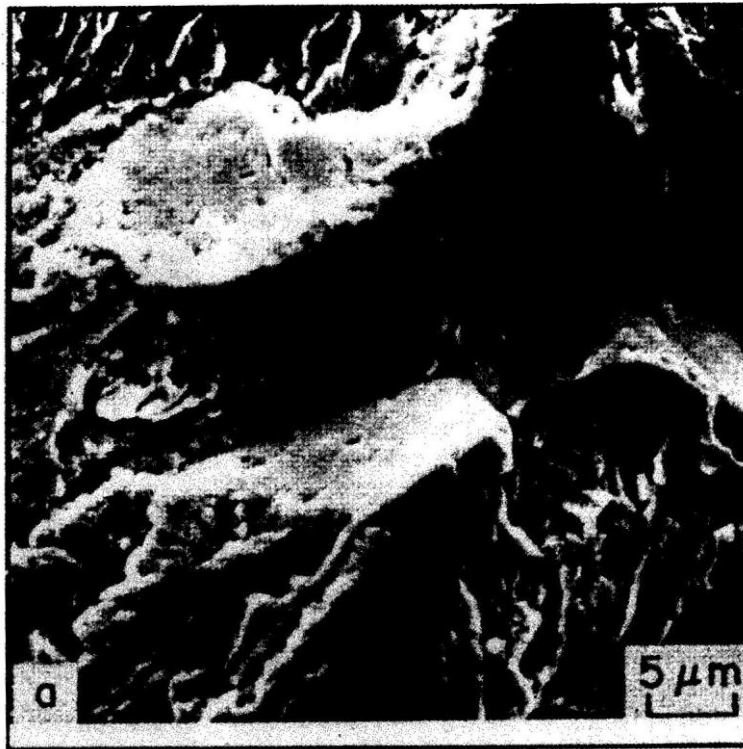
A felgyorsított, keskeny nyalábbbá összefogott elektronsugár soronként letapogatja és gerjeszti a tárgy felületét. A kilépő másodlagos elektronokat kollektor gyűjti össze, ami a katódsugárcsőben azonos fázisban haladó elektronsugarat vezérli:



11. ábra. A scanning elektronmikroszkóp felépítési elve

Ez a sugár jut a fluoreszkáló ernyőre és a tárgy nagyított, vetített képét állítja elő. Mivel a tárgy és a kép között nincs lencse, ezért a pásztázó elektronmikroszkóp mélységi élessége igen nagy (ezerszerese a fémmikroszkópénak), így előkészítés nélkül tagolt felületű tárgyak, például töretek, közvetlenül vizsgálhatók vele.

A következő felvétel egy erősen ötvözött acél fáradásos törési felületéről készült:



12. ábra. Fáradásos törésfelület elektronmikroszkópos képe¹

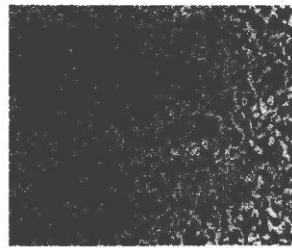
TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Olvassa el az anyagvizsgálatok című szakmai információkat, majd foglalja össze az alábbi kérdésekre a válaszokat!

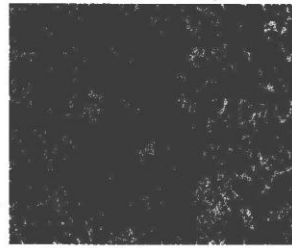
1. Miért fontos az anyagvizsgálat, miért nem elegendő az anyag fizikai és kémiai tulajdonságainak ismerete?
2. Mi a metallográfiai vizsgálat lényege, milyen csoportba oszthatóak ezek a vizsgálatok?
3. Hol használunk töretrpróbát a gyakorlatban?
4. Mi a makromaratás vizsgálatának menete, milyen töménységű maratószeret használnak?
5. Baumann-féle vizsgálat menetét vázolja!
6. Mikroszkópos vizsgálatnak mi a célja?
7. A fémmikroszkóp elvi felépítését tanulmányozza és a fény útját kövesse végig, elemezze, hogyan keletkezik a nagyított kép!
8. Miből áll a fémmikroszkóp megvilágító berendezése!
9. Foglalja össze a mikroszkópi csiszolatkészítés lépéseit!

¹ Benki Lajos: Alapmérések II. (Anyagvizsgálat), Budapest, 2000, 93. oldal

10. Különböző szerkezetű (homogén és heterogén) anyagok milyen eltérést mutatnak a mikroszkópos csiszolati képen?
 11. Foglalja össze az elektronmikroszkópról olvasott anyagot!
 12. Feladatául kapja, hogy egy anyagot kell megvizsgálnia. Készítsen csiszolatot, majd elemezze a képet a következő fényképmelléletek és mintakép sorozatok (különböző öntöttvas és acélcsiszolatok mikroszkópi képe) segítségével!
- A vizsgálat után az összehasonlítást elvégezve, dokumentálja jegyzőkönyvbe a mérés eredményét, a hiba kódját ne felejtse el feltüntetni!*



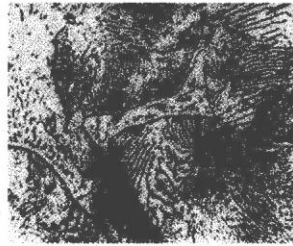
a – ferrit-perlit
(normalizált)



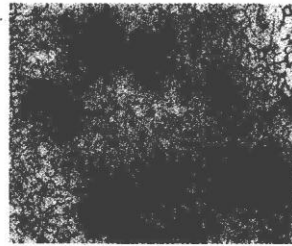
b – bainit-martenzit
(normalizált)



c – ferrit-perlit
(lágyított)



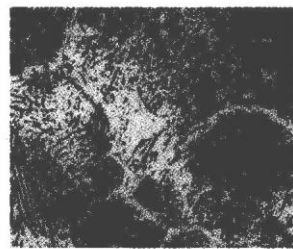
d – steadit: vas-vaskarbid-
vasfoszfid eutektikum a
szürkevasban. Homorú
határú pettyes szövetelem;
3% HNO_3



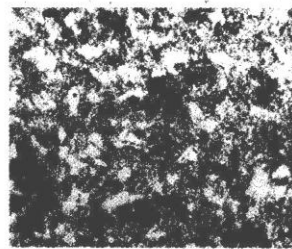
e – fekete temperöntvény
szövetképe. A fekete
csomók: „magvas grafit”,
vagy temperszén; a fehér
alap: ferrit; 3% HNO_3



f – perlit-grafitos szürkevas
szövete. Az alap: lemezes
perlit, benne fekete
grafiterek, kis fehér ferrit-
szemek, a pettyes szövet-
elem: steadit; 3% HNO_3



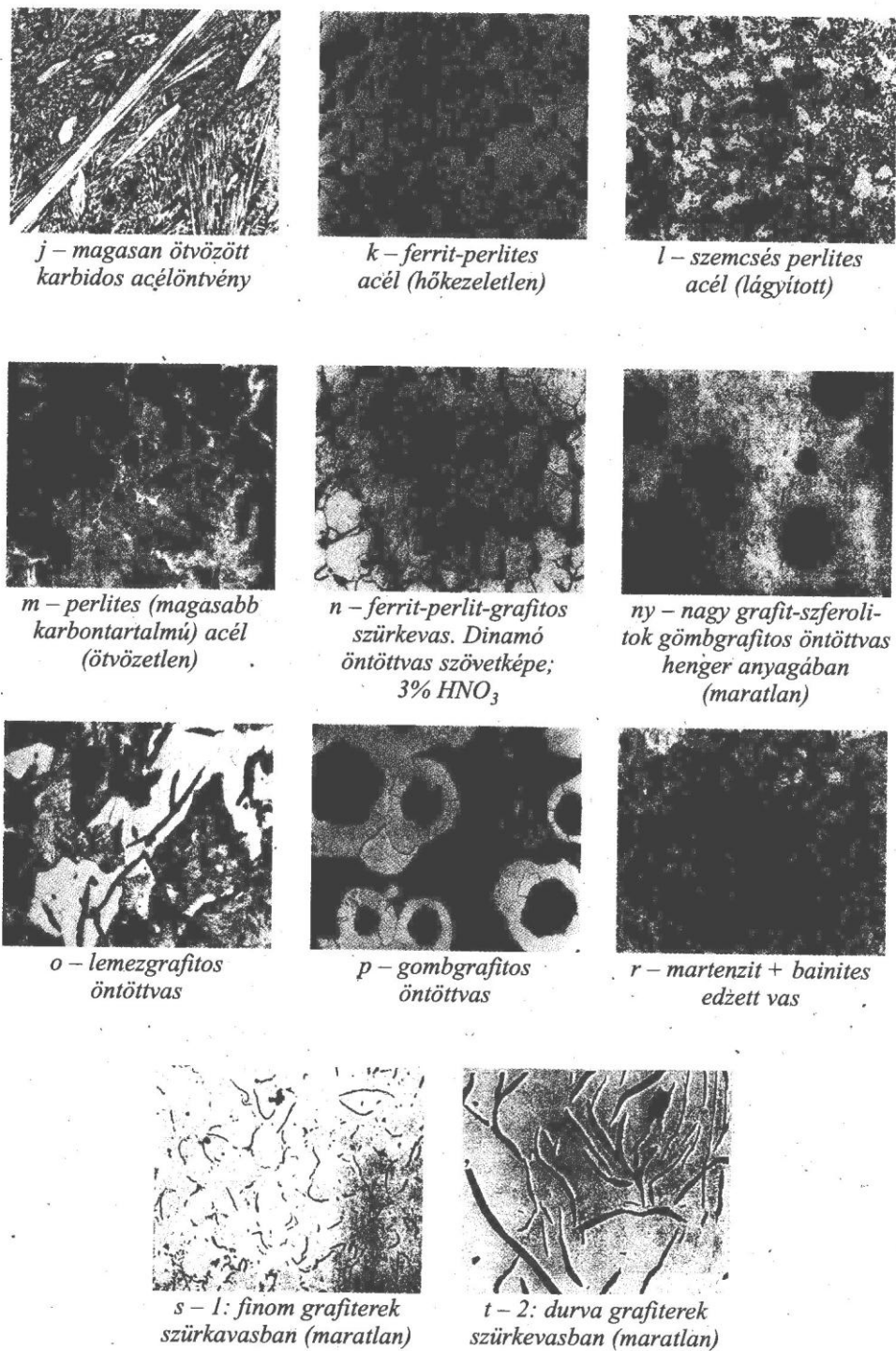
g-h – szekunder cementitháló a perlitté bomlott
gamma-vas szemcsék határán. 1,3% C-tartalmú acél.
mikroszövete. A bal oldalinál – marószers: 3% HNO_3 ,
a cementit fehér; a jobb oldali képnél – 25 g NaOH ,
75% víz, 2 g pikrinsav, a cementit fekete,



i – a kokillába öntött
acéltuskó fogyási
üregében fejlődött
dendrites kristályok

13. ábra. Öntöttvas és acélcsiszolatok²

² Benki Lajos: Alapmérések II. (Anyagvizsgálat), Budapest, 2000, 94. oldal

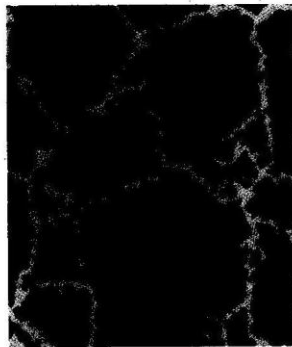


14. ábra. Öntöttvas és acélcsiszolatok³

³ Benki Lajos: Alapmérések II. (Anyagvizsgálat), Budapest, 2000, 95. oldal



P 25



Fj 2



L 25

u – etalonok a fémes alapanyag alapján való minősítéshez – P 25: a perlitmennyiség szerint; Fj 2: a foszfidos eutektikum szerint; L 25: a ledeburit szerint



G 8



Gh 8



Ge 7

v – etalonok a grafit alapján való minősítéshez – G 8: a grafitmennyiség szerint, Gh 8: a grafit hossz szerint, Ge 7: a grafiteloszlás szerint

15. ábra. Etalonok fémes alapanyagra és grafit alapján való minősítéshez⁴

⁴ Benki Lajos: Alapmérések II. (Anyagvizsgálat), Budapest, 2000, 96. oldal

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Írja le mit értünk metallográfiai vizsgálat alatt?

2. feladat

Húzza alá a megfelelő válaszokat: mit értünk makromaratási vizsgálaton!

- a., melegmaratás után a felületet simára munkáljuk, majd szárítjuk; _____
- b., félgymaratók kristályszerkezetének dúsulását tudjuk vele kimutatni; _____
- c., makroszkóppal vizsgáljuk a csiszolatot; _____
- d., a felületet simára munkáljuk utána melegmaratás következik, majd szárítás; _____
- e., megmutatja a belső hibák, zárványok jelenlétét; _____
- f., alakításból származó hibák felismerhetők (pl. acélban a kén és foszfor dúsulás); _____
- g., a lenyomatot fotópapírra készítjük (ezüstbromid emulzió) a kénhidrogén barna elszíneződést mutat; _____
- h., a próbatestet felmelegítjük 300 °C-ra, melegen eltörjük, a töret kékes lesz.

3. feladat

Számozza be a Baumann-féle vizsgálat menetének lépéseit!

_____ - lenyomatot készítünk fotópapírral, melyet kb. 2-6 percig 5%-os kénsavoldatban áztatunk, _____

_____ - a felületet csiszoljuk _____

_____ - az acélban lévő szulfidokból kénhidrogén (H_2S) keletkezik, ami a papír ezüst-bromid emulzióján barna elszíneződést okoz _____

_____ - a fotópapírt az emulziós oldalával a tiszta fémfelületre buborékmentesen rászorítjuk, 3 percig rajtahagyjuk, _____

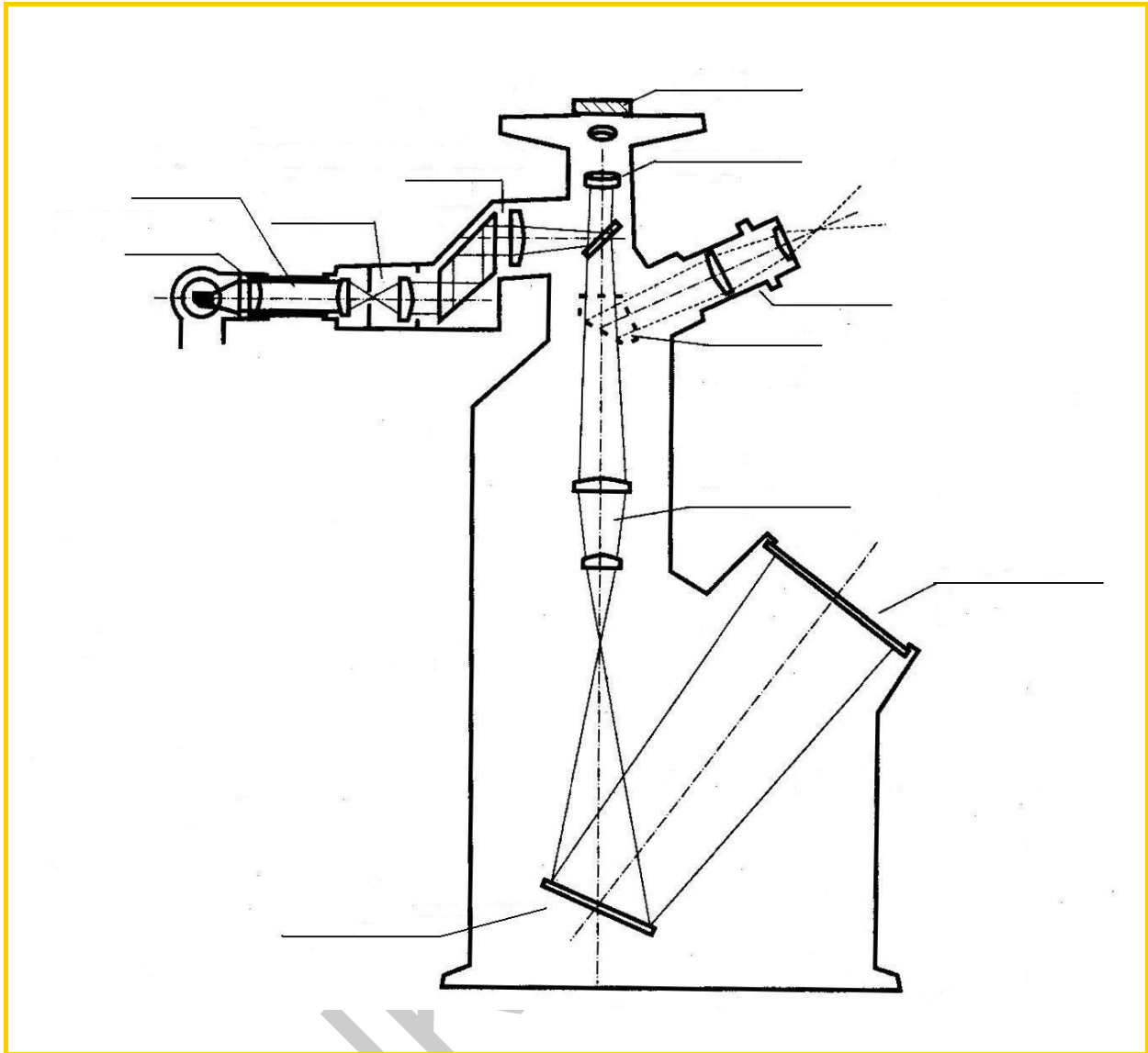
_____ - a fotópapírt folyóvízben kimossuk, fixírfürdőben rögzítjük és szárítjuk a képet _____

4. feladat

Írja le mit tudunk vizsgálni mikroszkóppal?

5. feladat

Írja le a fémmikroszkóp részeit a megfelelő helyre!



16. ábra.

6. feladat

Írja le a mikroszkóp optikai lencserendszere milyen részekből áll!

7. feladat

Írja le hogyan keletkezik a nagyított kép!

8. feladat

Rajzolja le a csiszológép elvi rajzát, részeit jelölje!



9. feladat

Írja le, milyen módon teszik láthatóvá a csiszolatokat heterogén és homogén szövetszerkezetű anyagok esetén!

10. feladat

Definiálja az elektronoptikai lencsék működési elvét!

11. feladat

Fogalmazza meg, hogy az elektronmikroszkóp miért jobb a fémmikroszkópnál?

MEGOLDÁSOK

1. feladat

Írja le mit értünk metallográfiai vizsgálat alatt?

A metallográfiai vizsgálat alatt a csiszolatok vagy szöveteképek előállítását és kiértékelését értjük. A vizsgálandó anyagpróbát lecsiszolják és polírozzák (fényesítik), hogy a gyártásból eredő felületi egyenetlenséget megszüntessék, ezáltal bizonyos anyaghibák könnyen felismerhetővé válnak.

2. feladat

Húzza alá a megfelelő válaszokat: mit értünk makromaratási vizsgálaton!

- a., melegmaratás után a felületet simára munkáljuk, majd szárítjuk;
- b., félgyártmányok kristályszerkezetének dúsulását tudjuk vele kimutatni;
- c., makroszkóppal vizsgáljuk a csiszolatot;
- d., a felületet simára munkáljuk utána melegmaratás következik, majd szárítás;
- e., megmutatja a belső hibák, zárványok jelenlétét;
- f., alakításból származó hibák felismerhetőek (pl. acélban a kén és foszfor dúsulás);
- g., a lenyomatot fotópapírra készítjük, (ezüst–bromid emulzió) a kén–hidrogén barna elszíneződést mutat;
- h., a próbatestet felmelegítjük 300 °C-ra, melegen eltörjük, a töret kékes lesz.

3. feladat

Számozza be a Baumann-féle vizsgálat menetének lépéseit!

- __2__– lenyomatot készítünk fotópapírral, melyet kb. 2–6 percig 5%-os kénsavoldatban áztatunk,
- __1__– a felületet csiszoljuk
- __4__– az acélban lévő szulfidokból kénhidrogén (H₂S) keletkezik, ami a papír ezüst–bromid emulzióján barna elszíneződést okoz
- __3__– a fotópapírt az emulziós oldalával a tiszta fémfelületre buborékmentesen rászorítjuk, 3 percig rajtahagyjuk,
- __5__– a fotópapírt folyóvízben kimossuk, fixírfürdőben rögzítjük és szárítjuk a képet

4. feladat

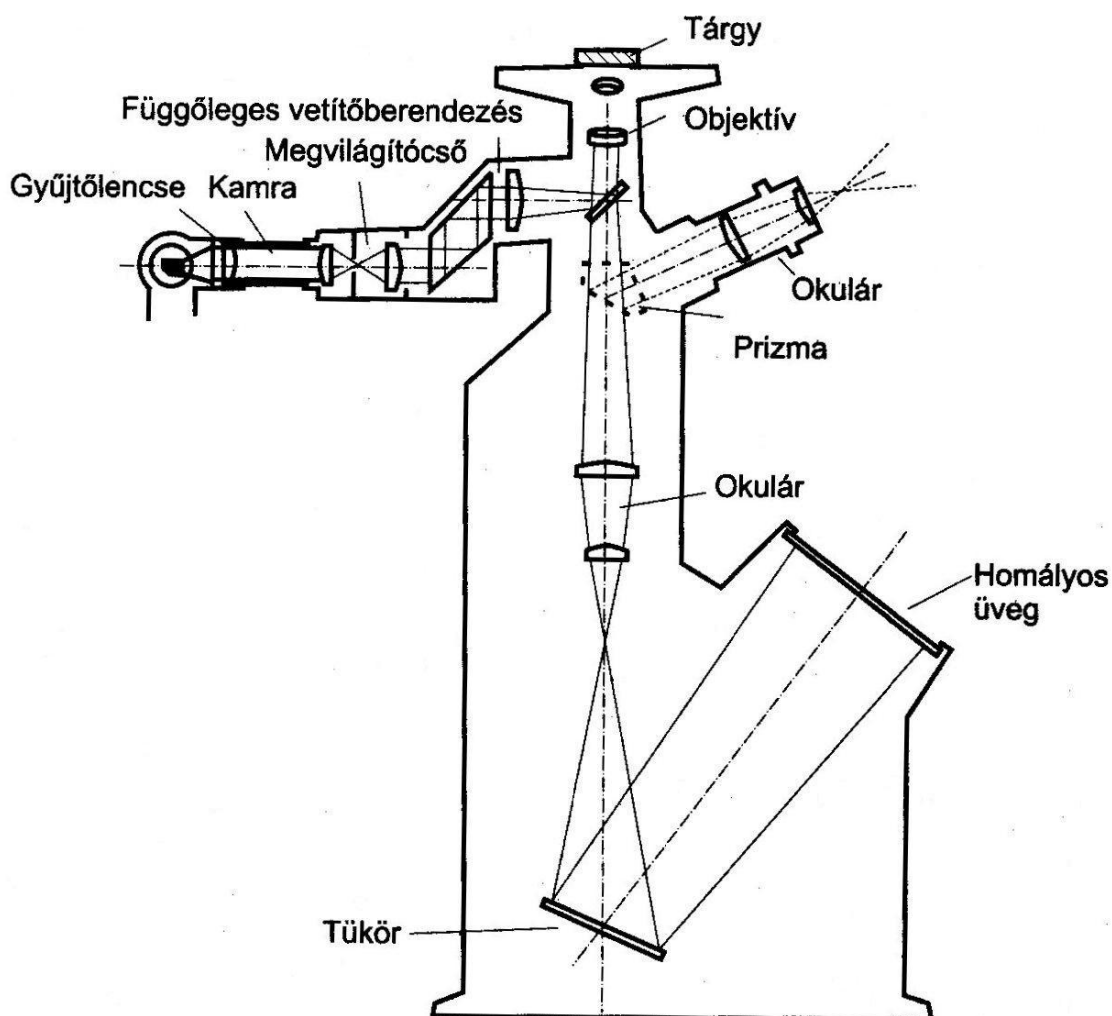
Írja le, mit tudunk vizsgálni mikroszkóppal?

A fémek krisztallitjai különböző eloszlásúak és szerkezetűek lehetnek, méreteik is kisebbek annál, hogy szabad szemmel észlelni lehessen őket.

A vizsgálati eljárás segítségével a szövet fajtája és szerkezete is felismerhetővé válik. Tanulmányozhatók pl. a szemcsehatárok és a szemcsenagyság, az ötvözők, a kristályok deformációja a hidegalakítás hatására, a durvaszemcsék képződése, a széndúsulások.

5. feladat

Írja le a fémmikroszkóp részeit a megfelelő helyre!



17. ábra.

6. feladat

Írja le a mikroszkóp optikai lencserendszere milyen részekből áll!

A mikroszkóp optikai berendezése két lencserendszerből, a tárgylencséből (objektív) és szemlencséből (okulár) áll.

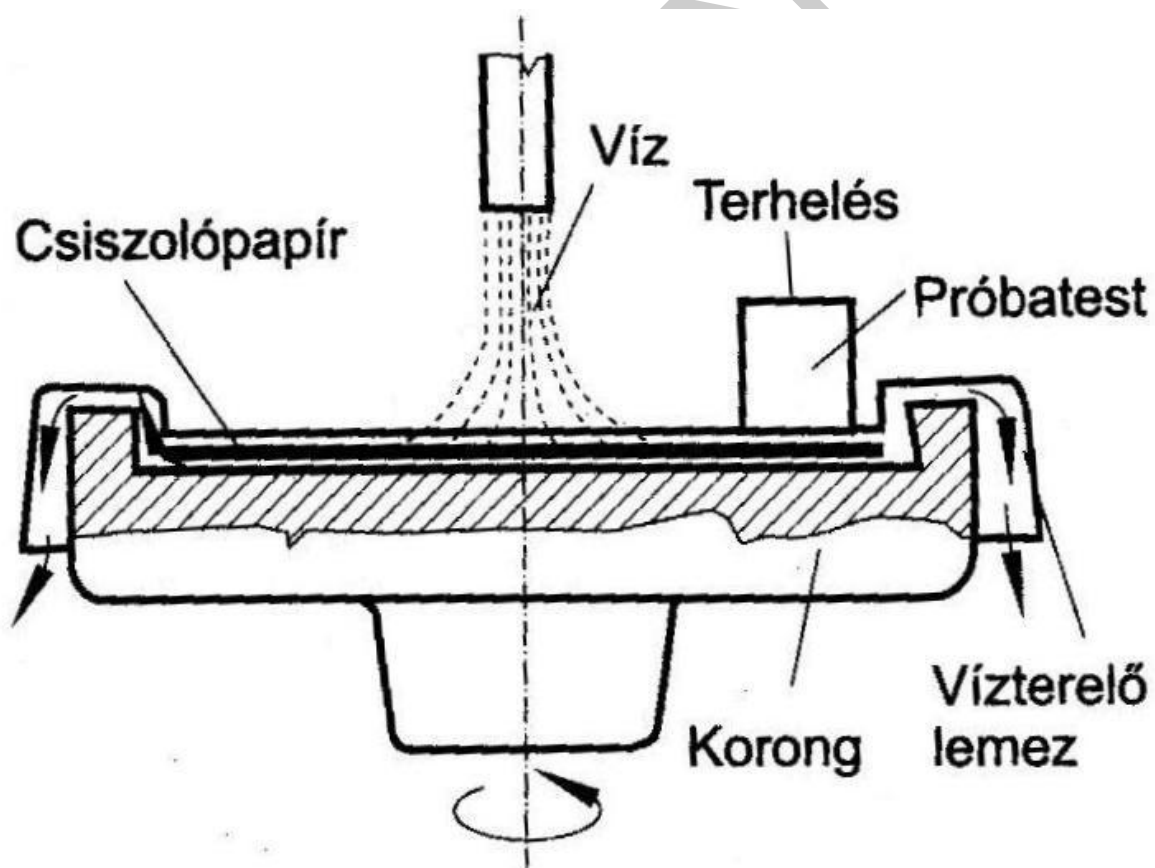
7. feladat

Írja le, hogyan keletkezik a nagyított kép!

A vizsgálandó felületet az objektív fókuszán kívül elhelyezve a tárgy valódi, fordított képe képződik az okulár fókusz távolságán belül, ezt a képet az okuláron keresztül nézve a tárgy látszólagos, fordított, nagyított képét kapjuk. A mikroszkóp teljes (lineáris) nagyítása az objektív nagyításának és az okulár nagyításának szorzatából adódik. A mikroszkóp nagyítása azonban csak egy bizonyos határig növelhető. Bizonyos határon túl növelve a nagyítást, már nem kapunk újabb részleteket. A hasznos nagyítás mértékének a mikroszkóp felbontóképessége szab határt, amelyet viszont a tárgylencse szab meg. A felbontóképességen két vonalnak azt a legkisebb távolságát értjük, amelynél a vonalak még külön észlelhetők.

8. feladat

Rajzolja le a csiszológép elvi rajzát, részeit jelölje!



18. ábra.

9. feladat

Írja le, milyen módon teszik láthatóvá a csiszolatokat heterogén és homogén szövetszerkezetű anyagok esetén!

A marószerek a **heterogén szövetszerkezetű anyagok** szerkezetét azáltal teszik láthatóvá, hogy az egyes fázisokat különböző mértékben támadják meg, így közöttük **szintkülönbség képződik**.

A **homogén szövetű anyagok** azonos minőségű kristályokból állnak. Ezeknél a marószer a **kristályhatárokat** támadja meg. Vannak marószerek, amelyek a kristályok felületét támadják meg és különböző érdességűre marják, mivel az egyes kristályok rácssíkjai más-más irányúak. Ennél fogva **a szemcsék világosabbnak, illetve sötétebbnek látszanak**.

10. feladat

Definiálja az elektronoptikai lencsék működését!

Az elektronoptikai lencsék működési elve azon a fizikai jelenségen alapszik, amely szerint az elektrosztatikus és mágneses tér az elektronsugarat kitéríti. Ennek megfelelően elektrosztatikus, vagy mágneses lencsákat alkalmaznak. Az elektrosztatikus lencsék többnyire három, szimmetrikusan elhelyezett, gyűrű alakú elektródból állnak, amelyek közül a két szélső azonos, a középsőhöz viszonyítva erősen pozitív feszültségű.

A mágneses lencse forgásszimmetrikus mágneses terű, lényegében gyűrű alakú tekercs, amelyet a mágneses erővonalak jobb koncentrációja érdekében pólussarukkal is ellátnak.

11. feladat

Fogalmazza meg, hogy az elektronmikroszkóp miért jobb a fémmikroszkópnál?

Az elektronmikroszkóp esetén a sugár, a fluoreszkáló ernyőre jut és a tárgy nagyított, vetített képét állítja elő. Mivel a tárgy és a kép között nincs lencse, ezért a pásztázó elektronmikroszkóp **mélységi élessége igen nagy** (ezerszerese a fémmikroszkópénak), így **előkészítés nélkül** tagolt felületű tárgyak, például töretek, **közvetlenül vizsgálhatók** vele.

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Frischherz – Skop: Fémtechnológia 1.–Budapest, 1993

Benki Lajos: Alapmérések II. (Anyagvizsgálatok)– Budapest, 2000

Fodor László – Csizmadia Ferencné: Anyagismeret és technológia IV.–1985, Budapest

Gál István – Kóródy László: Anyagismeret és technológia III.–1981, NME Tankönyvkiadó Budapest

AJÁNLOTT IRODALOM

Frischherz–Skop: Fémtechnológia 1.–Budapest, 1993 (71.–95.oldal)

Benki Lajos: Alapmérések II. (Anyagvizsgálatok)– Budapest, 2000

A(z) 0275-06 modul 006-os szakmai tankönyvi tartalomeleme
felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 521 01 0000 00 00	Gépgyártástechnológiai technikus

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
50 óra

MUNKANYAG

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