

F 3593

# MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI KÖZLEMÉNYEK

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA  
ORSZÁGOS KUTATÓFILM KÖZPONT

HU ISSN 0133-3704

1981.  
17. ÉVFOLYAM  
BUDAPEST

**31**

18

# MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA ORSZÁGOS KUTATÓFILM KÖZPONT



BUDAPEST VI. LENIN KRT. 67.  
1391 BUDAPEST, PF. 241.  
TELEX: 22-6936 akamu  
TELEFON: 220-425\*

Igazgatási Titkárság  
Személyzeti vezető  
Főkönyvelőség  
Üzemeltetési Osztály  
Számítástechnikai Osztály

## Beruházási és Anyaggazdálkodási Osztály

Budapest V. Városház u. 1.  
Telefon: 182-916

## KUTATÓFILM OSZTÁLY ORSZÁGOS KUTATÓFILM KÖZPONT

Budapest V. Akadémia u. 11.  
Telefon: 116-820, 116-828, 116-829

## FELSŐOKTATÁSI ÉS KUTATÓFILMTÁR INFRATECHNIKA

Budapest V. Városház u. 1.  
Telefon: 186-522

## MŰSZERKÖLCSÖNZÉSI FŐOSZTÁLY MŰSZERKÖLCSÖNZÉSI OSZTÁLY MŰSZERELLÁTÁSI OSZTÁLY MŰSZERRAKTÁR

Budapest VI. Lenin krt. 67.  
Telefon: 420-967

## MŰSZERTECHNIKAI FŐOSZTÁLY MÉRÉSTECHNIKAI OSZTÁLY MŰSZERFEJLESZTÉSI OSZTÁLY SZERVIZ OSZTÁLY

Budapest VI. Lenin krt. 67.  
Telefon: 220-425\*

## AKUSZTIKAI KUTATÓLABORATÓRIUM

Budapest XI. Budaörsi út 45.  
Telefon: 850-777

## SZERVIZKÉPVISELETI FŐOSZTÁLY

Budapest XI. Bártfai u. 65.  
Telefon: 869-844\*  
Telex: 22-5114 mtamn.

## SZAKTANÁCSADÁSI OSZTÁLY

Budapest VI. Lenin krt. 67.  
Telefon: 220-425\*

## Szolgáltatásaink

### KUTATÓFILMEK KÉSZÍTÉSE – KÜLÖNLEGES FILMTECHNIKA

Nagysebességű és idősűrítő felvételek  
Infravörös regisztrálás  
Schlieren-vizsgálatok  
Mikrokinematográfia  
Filmanyagok mágneshang-csíkozása  
Kutatófilmes dokumentáció  
Filmhangosítás

### MŰSZERKÖLCSÖNZÉS

Műszerek kölcsönzése  
Kölcsönműszerek bemutatása, kezelési tanácsadás  
Kölcsönzött műszerek szállítása  
Műszerjavítás – karbantartás

### MŰSZERTECHNIKAI SZOLGÁLTATÁS

Speciális akusztikai vizsgálatok, zaj- és rezgésmérések  
Akusztikai rezgéstechnikai kutatás,  
fejlesztés, tervezés és szaktanácsadás  
Hőtechnikai mérések  
Mechanikai igénybevétel mérése nyúlásmérőbélyeges  
módszerrel

Villamos mennyiségek mérése és regisztrálása

Célműszerépítés

Új mérési módszerek kidolgozása

Szabályozástechnikai rendszerek tervezése és kidolgozása

Mérési adatok számítástechnikai feldolgozása

Műszaki-tudományos számítástechnikai feladatok megoldása

Mérési adatarchiválás

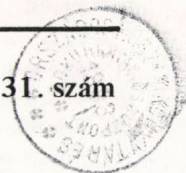
### SZERVIZSZOLGÁLTATÁS

Az alábbiakban felsorolt cégek műszereinek üzembe-  
helyezése, garanciális és garancián túli javítása, kar-  
bantartása, felújítása és szaktanácsadása:

- Beckman—München, Brabender, Hewlett-Packard, Jeol,  
MTS Systems, Opton, Perkin-Elmer, Radiometer,  
Radiometer Electronics, C. Reichert és Varian cégek:  
Budapest, XI. Bártfai u. 65.  
Telefon: 869-844\* Telex: 225114 mtamm
- Blandford Systems Ltd., Gould, Hottinger-Bald-  
win Messtechnik, Labtest, LKB, AB Lorentzen & Wettre,  
Marconi Instruments, Philips, Spectra-Physics, Ströhlein  
és Tekelec-Airtronic cégek:  
Budapest, VI. Lenin krt. 67.  
Telefon: 220-425\* Telex: 226936 akamu

### SZAKTANÁCSADÁS

Műszer- és méréstechnikai tanácsadás  
Országos Műszernyilvántartás  
Műszaki folyóirat- és könyvtár,  
Műszerprospektustár



**TARTALOM**

**ÁLLOMÁNYBÓL TÖRÖLVÉ**  
Budapesti Műszaki és  
Gazdaságtudományi Egyetem  
Országos Műszaki Információs  
Központ és Könyvtár

*Szerkeszti:*  
a Szerkesztőbizottság  
*a Szerkesztőbizottság elnöke:*  
Dr. Stokum Gyula  
*Felelős szerkesztők:*  
Dr. Solti Mihály és Török Gábor  
*Operatív szerkesztő:*  
Radnai Rudolf  
*Technikai szerkesztő:*  
Árkos Iván  
  
*Lektorálta:*  
Dr. Batizi András, Dancsi Lajosné,  
Dr. Csocsán László, Eördögh Imre,  
Fischer Éva, Györgyné Váraljai  
Irénn, Kőfalvi Jenő, Komáromi Ti-  
bor, Mátrai Vilmos, Pomáziné  
Kiss Éva, Dr. Solti Mihály, Szent-  
irmai Endre és Dr. Lukács Gyula  
  
*Szerkesztőség:*  
MTA Műszerügyi és  
Méréstechnikai Szolgálat  
Országos Kutatófilm Központ  
Budapest, VI., Lenin krt. 67.  
Levél cím: 1391 Budapest Pf. 241.  
Telefon: 420-144

*E számunk szerzői:*  
Balassa Judit (MOM), Békési Kál-  
mán, Dr. Csocsán László, Görgé-  
nyi László, Kőfalvi Jenő, Dr. Papp  
Lajos (KLTE), Radnai Rudolf,  
Dr. Solti Mihály, Szender László,  
Török Gábor, Vékony Sándor  
(NME)

*Terjeszti:*  
MTA MMSZ  
*A kiadásért felel:*  
Dr. Stokum Gyula igazgató  
*Készült:*  
az MTA Kutatási Ellátási  
Szolgálat Soksorozító Üzemében  
8112401, Budapest  
*Felelős vezető:*  
Dr. Héczey Lászlóné

**Új irányok a műszer- és mérés technikában**  
*Kőfalvi Jenő:* A fotoakusztikus spektroszkópia (PAS) és néhány alkalmazása . . . . . 5  
*Radnai Rudolf:* Akusztikai emissziós vizsgálatok . . . . . 11

**Az SI bevezetésének gyakorlati problémái**  
*Balassa Judit:* A mól bevezetésének néhány következménye a kémiában . . . 19

**Mérésszolgáltatás**  
*Békési Kálmán:* Épület és gépszerkezetek hibahelyeinek megállapítása akusztikai módszerrel . . . . . 23

**Szervizszolgáltatás**  
*Dr. Csocsán László:* Az atomabszorpciós és emissziós lángspektrofotométerek gáz- és lángrendszerei . . . . . 27

**Kutatófilmmezés**  
*Szender László–Vékony Sándor:* Belső menetek képlékeny alakítási folyamatának vizsgálata nagysebességű filmtechnikával . . . . . 37

**Hazai műszerfejlesztés**  
*Dr. Papp Lajos:* Elektrotermikus atomizáló, grafit sugárforrás és termikusan szabályozott tápegység atomabszorpciós és emissziós spektrográfias vizsgálatokhoz . . . . . 43

**Külföldi műszerújdonások**  
Összeállította: *Dr. Csocsán László–Kőfalvi Jenő–Radnai Rudolf–Dr. Solti Mihály–Török Gábor* . . . . . 48

**Műszerkölcsonzés**  
*Görgényi László:* A kölcsönműszerpark szaporulata . . . . . 59

**Könyvismertetés**  
Összeállította: *Radnai Rudolf* . . . . . 61

СОДЕРЖАНИЕ

<b>Новые направления приборостроительной и измерительной техники</b>	
<i>Е. Кёфалви:</i> Фотоакустическая спектроскопия (ПАС) и несколько примеров ее применения . . . . .	5
<i>Р. Раднаи:</i> Акустические эмиссионные испытания . . . . .	11
<b>Практические проблемы введения СИ</b>	
<i>Ю. Балашиа:</i> Некоторые последствия в химии в результате введения «Моли» . . . . .	19
<b>Измерительное обслуживание</b>	
<i>К. Бекеш:</i> Определение акустическим методом мест погрешностей здания и механических конструкций . . . . .	23
<b>Сервисное обслуживание</b>	
<i>Д-р Л. Чочан:</i> Атомноабсорбционная и эмиссионная спектрофотометрия пламени, системы газа и пламени . . . . .	27
<b>Исследовательская съемка</b>	
<i>Л. Сендер—Ш. Веконь:</i> Исследование процесса пластического образования внуиренных нарезок путем кино-техники большой скорости . . . . .	37
<b>Новости отечественного приборостроения</b>	
<i>Д-р Л. Палп:</i> Электротермическая атомизатор, источник графитного излучения и термически регулируемый источник питания для атомноабсорбционных и эмиссионных спектрографических испытаний . . . . .	43
<b>Новости зарубежного приборостроения</b>	
Составили: <i>Д-р Л. Чочан—Е. Кёфалви—Р. Раднаи—Д-р М. Шолти—Г. Тэрэк</i> . . . . .	48
<b>Приrost количества приборов напрокат</b>	
Составил: <i>Л. Гёргени</i> . . . . .	59
<b>Сведения о книгах</b>	
Составил: <i>Р. Раднаи</i> . . . . .	61

INSTRUMENTS AND MEASURING  
TECHNIQUES NEWS 1981. 30.

Instruments and Measuring Technique Service  
of the Hungarian Academy of Sciences  
National Research Film Centre

CONTENTS

<b>New Trends in Measurements and Instruments</b>	
<i>J. Köfalvi:</i> The Photo-Acoustic Spectroscopy (PAS) and its Applications . . . . .	5
<i>R. Radnai:</i> Acoustic Emission Analysis . . . . .	11
<b>Practical Problems in Introducing the (SI) International System of Units</b>	
<i>J. Balassa (Mrs.):</i> On Some Consequence of Making the Mole a Fundamental Unit . . . . .	19
<b>Measuring Service</b>	
<i>K. Békési:</i> An Acoustic Method for Localizing Defects in Buildings and Machines . . . . .	23
<b>Service Work</b>	
<i>Dr. L. Csocsán:</i> Gas/Flame Systems for Atomic Absorption and Emission Photometers . . . . .	27
<b>Films in the Research Work</b>	
<i>L. Szender and S. Vékony:</i> Investigation of the Plastic Deformation of Female Threads by High-speed Film Technique . . . . .	37
<b>New Hungarian Instruments</b>	
<i>Dr. L. Papp:</i> Thermoelectric Atomizing Unit, Graphit Source, and Thermally Regulated Power Supply for Use in Atomic Absorption and Emission Spectroscopy . . . . .	43
<b>New Instruments Abroad</b>	
<i>Dr. L. Csocsán, J. Köfalvi, R. Radnai, Dr. M. Solti, G. Török</i> . . . . .	48
<b>New Instruments on Hire</b>	
<i>L. Görgényi</i> . . . . .	59
<b>Books Review</b>	
<i>R. Radnai</i> . . . . .	61



# DR. Solti Mihály

1925–1981

*Megrendülve és mély fájdalommal értesültünk e számunk szerkesztése közben arról, hogy felelős szerkesztőnk, Dr. Solti Mihály 1981. szeptember 13-án örökre eltávozott közülünk.*

*Az önállóvá vált Szolgálat munkájába nagyon korán, már 1958-ban bekapcsolódott. A Szaktanácsadási Osztály vezetőjeként emberségét, nagy szakmai tudását és hozzáértését a szakemberek széles köre előtt ismert olyan eredmények fémjelezték, mint a kialakuló Országos Műszerkataszter, a maga nemében egyedülálló műszer-prospektustár és a Szolgálat műszaki könyvtára. Nehéz időkben is helytállva segítette a Szolgálat vezetését, munkatársainak mindig segítőkész kollégája, vezetője volt.*

*Kiadványunk szerkesztési munkáit is Ő indította meg 1964-ben, majd irányította szorgalommal, türelemmel és kitartással állandóan önmagát, szakmai tájékozottságát, szerkesztési és lektori tehetségét adva. Súlyos betegsége idején is tevékenyen segítette ezt a nem könnyű munkát.*

*Elhunytával súlyos veszteség ért bennünket.*

Az MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI  
SZOLGÁLATÁNAK VEZETŐSÉGE



## A fotoakusztikus spektroszkópia (PAS) és néhány alkalmazása

KÓFALVI JENŐ

*A cikk a műszeres analitika egyik új módszerét, a mintegy négy-öt éve kifejlesztett fotoakusztikus spektroszkópiát (PAS) ismerteti. Tárgyalja a fotoakusztikus jel kialakulását, a módszer főbb jellemzőit és az elterjedt műszer-alaptípusok felépítését. Végezetül néhány alkalmazási területet ismertet.*

*E. Кёфалви: Фотоакустическая спектроскопия (ПАС) и некоторые ее применения*

V a статье описывается один из методов приборной аналитики, усовершенствованной на протяжении последних 4—5-ти лет фотоакустической спектроскопии (ПАС). Обсуждает создание фотоакустического знака, главные показатели метода, а также построение распространенных основных типов приборов. Наконец знакомит с некоторыми областями применения.

*J. Kófalvi: The Photo-Acoustic Spectroscopy and its Applications*

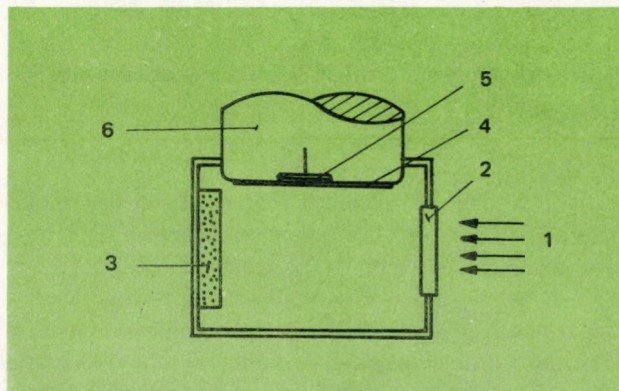
Photo-acoustic spectroscopy has been useful in analysis for about four or five years. This paper reviews the principle behind the method, then describes some typical applications.

MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI KÖZLEMÉNYEK  
1981. 31. sz. p. 5–9.

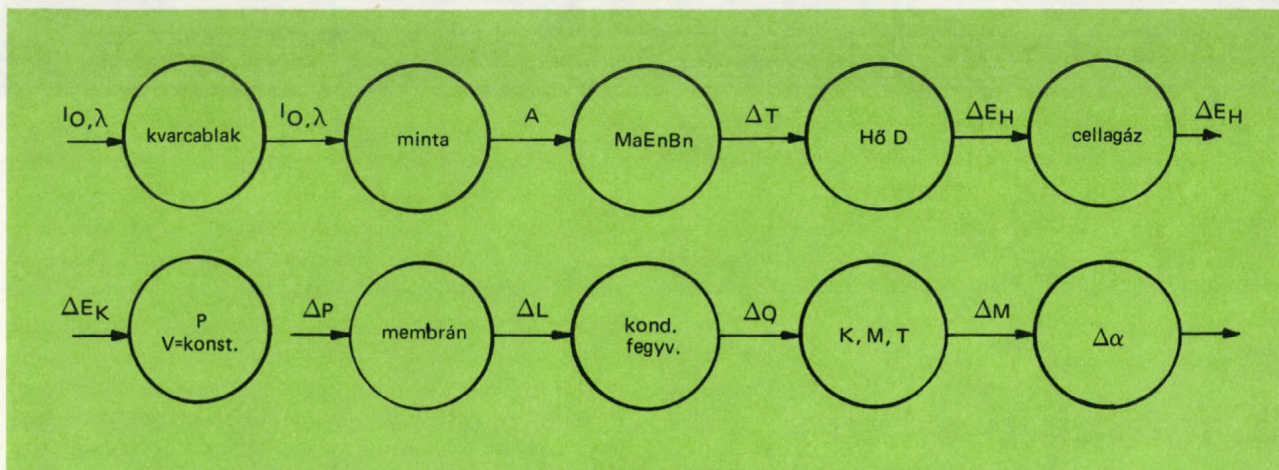
A klasszikus spektrofotometria kialakulásával szinte egy időben merült fel az igény optikailag átlátszatlan, vagy félig átlátszó anyagok és színes felületek fotometrálására. Annak ellenére, hogy közel száz éve Bell már megfigyelte a fotoakusztikus jelenséget, az elektronika fejlődésével napjainkban teremtődött meg a technikai lehetősége a fotoakusztikus spektroszkópia gyakorlati alkalmazásának. A mintegy négy-öt éve kialakult műszeres PAS technikával kapcsolatos kutatások bizonyították, hogy az ultraibolya-látható-közeli-infravörös tartománybeli abszorpciós spektrumon túl ez a módszer informál az adott minta termikus jellemzőiről, hővezetőképességéről és hőátáramlási tulajdonságáról is, valamint rétegvastagság mérésekre is alkalmas.

### A fotoakusztikus jel kialakulása

Szilárd anyag, vagy folyadék vizsgálatakor a mintát egy zárt cellában helyezik el, amely levegőt tartalmaz atmoszférikus nyomáson. A cellának a mintával ellentétes oldalán levő optikailag áteresztő kvarc ablakán át esik be az optikai sugárzás a minta felületére (1. ábra). A cellának egy másik oldalán helyezkedik el az érzékelő kondenzátor-mikrofon, ritkábban piezoelektromos kerámia, vagy piroelektromos detektor. [1] A sugárzást a minta molekulái abszorbeálják, és elektronjaik elektronenergia



1. ábra. Fotoakusztikus cella felépítése: 1-beeső optikai sugárzás, 2-kvarc ablak, 3-minta, 4-rugalmas membrán, 5-kondenzátor fegyverzet, 6-kondenzátormikrofon



2. ábra. A PAS jel kialakulása során végbemenő fizikai átalakulások:  $I_{0,\lambda}$  – adott hullámhosszú beeső sugárzás intenzitása;  $I_{0,\lambda}$  – a kvarc ablakon minimális veszteséggel áthaladt mintára eső sugárzás intenzitása;  $A$  – abszorpció a mintában;  $Ma, En, Bn$  – magasabb energianívójú szintek benépesülése;  $\Delta T$  – hőmérséklet növekedés a mintában;  $Hő D$  – hő diszzipáció;  $\Delta E_H$  – hőenergia kisugárzása;  $\Delta E_K$  – a cellagáz molekuláinak megnövekedett kinetikus energiája;  $\Delta P$  – cellagáz nyomás növekedése;  $\Delta L$  – membrán elhajlás;  $\Delta Q$  – töltés változás a kondenzátor fegyvereten;  $K, M, T$  – kijelző műszer tekercese,  $\Delta M$  – a műszer tekercesben létrejött forgatónyomaték változás,  $\Delta\alpha$  – szögkitérés.

és rezgésienergia szinteken gerjesztődnek. Az abszorbeált energiát az anyag fotobomlás, fotolumineszcencia (fluoreszcencia, foszforeszcencia), vagy hődiszzipáció útján adja le. Rendszerint ez utóbbi folyamat dominál és a leadott hő a cellát kitöltő gáz molekuláinak kinetikus energiáját növeli és így a cellában a nyomás nő. Ez a folyamat igen gyorsan megy végbe: ns vagy még rövidebb idő alatt. A fizikai átalakulási folyamatokat a 2. ábrán követhetjük.

A zárt cellában létrejövő nyomás növekedés a kondenzátor-mikrofon rugalmas membránjára hat. A membrán hátsó fala a kondenzátor egyik fegyverete így az elmozdulás megváltoztatja annak kapacitását. A töltés változást elektromos mérőműszerrel mérve kapjuk meg végül a PAS jelet. Fontos megjegyeznünk, hogy a PAS jel közvetlenül arányos mind a beeső foton fluxussal (foton szám/terület/idő), mind a foton energiájával. A jel amplitudója emellett függ a sugárforrás modulációs arányától is. Bármely folytonos sugárforrásra nézve annak sugárzott teljesítménye változik az idővel (drift és vibrációs zajok), valamint a hullámhosszal. Egy foton energiája a Planck összefüggés szerint a következőképpen változik:

$$E = h \cdot \nu = h \cdot c / \lambda$$

ahol  $\nu$  a fotonhoz rendelhető frekvencia,  $c$  egy adott partikuláris közegben a fotonhoz rendelhető hullám terjedési sebessége, és  $\lambda$  a hullámhossz.

Ha a beeső sugárzást periodikusan egy forgó sugárszaggatóval szaggatjuk, akkor az egész folyamat, amelynek során a PAS jel kialakul, periódikussá tehető. A szaggatás célja az, hogy a jelfeldolgozás során a váltóáramú erősítést alkalmazhatjuk. A sugárszaggatás eredményeként periódikus lesz az abszorpció, a hőemisszió, a nyomás változás a membrán mozgás és töltés ingadozás is.

A fotoakusztikus jelenséget csak akkor figyelhetjük meg, ha a sugárzást a minta abszorbeálja. Ha a beeső sugárzás hullámhosszát változtatjuk, a megfigyelt PAS jel egy meghatározott hullámhosszon maximumot ér el, ez az a hullámhossz, amelynél maximálisan abszorbeálódik, vagyis a minta abszorpciós spektrumát kapjuk. A PAS spektrum ennél fogva erősen hasonlít az elektron és vibrációs abszorpciós spektrumokra, ugyanakkor a reflexióspektrum kiegészítője, amely nem tartalmazza a tükrözéses reflexiót.

1. *A szórtfény zavaró hatásának elmaradása.* Mint már említettük a hagyományos optikai és reflexiós spektroszkópiától eltérően, csak a minta által abszorbeált fotonok eredményeznek PAS jelet. Így az egyébként mindig fellépő szórtfény zavaró hatása nem jelentkezik a spektrumban.

2. *Optikailag átlátszatlan anyagok vizsgálata.* Optikailag átlátszatlan anyagok esetén az elektromágneses sugárzás által kiváltott PAS jel csak a minta felületi rétegeiből nyerhető. A behatolási mélységet a minta hőátviteli tulajdonságai határozzák meg. A termális vagy hődiffúziós úthossz ( $\mu_s$ ) adja meg, hogy meddig fog terjedni a mintában egy  $w$  frekvenciájú hőhullám. A  $\mu_s$  hődiffúziós úthosszat az alábbi képlet adja meg:

$$\mu_s = (2\alpha/w)^{1/2}$$

ahol  $\alpha$  az anyag termódifuzivitása ( $\alpha = \lambda/sc$ , ahol  $\lambda$  a hővezetőképesség,  $d$  a sűrűség és  $c$  a fajhő).

A PAS jelet a mintának csak néhány hődiffúziós úthosszynyi mélységéből nyerjük. Következésképp a fényforrás  $w$  modulációs frekvenciájának változtatása lehetővé teszi a hődiffúziós úthossz kiválasztását és teljesen



átlátszatlan, opak anyagok abszorpciós spektrumának felvételét.

3. *Spektroszkópiai profil mélység meghatározása.* A fényforrás modulációs frekvenciájának megfelelő változásával a minta különböző mélységű rétegeit lehet tanulmányozni. A fényforrás különböző modulációs frekvenciáinál regisztrált spektrumokat egymásból kivonva meghatározhatók a minta mélység szerinti abszorpciós jellemzői.

4. *A minta réteg hővezetőképességének mérése.* A PAS jel nagyságának és fázisának változását a fényforrás modulációs frekvenciájával, jelentősen befolyásolja a minta hődiffuzivitása (és ennél fogva a hővezetőképessége), illetve a rétegvastagság. A fotoakusztikus spektrometriát így ezen paraméterek egyikének meghatározására alkalmazhatjuk, ha a másik ismert. A módszert sikeresen használják például polimer filmek rétegvastagságának és hődiffuzivitásának meghatározására (3. ábra). [2]

5. *Az abszolút lumineszcens kvantumhasznosítási tényező meghatározása.* Fluoreszkáló vagy foszforeszkáló anyagok az abszorbeált energia egy részét visszasugározzák és nem fogják sugárzásmentes átmenetekben hőenergiává alakítani. Így a megfelelő hullámhosszú abszorpciós sávok gyengülnek. Ha alkalmasan választott, azonos abszorbanációjú fluoreszcens és nem fluoreszcens vagy kioltó minta amplitudóit a szükséges hullámhosszaknál itt nem részletezett módon összehasonlítjuk, akkor egyszerűen számíthatjuk az abszolút kvantumhasznosítási tényező értékét. [3]

6. *Gyengén abszorbeáló anyagok és kis mennyiségű minták tanulmányozása.* Mint már korábban említettük a PAS jel amplitudója közvetlenül arányos a mintára beeső

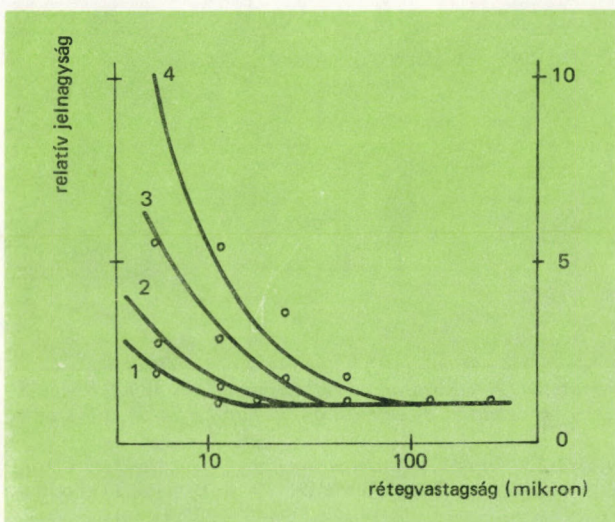
sugárzás teljesítményével és fordítottan arányos a fényforrás modulációs frekvenciájával. Így nagy teljesítményű fényforrással és kis modulációs frekvenciák alkalmazásával, nagy abszorpciós koefficiensű minták detektálása válik lehetővé. Ez akkor előnyös, ha igen kevés minta áll rendelkezésre, vagy a mérendő anyag koncentrációja igen alacsony a mintában hagyományos spektrofotometriai meghatározásra. Más esetben kis abszorbanációjú anyagok spektrumát vehetjük fel. A kis abszorptivitás emelkedhet az energiaszint átmenetekhez tartozó kis oszcillátor erőssége eredményeképpen, vagy a minta felületének nagy reflexiója miatt. A PAS módszer ilyen esetekre való alkalmazására példa a tükrök abszorpciós jellemzőinek felderítése, valamint a lézertechnikában használt optikai lencsék abszorpciós vizsgálatai.

7. *Vízre és levegőre érzékeny anyagok vizsgálata.* Gyakran előfordul, hogy a vizsgálandó anyag érzékeny a levegő nedvesség tartalmára, vagy hajlamos reakcióba lépni a légköri gázok valamelyikével. Ilyen esetekben a PAS ajánlható a hagyományos optikai spektroszkópiával szemben, mivel az előbbinél a cellát inert gázzal feltöltve (pl. nitrogén, argon), probléma mentesen vehetjük fel a kérdéses anyag spektrumát. A PAS-technikának ezt az előnyös tulajdonságát használják fel például szerves fémvegyületek és katalizátor típusú anyagok vizsgálatára.

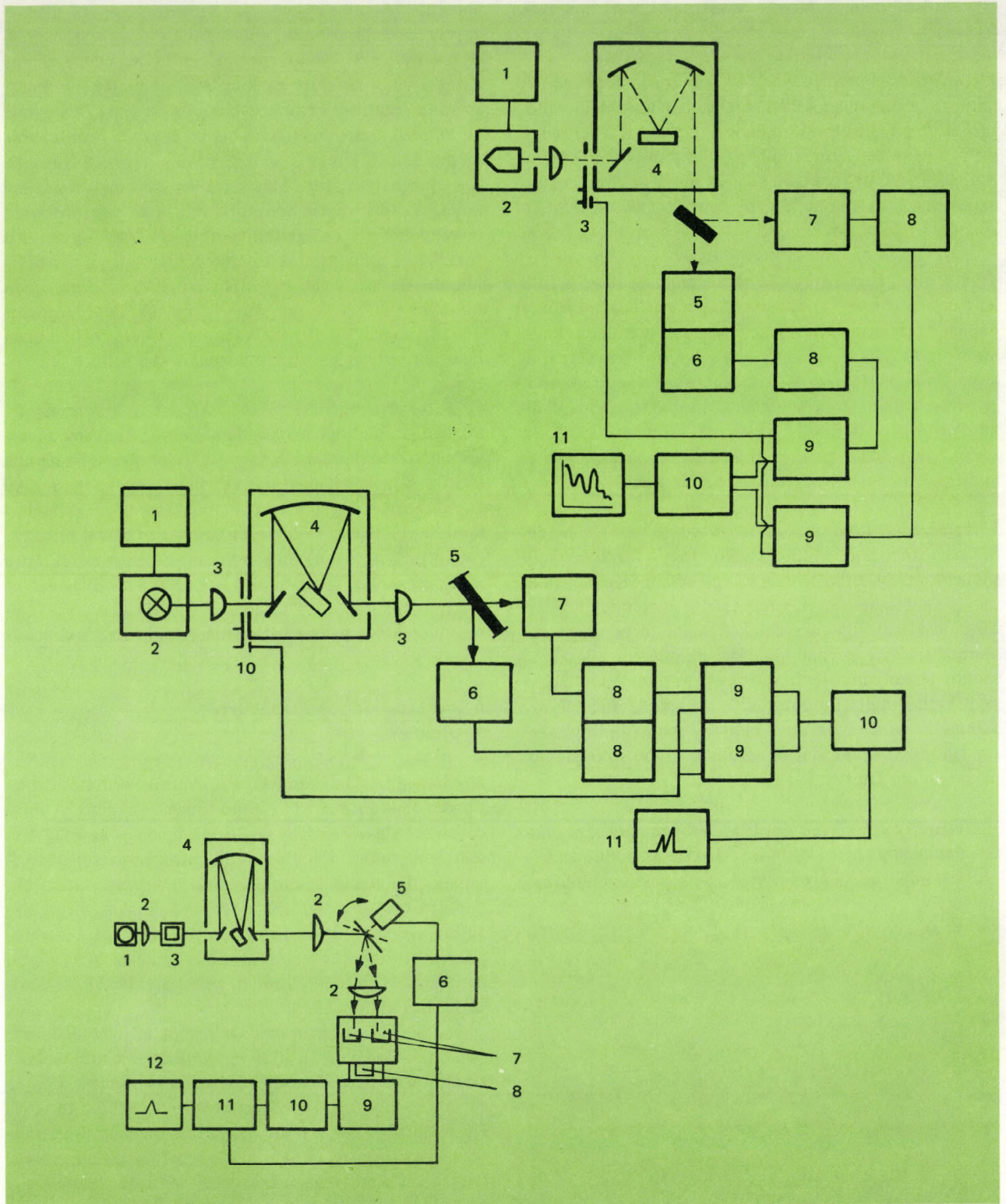
#### A fotoakusztikus spektrométerek alaptípusai

A jelenleg forgalomban levő PAS készülékek három alaptípusát fejlesztették ki az elmúlt négy-öt év alatt. A Princeton Applied Research cég 6001 típusa és az EDT Research cég OAS 400 típusa ún. pseudo kétsugaras készülék. A felépítésük blokkvázlatát a 4. ábrán láthatjuk. A Gilford cég R-1500 típusa térben kétsugaras tervezésű, amint azt az 5. ábrán látjuk, kettős cellákkal, mikrofonokkal, előerősítővel és hurok-erősítővel. A 6. ábrán modulokból felépített időben kétsugaras készülék blokkvázlatát mutatjuk be.

Mindegyik konstrukciónak sajátos előnyei és hátrányai vannak. Például a pseudo kétsugaras készülékeknel alkalmazott piroelektromos detektort használva a teljes sugárzott teljesítménynek mindössze 5...10 %-a térül el, így több fény esik a mintára, ezáltal nagyobb érzékenység érhető el. A térben kétsugaras készülékek valódi fényforrás kompenzációt tesznek lehetővé, ha referenciaként karbon feketét használunk. Ugyanakkor a térben kétsugaras elrendezés megkönnyíti az azonos idejű kompenzációt, ha más referencia anyagot alkalmazunk. Hátránya, hogy sokkal bonyolultabb felépítésű és cellába jutó kisebb fluxus következtében kisebb az érzékenysége. Az időben kétsugaras készülék az előbbi konstrukciók számos hátrányát kiküszöböli. Egy forgó tükrökkel, egy cellán belül kerül felváltva megvilágításra a minta és



3. ábra. Poliészter fólia rétegvastagság mérése különböző modulációs frekvenciákon: 1-280 Hz, 3-30 Hz, 2-120 Hz, 4-10 Hz



4. ábra. Pszeudo kétsugaras készülék felépítésének blokkvázlata: 1-tápegység, 2-sugárforrás, 3-sugárszaggató, 4-monokromátor, 5-PAS cella, 6-kondenzátormikrofon, 7-piroelektromos referencia detektor, 8-előerősítők, 9-hurokerősítők, 10-aránymérő, 11-regisztráló (fent)
5. ábra. Térben kétsugaras készülék felépítése: 1-tápegység, 2-sugárforrás, 3-lencsék, 4-monokromátor, 5-féligáteresztő tükör, 6-PAS cella a minta részére, 7-PAS cella a referencia részére, 8-előerősítők, 9-hurokerősítők, 10-aránymérő, 11-regisztráló (középen)
6. ábra. Időben kétsugaras készülék vázlatos felépítése: 1-sugárforrás, 2-lencsék, 3-infravörös szűrő, 4-monokromátor, 5-lineáris pásztázó tükör, 6-négyszóghullám generátor, 7-minta és referencia egy PAS cellán belül, 8-kondenzátormikrofon, 9-előerősítő, 10-hurokerősítő, 11-logaritmusos erősítő, 12-regisztráló (lent)

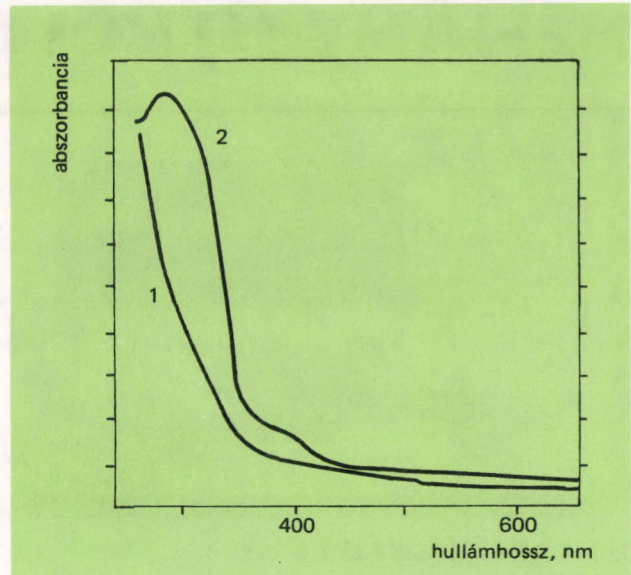
a referencia  $180^\circ$ -os fázis különbséggel. Így elegendő egy mikrofon, előerősítő, hurokerősítő stb. a felépítéséhez, s ez jelentős árcsökkenést jelent az egyéb típusokkal szemben.

A fenti konstrukciókban közös vonás, hogy biztosítják a mérés technikában ma már elengedhetetlen korszerű fázisérzékeny és frekvencia szelektív jelfeldolgozást, ezért építenek be sugárszaggatót a fényútba, és ezért szükségesek a szinkronizációt biztosító hurokerősítők. Mindegyik hasonló tápegységet, fényforrást, monokromátort alkalmaz. Megjelentek már a lézer sugár indukált fotoakusztikus spektrométerek [4], és a Fourier-transzformációs PAS készülékek [5], bár ez utóbbiak még csak a látható spektrumtartományban működnek.

### A fotoakusztikus spektroszkópia néhány alkalmazása

A PAS széles körű analitikai alkalmazási lehetőségeiből csak ízelítőt adhat az alábbi felsorolás:

- élelmiszer színezékek meghatározása, színezék keverékek mérése előzetes vékonyréteg-kromatográfiai elválasztás után. Ha csak egyféle színezék van jelen, akkor lehetséges a közvetlen meghatározás elválasztás nélkül,
- festékek minősítése, elkerülhető az oldószer hatás, közvetlenül a szilárd felületen mérhetünk,
- kriminalisztikai alkalmazás,
- kozmetikumok vizsgálata pl. napfényvédő krémek távoli ultraibolya tartományban való elnyelés vizsgálata, amint azt a 7. ábrán látjuk [6],
- napenergia átalakulás tanulmányozása, különböző anyagok átalakítási határfokának mérése,
- általános szerves kémiai alkalmazás, a reflexió módszerrel egyszerűbben szilárd állapotban vizsgálható pl. átmeneti komplexek stb., elektrokémiában az elektródok felülete in-situ tanulmányozható [7],
- polimerek tanulmányozása, fém és papírfelületekre felvitt rétegek spektrumának felvétele és rétegvastagság mérése [2],
- lézer optikák mérése, egyedüli technika csak az abszorbeált sugárzás mérésére, ugyanakkor lézer tükrök és antireflexió bevonatok is vizsgálhatók,
- biológiai alkalmazások pl. vékony bőrszöveti mintában tetraciklin vándorlás,
- nedvesség mérés, gyógyszerek, kenőanyagok, szárított élelmiszerek víz tartalmának meghatározása,
- gyógyszerészeti alkalmazás, pl. a szív érbetegségeire adott gyógyszerek mennyiségi kimutatására,
- textil anyagok, viszkóza, pamut stb. és a rajtuk levő színezék in-situ vizsgálata,
- ásványok tanulmányozása,
- félvezetőtechnika,
- agrokémiai analízisek, protein, zsírok stb.
- a műszeres analitika fejlesztésének különböző terüle-



7. ábra. Napfényvédőkrém PAS spektruma: 1–alapkrém az ultraibolya sugárzást kiszűrő adalék nélkül, 2–az adalék bekeverése után kapott PAS spektrum

tein, mint kromatográfiai stacioner fázis vizsgálata [8], vékonyrétegek kromatográfia [9], és nagynyomású folyadék-kromatográfia. [10]

Várható, hogy a fotoakusztikus spektroszkópia sokoldalú felhasználási lehetőségei következtében az analitikai szakemberek növekvő érdeklődésére tarthat számot.

### Irodalom

- [1] Cox, M.F.–Coleman, G.N.–McCreary, T.W.: Double Beam-in-Time Photoacoustic Spectrometer. Anal. Chem. Vol. 52. 1980. 1420–1424. p.
- [2] Adams, M.J.–Kirkbright, G.F.–Menon, K.R.: Effect of Sample Thickness on the Magnitude of Photoacoustic Signals. Anal. Chem. Vol. 51. 1979. 508–511. p.
- [3] Adams, M.J.–Highfield, J.G.–Kirkbright, G.F.: Determination of the Absolute Quantum Efficiency of Luminescence of Solid Materials Employing Photoacoustic Spectroscopy. Anal. Chem. Vol. 52. 1980. 1260–1264. p.
- [4] Oda, S.–Sawada, T.–Moriguchi, T.–Kamada, H.: Analysis of Turbid Solution by Laser-Induced Photoacoustic Spectroscopy. Anal. Chem. Vol. 52. 1980. 650–653. p.
- [5] Lloyd, L.B.–Burnham, R.K.–Chandler, W.L.–Eyring, E.M.: Fourier Transform Photoacoustic Visible Spectroscopy of Solid and Liquids. Anal. Chem. Vol. 52. 1980. 1595–1598. p.
- [6] European Spectroscopy News, No. 28. 1980. 22 p.
- [7] Malpas, R.E.–Bard, A.J.: In Situ Monitoring of Electrochromic Systems by Piezoelectric Detector Photoacoustic Spectroscopy of Electrodes. Anal. Chem. Vol. 52. 1980. 109–112. p.
- [8] Lochmüller, C.H.–Marshall, S.F.–Wilder, D.R.: Photoacoustic Spectroscopy of Chemically Bonded Chromatographic Stationary Phases. Anal. Chem. Vol. 52. 1980. 19–23. p.
- [9] Fishman, V.A.–Bard, A.J.: Open-Ended Photoacoustic Spectroscopy Cell for Thin-Layer Chromatography and Other Applications. Anal. Chem. Vol. 53. 1981. 102–105. p.
- [10] Oda, S.–Sawada, T.: Laser-Induced Photoacoustic Detector for High-Performance Liquid Chromatography. Anal. Chem. Vol. 53. 1981. 471–474. p.

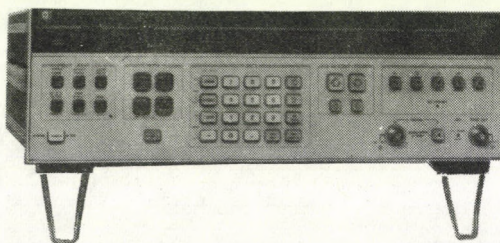
# NÉHÁNY ÚJ KÖLCSÖNMŰSZERÜNK



SCHAFFNER GYM. SZIGETELÉS-  
VIZSGÁLÓ, NSG 509 TÍP.  
Max. vizsgálófeszültség: 5 kV

## ÚJ MÉRÉSI MÓDSZEREK

HEWLETT-PACKARD GYM.  
JELALAKGENERÁTOR, 3325 A TÍP.  
Frekvenciatartomány: 1  $\mu$ Hz ... 21 MHz  
Max. felbontás: 1  $\mu$ Hz

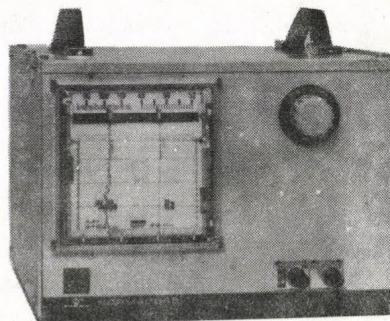


GOULD-BIOMATION GYM.  
TRANZIENSREGISZTRÁLÓ, 805 TÍP  
Max. mintavételezési frekvencia: 5 MHz

## JELFELDOLGOZÁS

## CÉLMŰSZER

NORMA GYM. HÁLÓZATI FESZÜLTSG-  
ÉS FREKVENCIAREGISZTRÁLÓ,  
NORMACORD TÍP.  
Névleges feszültség: 110, 220 és 380 V



MTA MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI SZOLGÁLATA

Műszerkölcsonzési Főosztály

Budapest, VI. Lenin krt. 67. ● Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 241 ● Tel.: 220-425\* ● Tlx.: 22-6936 akamu

# Akusztikai emissziós vizsgálatok

RADNAI RUDOLF

*A különböző roncsolásmentes anyagvizsgáló módszerek mellett az utóbbi néhány évben egyre inkább elterjedtek az akusztikai emissziós vizsgálatok, amelyek jól kiegészítik a hagyományos anyagvizsgáló eljárásokat, mindenképp az anyag belső szerkezeti elváltozásainak vizsgálatakor. Ismerteti a cikk az akusztikai emisszió vizsgálatát, a mérési elveket és néhány gyakorlati mérési példát is.*

*P. Radnai: Акустические эмиссионные испытания*

Одновременно с различными методами испытаний материалов без разрушения, в последние годы распространились акустические эмиссионные методы испытаний, хорошо дополняющие традиционные методы испытаний материалов, особенно во время испытаний изменения внутренней конструкции материалов. Далее, мы занимались испытанием акустической эмиссии и, одновременно с ознакомлением принципа измерений, приводим несколько примеров практических измерений.

*R. Radnai: Acoustic Emission Analysis*

The recent years have seen a rapid spreading of acoustic emission analysis which are serviceable complements to conventional non-destructive material test methods, especially when internal structural deformations are to be studied. Upon discussing the principle of measurement, the author presents some practical examples.

MŰSZERŰGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI KÖZLEMÉNYEK  
1981. 31. sz. p. 11–17.

Közismert, hogy például a fa vagy kő repedése, törése hangjelenséggel jár együtt. Hasonló eredetű hangjelenség az ún. ónzörej, amely ón tárgyak hajlításakor jelentkezik. Más fémek is bocsátanak ki hangot mechanikus terhelés esetén, de a kibocsátott hullám frekvenciája általában a hallható tartomány fölé esik. A kibocsátás jóval a látható deformáció bekövetkezése előtt megindul. Ennek a jelenségnek, a hangkibocsátásnak, vagy elterjedtebb nevén akusztikai emisszióknak a tudományos vizsgálatot 1948-ban kezdték meg, az első komoly eredményeket 1950-ben publikálták a müncheni egyetem kutatói.

Az egyik alapvető megfigyelést az jelentette, hogy ezzel a jelenséggel együtt irreverzibilis változások történnek az anyag szerkezetében. Jól látható ez akkor, ha egy anyagot meghatározott szintig terhelünk, csökkentjük a terhelést, majd ismét terhelést adunk rá, amely meghaladja az előző terhelési szintet. Az első terhelési ciklusban akusztikai emisszió lép fel, míg a második ciklusban csak akkor van hangkibocsátás, ha a terhelés az első csúcserőértéket meghaladja.

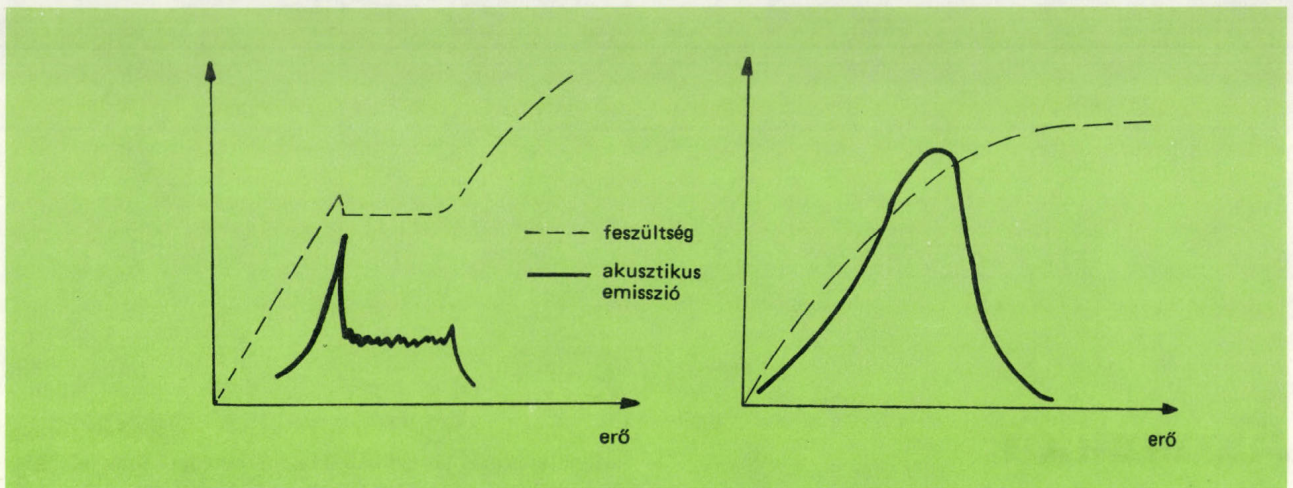
Ezt a jelenséget, felfedezőjéről Kaiser-hatásnak nevezték el. A Kaiser-hatás nem általános érvényű, a legfontosabb kivételek közé tartoznak a visco-elasztikus anyagok. Ezek az anyagok ismételt terhelés hatására is képesek hangkibocsátásra.

## Akusztikai emisszió keletkezése

Meghatározás szerint az akusztikai emisszió egy tranziens mechanikai hullám, amely az anyagszerkezetben tárolt energia gyors felszabadulása során keletkezik. A cikkben ezt a mechanikai hullámot (testhangot) akusztikai emisszióknak, vagy hangkibocsátásnak nevezzük.

A hullám az anyag felületén elhelyezett piezoelektromos érzékelővel alakítható át elektromos jellé, amely erősítés és megfelelő szűrés után megjeleníthető pl. oszcilloszkóp ernyőn.

Az emittált jelek vagy folyamatos fehér zaj jellegűek, vagy impulzus jellegű (burst) jelek, amelyek a jelenségtől, a szerkezet alakjától és az érzékelőtől függő lefolyású, általában lecsengő szinuszjel csomag formájában jelentkeznek. A gyakorlatban a két típusú jel között nem



1. ábra. Az akusztikai emisszió keletkezése képlékeny alakítás során: a) Lüders deformáció, b) homogén deformáció

tapasztható ilyen éles különbség, általában a burst típusú jel egy folyamatos emisszióra szuperponálódik.

Az anyagban keletkező feszültség nagysága és a létrejövő akusztikai emisszió mértéke között nincs egyértelmű összefüggés. Jól mutatják ezt a képlékeny alakítás két különböző típusára jellemző görbék az 1. ábrán.

Az akusztikai emisszió forrásait több csoportba sorolhatjuk. A kristályszerkezeti hibák elcsúszása (dislocation) rendkívül kis hangkibocsátással jár együtt, ezek a jelenlegi műszerzettséggel alig érzékelhetők. Fázisátalakítások, például a martenzit kialakulása szénacélban már jelentősebb hangkibocsátással jár, az egyes anyagrészek átalakulása burst-jellegű emissziót eredményez.

Az akusztikai emissziós vizsgálat egyik legfőbb alkalmazási területe a felületi vagy belső repedések felderítése. Ezek a repedések ott keletkeznek, ahol a helyi igénybevétel meghaladja a törési határt. A repedés kialakulása során új felületek keletkeznek és a felszabaduló energia egy része hangkibocsátás formájában jelentkezik. Az ilyen módon keletkező akusztikai emisszió burst jellegű, rendszerint nagy amplitudójú. Az akusztikai emisszió amplitudóját több tényező befolyásolja. A legfontosabbak ezek közül az anyagszerkezet és a vizsgált tárgy „előélete”.

Az anyag kristályszerkezetének ismeretében előzetes mérések nélkül is megjósolható az akusztikai emisszió várható amplitudója. Az iparban használt fémek három jellegzetes térrácsszerkezete közül a hexagonális (close packed cubic, cph) térrácsszerkezetűek nagyobb emissziót mutatnak, mint a lapközepes köbös (face centered cubic, fcc) és a térközepes köbös (body centered cubic, bcc) szerkezetűek.

Az anyagszerkezet szempontjából általánosságban elmondható, hogy az anizotróp kristályszerkezetű anyagokban, mint pl. az ón nagyobb amplitudójú jelek keletkeznek, mint izotróp szerkezetű anyagokban. A különféle anyagszerkezetek eltérő akusztikai emisszió hajlama miatt a jelek érzékelése után szükséges erősítés érté-

ke erősen változhat azonos mérési feltételek és azonos műszerezettség esetén is.

Hasonlóképpen erősen befolyásolja az akusztikai emisszió során keletkező jel amplitudóját, hogy milyen technológiával készült a vizsgált tárgy. Az öntéssel előállított tárgyak szövetszerkezetét a kristallitok véletlen elhelyezkedése jellemzi. Ez rendkívül előnyös az akusztikai hullámok kialakulása szempontjából. A különböző képlékeny alakítási eljárások (húzás, hengerezés, kovácsolás stb.) és a hőkezelés során az anyag kristályszerkezete átrendeződik, irányított szövetszerkezet (textura) keletkezik. Ezzel együtt lényegesen megváltozik az anyag akusztikai emisszióra való hajlama.

Az akusztikai emisszió vizsgálata ellentétben a hagyományos anyagvizsgálati módszerekkel alkalmas annak megállapítására is, hogy mikor keletkezik az anyagban rés vagy repedés és milyen gyorsan növekszik az anyaghiba. Az akusztikai emisszió jól detektálható az anyaghiba keletkezésének kezdeti szakaszában is. További előnye ennek az eljárásnak, hogy rendkívül jól használható a hibák helyének megállapítására.

Ennek köszönhető, hogy az akusztikai emisszió vizsgálatát jelenleg eredményesen használják csővezetékek és más nagyterjedésű ipari szerelvények és szerkezetek állapotának ellenőrzésére és közlekedési létesítmények, hidak, aluljárók teherbíró képességének vizsgálatára. Egy viszonylag új, de nem kevésbé fontos alkalmazási terület a repülőgépgyártás és karbantartás.

A nagyméretű alkatrészek vizsgálata mellett az akusztikai emissziót újabban a mikroelektronikában is egyre több helyen használják fel kisméretű alkatrészek és kötések minőségének vizsgálatára.

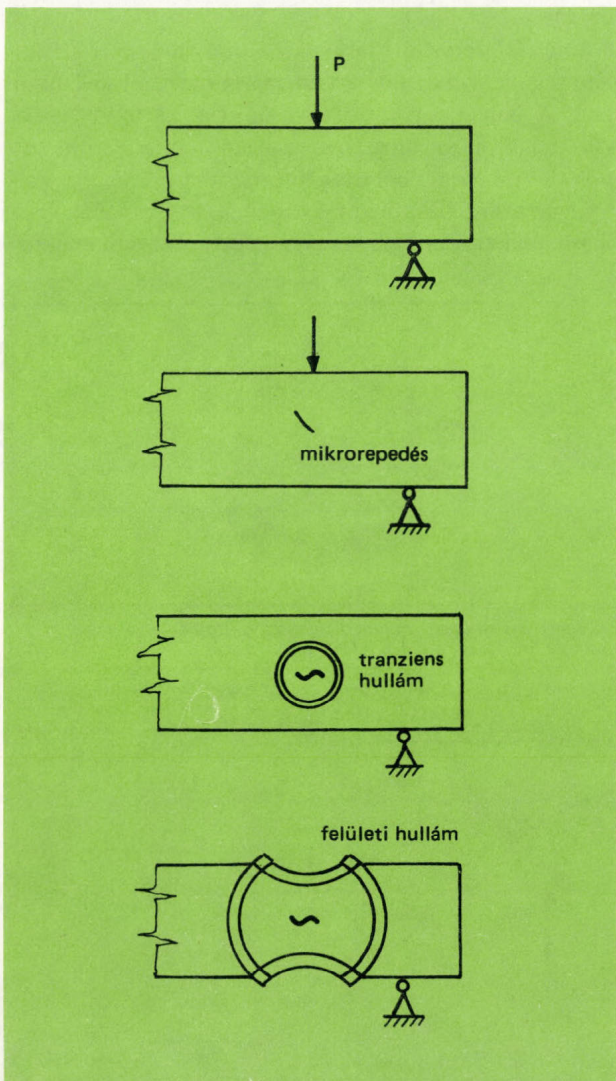
### Mérési módszerek

Az akusztikai emisszió során keletkező jelek általában véletlen, nem ismétlődő jellegű tranziensek, rendkívül

nagy dinamikatartománnyal. Ezeknek a jeleknek igen széles a frekvenciapéktruma, néhány Hz-től több MHz-ig terjed.

A 2. ábrán látható tárgy belsejében a külső erőhatás eredményeképpen repedés keletkezett. A repedés kialakulása és növekedése akusztikai emissziót okoz. Az akusztikai hullám gömbalakban terjed, intenzitása a forrástól való távolság négyzetével arányosan csökken. Ha a gömbhullám eléri a tárgy felületét, a tárgy vastagságától függően Rayleigh, vagy Lamb típusú felületi hullám keletkezik. Mindkét terjedési módra jellemző, hogy a hullám intenzitásának csökkenése a távolsággal arányosan történik, tehát ha nagy távolság van az emisszió forrása és a mérés helye között, a felületi hullám érzékelése előnyösebb. Az akusztikai emisszió mérésénél alkalmazott módszerek három csoportba sorolhatók: impulzus számlálás, statisztikai eloszlásvizsgálat és lokalizáció.

Az elsőként említett módszer, amely egyben a legelterjedtebb vizsgálati mód, lényegében az akusztikai emisszió mértékének meghatározását jelenti. Ez a mód-



2. ábra. Akusztikai hullám keletkezése és terjedése

szer igényli a legegyszerűbb mérési elrendezést. Az érzékelő kimenetén az akusztikai emisszió általában burst alakban, csillapított rezgésnek megfelelő elektromos jelként jelenik meg.

Az impulzus számlálásos vizsgálati eljárás során ebből a jelből szűrés és erősítés után egy küszöbszint detektor hozza létre a számlálandó impulzussorozatot. A mérésnél használt küszöbszint értékét úgy kell megválasztani, hogy a szűréssel teljesen el nem távolítható háttérzaj ne zavarja a számlálást. Az impulzusszámból különféle következtetések vonhatók le, ha ismételt elvégezve a mérést grafikusan ábrázoljuk az eredményeket. Az impulzusszámot ábrázolhatjuk az idő, vagy erő függvényében. Az impulzusszámot ábrázolhatjuk az idő, vagy erő függvényében. Előnyös ezeknél a grafikus kiértékeléseknél, ha súlyozva értékeljük az egyes impulzusokat. A súlyozás történhet az impulzus amplitudó vagy az időtartam szerint.

Az impulzus számlálásos eljárás igen egyszerű, de hátránya, hogy az emittált jelnek csak egyetlen jellemzőjét, a keletkező impulzusok számát, veszi figyelembe, nem foglalkozik a többi, fontos információt hordozó jellemzővel.

A másik mérési módszer a statisztikai eloszlásvizsgálat, amelynek két fő fajtája van. Az egyik az amplitudó eloszlás vizsgálat, amely különleges jelentőségű, mivel az emittált jel amplitudója határozza meg végső soron annak detektálhatóságát. Az amplitudó eloszlás függvények felhasználhatók a különböző akusztikai emisszió források azonosítására, mivel az amplitudó eloszlás közvetlen kapcsolatban van a deformációs folyamatok jellegével és a vizsgált anyag szerkezetével.

Az akusztikai emisszió jellemzésére használható másik statisztikai módszer a frekvencia analízis, amely során a különböző emissziós forrásokat a kibocsátott jel frekvencia spektruma alapján azonosítjuk. Ez a módszer az előzőekhez képest lényegesen bonyolultabb műszerezettséget igényel.

Az akusztikai emisszióval kapcsolatos mérések harmadik csoportját a forrás helyét meghatározó ún. lokalizációs mérések alkotják. Ezek lényege, hogy megfelelő geometriai elrendezésben telepített érzékelők jeleinek összehasonlításával, az időkésekből állapítják meg a forrás helyét.

Ennek a módszernek két alapvető fajtája lehet. Egyenes mentén történő behatárolásnál (linear location) két érzékelőt használnak, míg a síkbeli behatárolásnál (planar location) három, vagy négy érzékelő jeleit hasonlítják össze. Az egyértelmű síkbeli lokalizációhoz négy érzékelőt alkalmazunk, azonban ebben az esetben már valamilyen számítástechnikai eszközre (miniszámítógépre, vagy kalkulátorra) van szükség az eredmény meghatározásához, valamilyen megfelelő algoritmussal. Egyenes menti lokalizáció számítástechnikai eszközök nélkül is elvégezhető. A lokalizációs mérések fő hibaforrásai az akusztikai jelek terjedési anomáliái.

## Érzékelők

Az akusztikai emisszió mérésnél a felületi hullám energiáját az érzékelő alakítja át elektromos jellé. Az akusztikai emisszió vizsgálatához különféle elven működő érzékelők használhatók. Például vannak több MHz frekvenciáig jó linearitású kapacitív érzékelők, azonban ezek érzékenysége nem minden esetben megfelelő.

A legszélesebb körben használt akusztikai emissziós érzékelők piezoelektromos átalakítók, amelyek az akusztikai emisszió során keletkező felületi hullámokat, mint rezgéseket érzékelik. Ezek különböző változatban készülnek, a különbség a frekvenciatartományban van. A szélessávú érzékelők a 100 kHz...1 MHz frekvenciasávban közel lineáris karakterisztikájúak. A széles sávú érzékelőkben egy egészen kisméretű piezoelektromos átalakító van, amelynek kis kapacitása erősen korlátozná a hozzá csatlakoztatható elektromos kábel hosszát. Ezért ezekben az érzékelőkben általában egy kis zajú előerősítő is van, ennek kis impedanciájú kimenete érzéketlen a kábelkapacitásra. Ezekben az érzékelőkben levő elektronikus alkatrészek a megengedhető maximális környezeti hőmérsékletet 50...70 °C körüli értékre korlátozzák.

Az akusztikai emissziós érzékelők másik változatai a rezonanciális érzékelők, amelyek jellemzői az igen nagy kimenőjel és a jól definiált rezonanciafrekvencia. Ilyen rezonanciás érzékelő a 3. ábrán látható Dunegan/Endevco S9202 típus. Ennek az átalakítónak a frekvencia-karakterisztikája a 4. ábrán látható. Az ábrán látható dB értékek 1 V/μbarra vonatkoznak. Az éles levágás 250 kHz környékén érzéketlenné teszi ezeket az átalakítókat a kisméretű zavaró jelekkel szemben.

A rezonanciális érzékelőkben nincs előerősítő, az érzékelő házában levő kábelcsatlakozó közvetlenül a piezoelektromos átalakítóhoz csatlakozik. Ezek a típusok általában 250 °C környezeti hőmérsékletig használhatók.

Az akusztikai emissziós érzékelőket a gyártó cégek egyedileg kalibrálják és a kalibráció során felvett érzékenység – frekvencia jelleggörbéket általában a felhasználó rendelkezésére bocsátják. Jelenleg nincs nemzetközileg elfogadott módszer a kalibrálásra. A legtöbb gyártó

cég egy – a reciprocitás elvén alapuló módszert használ. Ennek lényege, hogy három azonos felépítésű érzékelőt páronként egymással szembekapcsolva adó és vevőként használnak és az eredmények összehasonlításából határozzák meg a jellemzőket.

Az akusztikai emissziós méréseknél különös gondot kell fordítani az érzékelők rögzítésére a mérendő tárgy felületén. A felületnek mindenképp simának és tisztának kell lennie, a megfelelő csatolás érdekében. A csatolás javítására gyakran alkalmaznak néhány csepp olajat a ragasztó szalaggal rögzített érzékelő és a felület között. Ha az elrendezés állandó kiépítésű, akkor az érzékelő közvetlenül felragasztható a felületre.

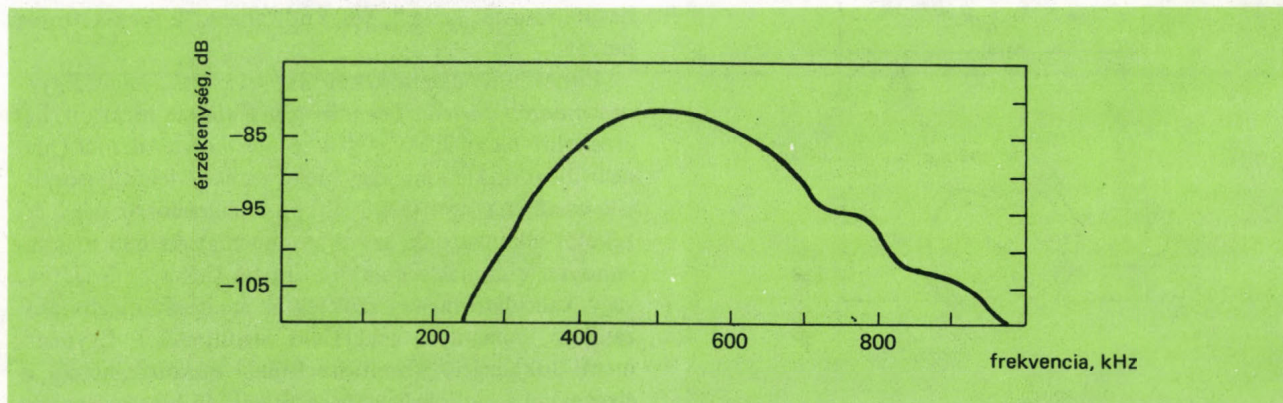
Mérési elrendezések *helyszíni kalibrációjára* fogadott el egy módszert az Európai Akusztikai Emissziós Munkacsoport 1980. október 9-én a franciaországi Senlis-ben tartott ülésén. A módszer, amelyet a dán Arved Nielsen dolgozott ki 1977-ben, rendkívül praktikus, az akusztikai emissziót ceruzahegy törésével állítják elő. A ceruzahegy törése a vizsgált tárgy felületén történik, az érzékelőtől meghatározott távolságra, adott geometriai elrendezésben.

A leírás szerint a töréshez 0,4 mm átmérőjű, 2H keménységű grafitbetétet tartalmazó fémceruzát kell használni. A betétet egy pontosan előírt alakú teflon védőgyűrűn kell keresztülvezetni, a kalibráció a gyűrűn túlnyúló 3 mm hosszú betétvég letörésével történik.

Ez az első pillanatban meglepőnek tűnő módszer igen jól ismételtető, az egymás után végzett törések akusztikai



3. ábra. A Dunegan/Endevco cég S9202 típusú érzékelője



4. ábra. A Dunegan/Endevco S9202 típusú érzékelő frekvencia karakterisztikája



kai emissziós jele csak minimális eltérést mutat. Ez az oka annak, hogy ez az eljárás igen gyorsan elterjedt, ma már a legkülönbözőbb ipari alkalmazásokban használják.

Az akusztikai emissziós érzékelők kimenőjelét speciális kis zajú erősítőkkel erősítik fel olyan értékre, amely a hagyományos műszerezettséggel is feldolgozható. Ezek az erősítők kb. 100 dB erősítésűek és annyira kis zajúak, hogy a méréseknél elérhető érzékenységet az érzékelő termikus zaja korlátozza.

Az előerősítőket célszerű az érzékelők közelében elhelyezni, így elkerülhető a hosszú kábelek által okozott leosztás. A korszerű előerősítők frekvenciaátvittele változtatható, az érzékelő tulajdonságainak megfelelően.

### Alkalmazási területek

Az előzőekből világosan látható, hogy az akusztikai emisszióknak igen sok forrása lehet és emittált jelek többnyire a vizsgált tárgyak teljes felületén érzékelhetők. Ennek köszönhetően ez a vizsgálati módszer igen sok területen alkalmazható eredményesen.

Több területen az alkalmazást detektálási problémák nehezítik meg. Bár az akusztikai emisszió mérésére rendelkezésre álló műszerezettség az utóbbi időben nagymértékben fejlődött, még mindig problémát jelentenek az elektromágneses és mechanikus zajforrások: a hegesztő gépek, kapcsoló-berendezések, illetve a forgó gépek stb.

Az akusztikai emissziós vizsgálat ma még elsősorban az észlelés és a lokalizáció területén nagy jelentőségű. A hibahely közvetlen környezetének vizsgálata általában egyéb roncsolásmentes vizsgálati módszerekkel történik. A következőkben néhány egymástól távol első felhasználási területet szeretnénk áttekinteni, a mérési módszerek ismertetése mellett bemutatva egy korszerű mérőműszert is.

*Csővezetékek szivárgásmérése.* A szivárgásmérés, amely gazdaságilag talán a legnagyobb jelentőségű felhasználási területe az akusztikai emisszióknak, a lokalizációs mérések körébe tartozik. Az akusztikai emisszió egyaránt használható folyadékok és gázok szivárgásának mérésére, a szivárgás helyének megállapítására. Az akusztikai forrás nem csak a csőfalban levő repedés vagy lyuk lehet, hanem egy esetleges porózus hegesztés is. A jelenlegi műszerezettséggel néhány  $m^3/min$  mennyiségű gázszivárgás észlelhető. A folyadékszivárgás mérési határértéke ennél jóval kisebb. A szivárgásmérést az amerikai AE International cég LAS (Leak Alert System) elnevezésű rendszere alapján ismertetjük.

Ebben a rendszerben a csővezetékek mentén egyenlő távolságokban elhelyezett érzékelők sorával történik az észlelés és a lokalizáció. Az érzékelők egymástól való távolságát a csővezeték méretei, az abban áramló anyag tu-

lajdonságai és a környezeti zaj határozzák meg, ez 300... 500 m is lehet.

A csővezetéken levő szivárgási helyek akusztikai emissziót okoznak, az akusztikai hullámokat a csőben áramló közeg közvetíti a fém csőfalhoz erősített érzékelőkhöz. Az LAS rendszerben az érzékelők kimenőjelét multiplexerekkel keresztül vezetik a cső mentén lefektetett közös kábelhez. Ez a kábel köti össze az egyes érzékelőket a szivattyúállomásokon levő megfigyelő egységekkel. A megfigyelő egység bemenetén egy demultiplexer dekódolja a közös kábelben érkező jeleket. Ezután egy processzor, amely az LAS rendszerben egy LSI-11 mikroprocesszor, összehasonlítja a bejövő jeleket a normál áramlás által okozott háttérzajjal, tárolja az adatokat, és előkészíti azok átvitelét a központi ellenőrző állomáshoz. A központi állomáson általában valamilyen adatgyűjtő (data logger) egység regisztrálja a mérési eredményeket (5. ábra).

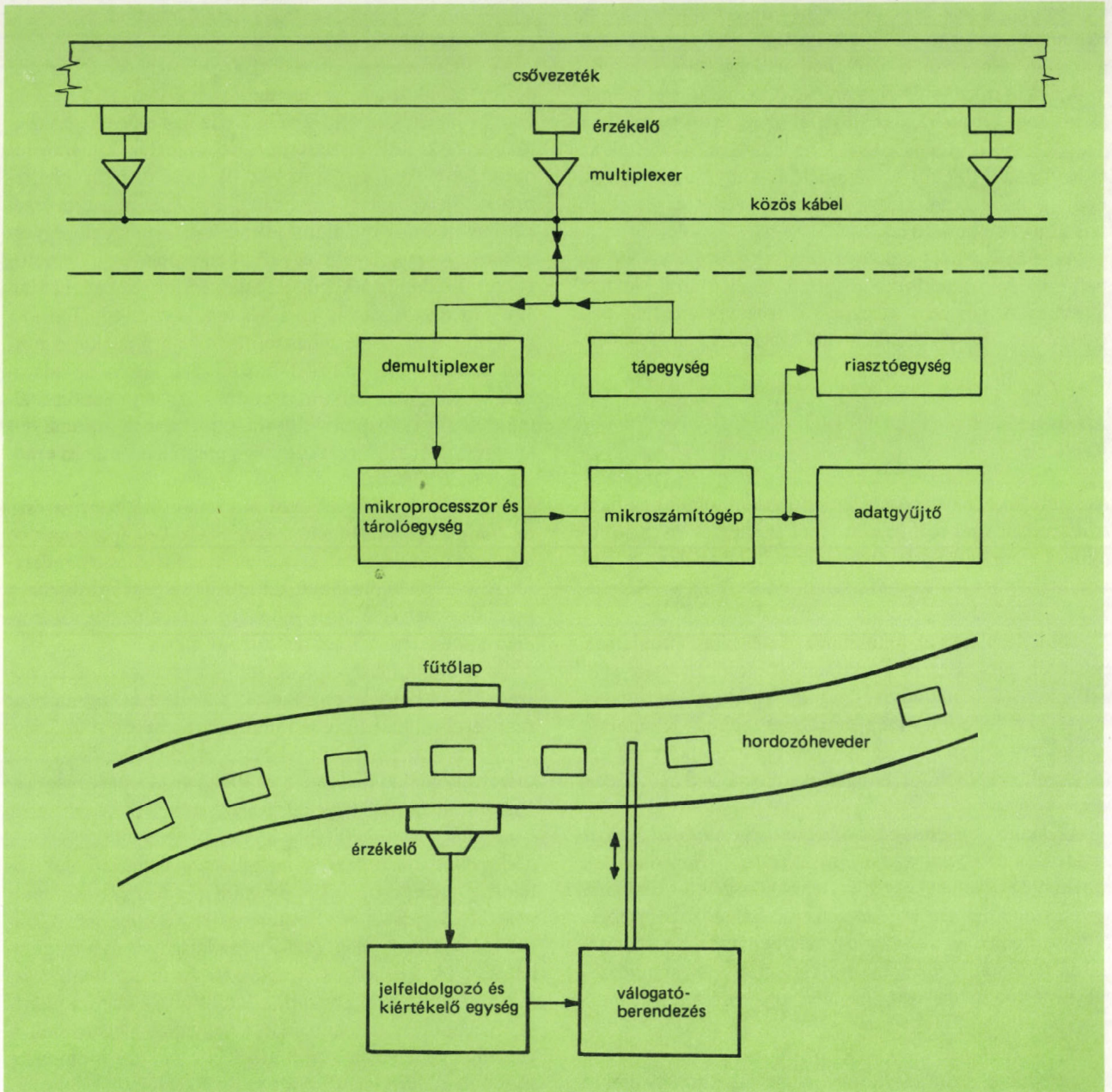
Az LAS és az egyéb hasonló rendszerek fontos része az állandó kalibrálási lehetőség. Enélkül elképzelhetetlen egy ilyen rendszer telepítése és működésének ellenőrzése. A kalibráció általában szimulációval, egy hordozható berendezéssel előállított jellel történik, amelyet az érzékelő kimenetére csatlakozó kábelre adnak.

A szivárgási hely lokalizációjára szolgáló mérőrendszer telepíthető a csővezeték kiépítésével egyidőben, vagy utólag. Az utólagos telepítésnél sem jelent különleges gondot az érzékelők felszerelése, mivel mindössze kis méretű lyukakat kell ásni a csőfalig, majd annak megtisztítása után az érzékelők felragaszthatók.

*Elektronikus alkatrészek vizsgálata.* A korszerű elektronikai gyártmányok igen sok miniatűr alkatrészből épülnek fel. A gyártás és kész termék értékesítése során fontos tényezőként jelentkeznek a gazdaságosság és a megbízhatóság. A gazdaságos gyártás alapja az automatizálás, míg a megbízhatóság egyetlen biztosítója a szigorú gyártmányellenőrzés. Az automatizált gyártás megköveteli a gyártmányellenőrzés automatizálását is és ez utóbbi néha nagyobb gondot jelent, mint maga a gyártás.

Az elektronikus alkatrészek, integrált áramkörök, ellenállások, kondenzátorok gyártásakor fontos, hogy az esetleges hibás példányokat mielőbb kiszűrjék. A legtöbb esetben könnyebben észlelhetők a hibák a félkész gyártmányon és minden esetben jelentős költségcsökkenés érhető el a későbbi technológia lépések megtakarításával. A kész alkatrészen végzett gyártmányellenőrzés olyan költséges, hogy a gyártó cégek minden kínálózó lehetőséget megragadnak olyan új ellenőrzési módszerek kidolgozására, amelyek automatizálhatók. Így került sor az akusztikai emissziós mérési módszerek alkalmazására pl. nagy megbízhatóságú kerámia kondenzátorok gyártásakor.

A kerámia kondenzátorok megbízhatóságát azok a kerámialapkában levő mikrorepedések rontják, amelyek a gyártás további fázisaiban, vagy a felhasználás során fel-



5. ábra. Szivárgás-ellenőrző rendszer központi állomásának felépítése (fent)

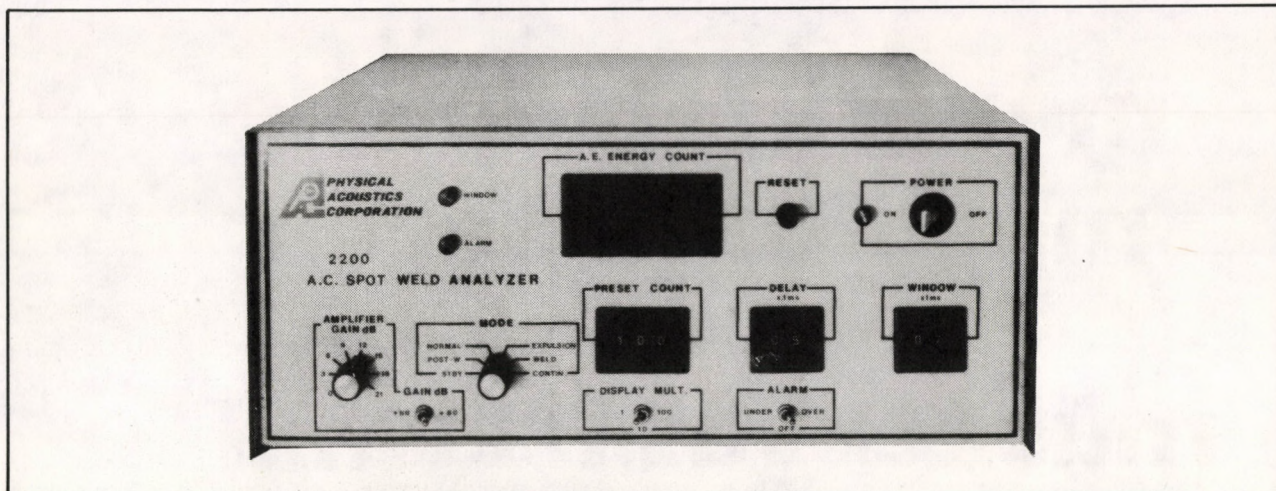
6. ábra. Kerámialapkák válogatása akusztikai emisszió mérés segítségével (lent)

lépő külső hatások következtében növekednek és végső hatásuk valamilyen dielektromos hiba, vagy a két fegyverzet zárlata. Az akusztikai emisszió vizsgálata akkor használható az ilyen repedések keletkezésének és növekedésének észlelésére, ha valamilyen külső hatás ugrászerű növekedést okoz és az így keletkező burst-jel kiemelkedik a mindig jelenlevő zajból és így jól észlelhetővé válik.

A külső hatás lehet valamilyen gyártási lépés során bekövetkező szükségszerű művelet pl. forrasztás következménye, de lehet pusztán a gyártásellenőrzés kedvéért beiktatott „mesterséges” effektus. Az utóbbira példa az a megoldás, amelyet a Western Electric cég használ kerá-

mia kondenzátorainak gyártásakor a bejövő alapanyag, a kerámialapka ellenőrzésénél. A megoldás lényege, hogy a kerámialapkákat hevederbe rögzítve elhúzzák egy fűtőlap előtt és ugyanakkor egy piezoelektromos érzékelővel mérik a keletkező akusztikai emisszió értékét (6. ábra). Egy megfelelő küszöbszint megállapítása után ezzel a módszerrel automatikusan válogathatók a kondenzátorgyártás kiinduló anyagát képező kerámialapkák.

*Ponthegesztések minőségének vizsgálata.* Ezeknél a vizsgálatoknál a termikus gerjesztés hatására létrejövő akusztikai emisszió időbeli lefolyását vizsgálják. A váltakozóárammal végzett ponthegesztés során az anyagrészek



7. ábra Az amerikai Physical Acoustics cég Model 2200 analízátora

megolvadása, illetve az ezt követő szilárdulással együttjáró anyagszerkezeti változások jól elkülöníthető részekből álló akusztikai emissziós jelsorozat hoznak létre. A jelsorozat egyes részeinek mindenekelőtt az áram kikapcsolása utáni (post-weld) jeleknek amplitúdója és időbeli lefolyása jellemző a hegesztés minőségére. A vizsgálathoz olyan berendezésre van szükség, amely alkalmas arra, hogy ún. *idő-ablakokban* mérje az emissziós jeleket, azaz külön-külön érzékelje a hegesztést követő impulzuscsoomagokat.

Ilyen berendezés a 7. ábrán látható Model 2200 analízátor, a Physical Acoustics cég gyártmánya. Ez a műszer a 200...1100 kHz frekvencia tartományban működik, erősítése 0...60 dB között változtatható, hat különböző üzemmódja alkalmassá teszi a legkülönbözőbb hegesztési paraméterek vizsgálatára. A műszer valamennyi üzemmódban külső triggerrel működik, a mérést a hegesztő áramforrás bekapcsolása indítja. A mérés impulzusszámlálással történik, az eredmény a műszer előlapján levő 4 számjegyes kijelzőn jelenik meg. A számszerű eredményt adó mérésen kívül a műszer használható jó/nem jó értékeléssel hegesztések automatikus ellenőrzésére is.

Jelenleg egyre több műszergyártó cég foglalkozik akusztikai emisszió mérésére alkalmas műszerek és ellen-

őrző rendszerek gyártásával. Az MTA MMSZ Szaknácásadási Osztályán részletes műszaki tájékoztató anyag található ezekről a berendezésekről.

\*\*\*

Szolgálatunk Műszertechnikai Főosztálya is megtette már a kezdeti lépéseket, hogy az akusztikai emissziós mérésekre is kiterjessze szolgáltatásait. Melegvíz csővezetékek hibahelyeinek meghatározásával foglalkozó cikkük jelen számunk Mérésszolgáltatás c. rovatában található.

#### Irodalom

- [1] ASTM Special Technical Publication 505, „Acoustic Emission”, American Society for Testing and Materials, May 1972.
- [2] Licht, T.: Acoustic Emission, Brüel & Kjaer Technical Review, No. 2-1979.
- [3] Schuldies, J.J.: The Acoustic Emission Response of Mechanically Stressed Ceramics, Material Evaluation, October 1973, 209 ... 213 p.
- [4] Bell, R.L.: Acoustic Emission Transducer Calibration, Technical Report DE-73-2, Dunedan/Endevco, San Juan Capistrano, February 1973.

# mérési feladatok megoldása terén ÉS műszervásárlásnál



SEGÍTI MUNKÁJÁT A  
**szaktanácsadás!**

Országos műszernyilvántartás  
Prospektustár  
Műszer- és mérés technikai tanácsadás

Ügyfélszolgálat: naponta 9-12 és 14-16 óra között

## A mól bevezetésének néhány következménye a kémiában

BALASSA JUDIT

1971 óta a mól az SI-mértékegységrendszer alapegysége. Ennek következtében megváltozik néhány származtatott egysége. Be kell vezetni az anyagporció és a moláris tömeg elnevezést. Mólban kell kifejezni az eddig használt grammegyenértéksúlyt. A cikkben a szerző a kémiai mennyiségek új jelöléseit is tárgyalja.

Ю. Балашиа: Некоторые последствия в химии в результате введения «Моля»

Начиная с 1971 г. основной единицей системы меры измерения СИ является грамм-молекула. В результате этого изменяется несколько исходящих из этого единиц. Необходимо ввести пропорцию материала и наименование молярной массы. В грамм-молекуле необходимо выразить эквивалентный вес. В статье, автор обсуждает новые обозначения химических количеств.

J. Balassa (Ms.): On Some Consequences of Making the Mole a Fundamental Unit

Since 1971, the mole has been a fundamental unit in SI, the International System of Units. As a consequence, some derived units had to be modified, the concepts of material portion and molar mass introduced, and the grammequivalent used formerly replaced with mole. The paper provides a detailed review of the new units of chemical quantities.

A nemzetközi mértékegységrendszert (SI) be kell vezetni a kémiába is. Tekintsük át, hogy ez mennyiben érinti az eddig használt mennyiségeket, fogalmakat és jelöléseket. Néhány jelentősen, mások kevésbé változnak meg. A nyugati országokban általában még nem fejeződött be a kémiai mennyiségekkel kapcsolatos mértékegységek szabványosítása. A hazai irodalomban megjelent közlemények, tudomásunk szerint, az itt következő kérdésekkel nem foglalkoztak [1–8]. A tanulmány összeállításakor a [9–12] publikációkat használtuk fel.

Az SI-mértékegység-rendszernek hét alpmennyisége van: a hosszúság, a tömeg, az idő, az áramerősség, a termodinamikai hőmérséklet, az anyagmennyiség és a fényerősség. A két kiegészítő mennyiség a síkszög és a térszög. A kiegészítő mennyiségekről a nemzetközileg elfogadott definíció szerint nincs eldöntve, hogy alpmennyiségek, vagy származtatott mennyiségek-e. Minden, az alpmennyiségek között nem szereplő fizikai mennyiség definiálható az alpmennyiségekkel, ezeket származtatott mennyiségeknek nevezzük.

### Az anyagmennyiség

Az anyagmennyiséget, jele  $n$ , az Általános Súly- és Mértékügyi Értekezlet, Conference Générale des Poids et Mesures, 14. ülésén 1971-ben fogadták el alpmennyiségnek. Mértékegysége a mól (hosszú ó-val), a jele mol (rövid o-val). A mól jelentése: 1 mol annak a rendszernek az anyagmennyisége, amely annyi elemi egységet tartalmaz, mint ahány atom van 0,012 kilogram  $^{12}\text{C}$ -ben. Az elemi egység fajtáját meg kell adni, ez lehet atom, molekula, ion, elektron stb., vagy ezek meghatározott csoportja.

Mivel az anyagmennyiség nevet már az SI alpmennyiség lefoglalta, a pontosan meghatározott, konkrét anyagtartományra egy új fogalmat, az anyagporciót vezették be.

### Az anyagporció

Az anyagporció az a pontosan meghatározott anyagtartomány (begrenzter Materiebereich), amely egy, vagy

több anyagból, vagy az anyag definiált alkotórészeiből áll. Anyagporciók pl.:

3 mol  $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ ,  
25 g higany,  
1 kg kén.

Az anyagmennyiséggel tehát a kiválasztott anyagporciónak ugyanúgy a mennyiségét jellemezzük, mint a tömeggel, vagy a térfogattal. Bizonyos alkalmazási területen az anyagporciót másképp is nevezhetik, például a kémiai elemzésben: próba, bemérés stb.

Egy anyagporciót minőségi és mennyiségi adattal kell jellemezni:

- a minőség jelölése: az anyag, vagy az alkotórészek megadásával, megnevezésével;
  - a mennyiségi jelölés megfelelő extenzív fizikai mennyiséggel történik; ilyenek a tömeg ( $m$ ), a térfogat ( $V$ ), az anyagmennyiség ( $n$ ), a részecskeszám ( $N$ ).
- Az extenzív fizikai mennyiségek mérőszáma arányos az anyagporcióval, ilyen pl. térfogat, tömeg, anyagmennyiség stb. Az intenzív fizikai mennyiségek nagysága független a fázist képező anyagporciótól, ilyenek pl. hőmérséklet, nyomás, sűrűség stb.

A fizikai mennyiségek kémiai jelölésmódját eddig nem szabályozták. A kémiában lényeges megadnunk, hogy milyen anyagra vonatkozik a megadott fizikai mennyiség. A következő jelölésmód tartalmazza az anyagot és az egyenletbe paraméternek beírható az anyag mennyisége is. Pl. a vas, illetve a víz tömegének és térfogatának megadása:

$m(\text{Fe}) = 400 \text{ g}$ ,  $m(\text{H}_2\text{O}) = 3,6 \text{ kg}$ ,  
 $V(\text{Fe}) = 50,9 \text{ cm}^3$ ,  $V(\text{H}_2\text{O}) = 3,6 \text{ l}$ .

Gyakran elkövetjük azt a hibát is, hogy csak a mérőszámot és a mértékegységet tüntetjük fel, a fizikai mennyiséget nem. Hogy például a  $\text{kg/m}^3$  tömegkoncentrációt, vagy sűrűséget jelent, az a mennyiség megnevezése nélkül csak abból az összefüggésből derül ki, amelyben használtuk. Tehát a számértéken és a mértékegységen kívül a jellemzett mennyiséget is meg kell adni. Pl. az anyagmennyiség, illetve az anyagporció jelölése:

$n(\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7) = 6 \text{ mol}$ ,  
 $n(\text{Ca}^{2+}) = 2 \text{ mmol}$ ,  
 $n(\text{CuSO}_4 \text{ C}_2\text{H}_5\text{OH-ban}) = 4,5 \text{ mmol}$ ,  
 $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 4,3 \text{ mol}$ ,  
 $n(\text{S a Na}_2\text{S}_2\text{O}_3\text{-ban}) = 8,6 \text{ mol}$ .

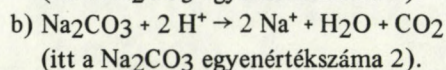
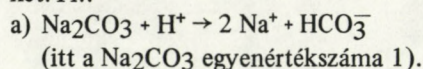
Az utóbbi két példa ugyanahhoz az anyagporcióhoz tartozik. A zárójelben levő képletnek, illetve vegyjelnek itt két értelme van: jelenti azt az anyagot, amelyből az anyagporció áll és részletezi egyúttal a részecskét, amelyre az anyagmennyiség vonatkozik.

### Az egyenérték

A mól használatakor elemi egységként alapul vehetjük az atomok, molekulák és ionok törtörését is. Az egyenérték

egy  $X$  részecske  $\frac{1}{z^*}$  törtörését jelenti. Általános jelölése:  $\frac{1}{z^*}X$ , ahol  $X$  = atom, molekula, ion, atomcsoport stb. képlete,  $z^*$  = egyenértékszám.

Az egyenértékszám a vizsgált kémiai reakcióból adódik és egy és ugyanazon részecskére különböző értékű lehet. Pl.:



Az egyenértékű anyagporció azt mondja meg, hogy az elemek, vagy elemcsoportok milyen anyagporciói vegyületnek 1 mol hidrogén atommal, illetve milyen anyagporcióban tudják azt a vegyületekben helyettesíteni. Egy és ugyanazon anyagporcióra a következő egyenlőség áll fenn az egyenértékű anyagmennyiség és az  $X$  részecskék anyagmennyisége között:

$$n\left(\frac{1}{z^*} \cdot X\right) = z^* \cdot n(X).$$

Pl. az  $n(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,25 \text{ mol}$  és az  $n\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4\right) = 0,5 \text{ mol}$  ugyanazt az anyagporciót jelölik, csak az elsőnél a  $\text{H}_2\text{SO}_4$  molekulára, míg a másodikonál az  $\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4$  molekulára vonatkoztatva.

A korábban alkalmazott grammegyenértéksúly (gekv; val) megnevezés tilos, helyette a mólt kell használni. Például az 5 gekv  $\text{KMnO}_4$  helyett az  $5 \text{ mol} \cdot \frac{1}{5} \text{KMnO}_4$  jelölés a helyes és egyértelmű. Az utóbbiban az egyenértékszám is fel van tüntetve.

### A moláris tömeg

Az anyag moláris tömege:  $M(X)$  az adott anyag tömegének és anyagmennyiségének hányadosa:

$$M(X) = \frac{m}{n(X)}, \text{ ahol } X = \text{atom, molekula, ion stb.}$$

Például:

$M(\text{H}) = 1,0079 \text{ g/mol}$ ,  
 $M(\text{H}^+) = 1,0074 \text{ g/mol}$ ,  
 $M(\text{H}_2) = 2,0158 \text{ g/mol}$ ,  
 $M(\text{e}^-) = 0,0005486 \text{ g/mol}$ ,  
 $M\left(\frac{1}{2} \text{Ca}^{2+}\right) = 20 \text{ g/mol}$ .

Ha a moláris tömeget  $\text{g/mol}$  mértékegységben adják meg, akkor a számérték a relatív atom- illetve móltömeg,  $A_r(X)$ , illetve  $M_r(X)$ . Ezt korábban atomsúlynak, illetve molekulásúlynak hívták. Ez a számérték megadja egy atom, molekula, vagy ion tömegét, ahol a mértékegység az  $u$  atomi tömegegység. Az  $u$  1980. január 1. után az atomfizika területén használható, SI-n kívüli törvényes

egység. 1 u egy atom  $^{12}\text{C}$  tömegének a tizenketted része. Pl.:

$$M(\text{Ca}^{2+}) = 40 \text{ g/mol,}$$

$$A_r(\text{Ca}^{2+}) = 40,$$

$$m(\text{Ca}^{2+}) = 40 \text{ u.}$$

A  $\text{Ca}^{2+}$  szimbólum az első két esetben részecskefaját, míg az  $m(\text{Ca}^{2+})$ -ban egyetlen iont jelöl.

### Többkomponensű rendszerek összetételének megadása

A legalább két komponensből álló elegyek összetételének leírására különböző mennyiségek alkalmasak. Eddig többféle jelölést használtak. Az 1. táblázat mutatja, hogy milyeneket ajánl az ISO, International Organization for Standardization és a IUPAC, International Union of Pure and Applied Chemistry.

Az 1. táblázat jelölései:

$Ko_1$  1. komponens,

$Ko_2$  2. komponens,

$E$  elegy,

$Osz$  oldószer (=2. komponens),

$X$  megmondja, hogy az 1. komponens ( $X$ ) és a

$Y$  2. ( $Y$ ) komponens milyen anyagfajtából áll,

$Ol$  oldat.

A *tömegrészt* korábban súlytörtnek nevezték. Egy komponens tömegrésze egy hányados, ahol a számláló a komponens tömege az elegyben, a nevező pedig az egész elegy tömege. A tömegrészt különbözőképpen adhatjuk meg. Pl. ha 250 g sósav 5 g hidrogén-kloridot tartalmaz:

$$w(\text{HCl}) = \frac{m(\text{HCl})}{m(\text{sósav})} = 0,02 \text{ g/g,}$$

$$w(\text{HCl}) = 2 \%,$$

$$w(\text{HCl}) = 0,02.$$

Az *anyagmennyiségrészt* korábban móltörtnek, illetve mólszázaléknak nevezték. A definíció hasonló a tömegrészhöz, csak itt *anyagporciók* szerepelnek a számlálóban és a nevezőben. Az anyagmennyiségrészt megadása a következőképpen történhet; pl.:

$$x(\text{etilalkohol vízben}) = 0,14 \text{ mol/mol,}$$

$$x(\text{etilalkohol vízben}) = 0,14, \text{ vagy } 14 \%.$$

A *térfogatrészt és a térfogatkoncentrációt*. A térfogatrészt ( $\varphi$ ) és a térfogatkoncentráció ( $\sigma$ ) között az a különbség, hogy a térfogatrészt ( $\varphi$ ) nevezője a komponensek elegyítés előtti térfogatának az összege, míg a térfogatkoncentráció ( $\sigma$ ) nevezőjében a kész oldat térfogata szerepel. Ha az elegyítésnél nem lép fel térfogatváltozás, akkor  $\varphi = \sigma$ . Megadása:  $\sigma$  (etilalkohol vízben) = 20 %, vagy 200 ml/l.

A *tömegkoncentráció* jelentése: a komponens ( $Ko$ , oldott anyag) tömegének és az oldat térfogatának a hányadosa. SI-egysége:  $\text{kg/m}^3$ . Használható, nem SI-egységek:  $\text{kg/l}$ ;  $\text{g/l}$ ;  $\text{g/ml}$ .

Az *anyagmennyiség-koncentrációt* eddig molaritásnak, illetve normalitásnak nevezték. Az oldott anyag anyagmennyiség-koncentrációja az  $n(X)$  anyagmennyiségnek és a  $V(Ol)$  térfogatának a hányadosa. SI-egysége:  $\text{mol/m}^3$ . Használható, nem SI-egységek:  $\text{mol/l}$ ;  $\text{mol/ml}$ ;  $\text{kmol/l}$ . Pl.: 25 ml sósavban 3 mmol hidrogén-klorid:

$$c(\text{HCl}) = \frac{n(\text{HCl})}{V(\text{sósav})} = \frac{3 \text{ mmol}}{25 \text{ ml}} = 0,12 \text{ mol/l.}$$

Eddig molaritásnak nevezték az anyagmennyiség-koncentrációt, ha  $\text{mol/l}$  egységben adták meg és normalitásnak, ha  $\text{gekv/l}$ -ben. Ezeket már tilos használni [10]. Megadási módja hasonlít az anyagmennyiségéhez, pl.:

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,05 \text{ mol/l, eddig: } 0,05 \text{ M ill. } 0,1 \text{ n,}$$

$$c\left(\frac{1}{2}\text{H}_2\text{SO}_4\right) = 0,1 \text{ mol/l, eddig: } 0,1 \text{ M ill. } 0,2 \text{ n.}$$

Az arányoknál a számláló és a nevező az elegy különböző komponenseinek azonos dimenziójú mennyiségi hányadosa.

A *molaritás változatlanul marad*. Jelentése: az oldott anyag anyagmennyiségének és az oldószer tömegének a hányadosa. Pl.: 1 mol NaCl 5 kg vízben:

$$b = \frac{n(\text{NaCl})}{m(\text{víz})} = \frac{1 \text{ mol}}{5 \text{ kg}} = 0,2 \text{ mol/kg.}$$

SI-egysége:  $\text{mol/kg}$ . A molaritás jelölésére az  $m$  betűt használják. Ez azonos a tömeg jelölésével, ezért inkább a  $b$ -vel történő jelölés ajánlható [10].

### Elegyek összetételének megadási módjai

1. táblázat

	-rész	-koncentráció	-arány	
Tömeg-	$w(Ko_1) = \frac{m(Ko_1)}{m(E)}$	$\rho^*(Ko) = \frac{m(Ko)}{V(Ol)}$	$\zeta = \frac{m(Ko_1)}{m(Ko_2)}$	
Anyagmennyiség	$x(X) = \frac{n(X)}{n(X) + n(Y)}$	$c(X) = \frac{n(X)}{V(Ol)}$	$r = \frac{n(X)}{n(Y)}$	Molaritás $b(X) = \frac{n(X)}{m(Osz)}$
Térfogat-	$\varphi(Ko_1) = \frac{V(Ko_1)}{V(Ko_1) + V(Ko_2)}$	$\sigma(Ko) = \frac{V(Ko)}{V(Ol)}$	$\Psi = \frac{V(Ko_1)}{V(Ko_2)}$	

Új		Régi	
megnevezés	mértékegység	megnevezés	mértékegység
tömeg, $m$	kg	súly, mennyiség, súlymennyiség	
anyagmennyiség, $n$	mol	mólmennyiség, mólszám	grammatom, gramm-molekula, gramm-ekvivalens, grammion
moláris tömeg $M$	g/mol	móltömeg, képletsúly	g/val, csak a g, vagy mértékegység nélkül
a) relatív atomtömeg $A_r$ b) atomtömeg, $m(1X)$	1 g vagy u	atomsúly, molsúly abszolút atomtömeg	– g
moláris térfogat, $V_m$	l/mol	móltérfogat	l
tömegrész, $w$	g/g; g/100 g = %; cg/g = %; g/kg = ‰	súlyszázalék, súlyrész, százalékos tartalom	s %
anyagmennyiség-rész, $x$	mol/mol; mol/100 mol = %; mol/kmol = ‰	móltört, mólszázalék	mol %
térfogatrész, $\varphi$	l/l; l/100 l = %; ml/l = ‰	térfogatszázalék, térfogattört	tf%
térfogatkoncentráció, $\sigma$	l/l; l/100 l = %; ml/l = ‰	térfogatszázalék, térfogattört	tf%
tömegkoncentráció, $\rho^*$	g/l; mg/l	koncentráció, tartalom	
anyagmennyiség-koncentráció, $c$ Pl. $c/\text{ZnSO}_4 = 0,1 \text{ mol/l}$ $c/\frac{1}{5}\text{KMnO}_4 = 0,1 \text{ mol/l}$	mol/l stb.	mólkoncentráció, tartalom	
molalitás, $b$	mol/kg	kilogramm-molaritás	

## Összefoglalás

A 2. táblázatban áttekinthető, hogy mely fizikai mennyiségek megnevezései és mértékegységei változtak meg.

Az ismertetett fogalmi és jelölési rendszer a most használatnál egységesebb és áttekinthetőbb. Kívánatos lenne, ha mindenütt erre térnének át.

Ez úton mondok köszönetet dr. Lukács Gyula műszaki tanácsadó segítségéért az anyag összeállításában

## Irodalom

- [1] Bakos, M.: A nemzetközi mértékrendszer újabb fejlődése. Magyar Kémikusok Lapja, 27. 6. szám, 1972. 297–298. p.
- [2] Schay, G.: A fizikai-kémiai definíciók és jelölések új szabályairól. Magyar Kémiai Folyóirat, 78. 7. szám, 1972. 383–385. p.
- [3] A Minisztertanács 8/1976. (IV.27.) számú rendelete a mérésügyről. Mérésügyi Közlemények, 17. 3. szám, 1976. július 49–59. p.
- [4] Dr. Matolcsy, K.: Törvényes mértékrendszerünkről – a kémikus szemével. Stabinform, 3. szám, 1979. 33–35. p.
- [5] Bakos, M.: A nemzetközi mértékegységrendszerre (SI) való áttérés. Magyar Kémikusok Lapja, 34. 8. szám, 1979. 365–369. p.
- [6] Juhász, E.: 1980: Az SI mértékegységek kötelező használata! Az SI és más törvényes mértékegységek. Magyar Kémiai Folyóirat, 85. 11. szám, 1979. 523–527. p.
- [7] Moldoványi, Gy.: Az SI mértékegységekről. Bp. Műszaki Könyvkiadó, 1979. 86 p.
- [8] Törvényes mértékegységek. Összeáll.: Gyarmati Béla, Pataki György. Bp. Országos Mérésügyi Hivatal, [é.n.] 42 p.
- [9] DIN 1301 Teil 1 Oktober 1978. Einheiten. Einheitenamen, Einheitenzeichen. 6 p. Teil 2 Februar 1978. Einheiten. Allgemein angewendete Teile und Vielfache. 11 p.
- [10] Merkel, E.: Die Anwendung von Grössen und Einheiten in Physik, Chemie und Physikalischer Chemie nach dem Internationalen Einheitensystem(SI). Praxis der Naturwissenschaften, Teil 1.: Grössen und Einheiten Begriffe und Definitionen. 26. Heft 11, 1977. 294–301 p. Teil 3.: Die Stoffmenge und davon abgeleitete Grössen. 27. Heft 3, 1978. 188–195 p. Teil 4.: Gehaltsangaben von Mischphasen. 27. Heft 4, 1978. 202–211 p.
- [11] Drath, P.–Theus, P.–Pogrzeba, W.: Auswirkungen des International Einheitensystems in der Chemie. Technisches Messen tm, Heft 5, 1979. 211–214. p.
- [12] DIN 32629 Vornorm Juli 1980, Stoffportion. Begriff, Kennzeichnung. 4 p.



# Épület és gépszerkezetek hibahelyeinek megállapítása akusztikai módszerrel

BÉKÉSI KÁLMÁN

*Építészeti műtárgyak, gépészeti berendezések állagának vizsgálatkor előfordul, hogy az üzembiztonságot befolyásoló szerkezeti részekhez nem lehet hozzáférni. Ilyen helyzetben is értékelni lehet a szerkezetekben keletkező akusztikai jeleket. A cikk az akusztikai jelek feldolgozásának egy újszerű módszerét ismerteti. Ezzel a módszerrel a Műszertechnikai Főosztály mérésszolgáltatási tevékenység során melegvíz csővezetékek hibahelyeit határozták meg.*

*K. Бекеши: Определение акустическим методом мест погрешностей здания и механических конструкций*

Во время проведения испытаний плотности строительных объектов и механического оборудования, иногда недоступны конструктивные части, влияющие на надежность эксплуатации. При решении таких задания могут быть выгодно использованы появляющиеся в конструкции акустические знаки. Статья знакомит с новыми методами использования этих знаков. В процессе деятельности предоставления данных Главным отделом измерительной техники, при помощи трубопроводок горячей воды, этим методом были установлены места погрешностей.

*K. Békési: An Acoustic Method for Localizing Defects in Buildings and Machines*

When testing the reliability and operational safety of machines and architectural objects, the structural parts of importance are not always accessible. If so, the acoustic signals forming in the structures may be resorted to. This paper acquaints with a new method of processing such signals, which the Department for Instrument Techniques has used for detecting defects in hot-water pipe-lines within the framework of its measuring services.

MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI KÖZLEMÉNYEK  
1981. 31. sz. p. 23–26.

Építészeti műtárgyak, gépészeti berendezések állapotának vizsgálatakor gyakran előfordul, hogy az üzembiztonságot meghatározó elemekhez nem lehet hozzáférni. Példaként említhetők: erőművi berendezések, eltemetett csővezetékek, vasbeton épületek vasszerkezete. Ilyen esetekben célszerűen használhatók fel ezen szerkezetek diagnosztizálására a bennük keletkező akusztikai jelek.

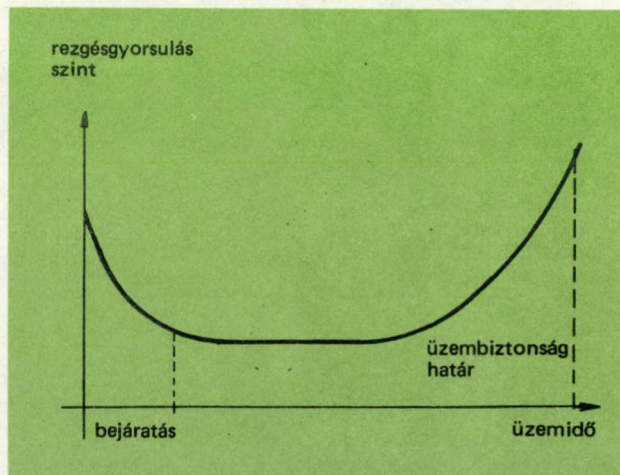
Egyre elterjedtebben alkalmazott módszer nagyértékű gépek rezgésszintjének időszakos, vagy folyamatos ellenőrzése. Mozdó alkatrészeket tartalmazó gépek jellegzetes rezgésszint-idő diagramja látható az 1. ábrán. A veszélyesnek ítélt szint elérésekor a karbantartás megkönynyítésére spektrumelemzés is végezhető. A rezgésspektrumban domináló frekvenciák és az egyes alkatrészek mozgásának összetetésével meglehetősen biztonsággal meghatározhatók a hibás alkatrészek.

Amennyiben a vizsgálat nem mozgó alkatrészekre vonatkozik a hibahelyeket a térben kell meghatározni. Sok esetben előfordul, hogy a hibás szerkezeti elem akusztikai jelforrásként viselkedik – ütődések, kiáramlási zajok, ropogások, akusztikai emisszió stb.

A fenti esetekben a hibabehatárolás az akusztikai jelek terjedési idejének mérésével történhet, ugyanis több ponton mérve ezen hibahelyek térbeli helyzete háromszögelési módszerekkel meghatározható.

A terjedési idő mérésére használható módszerek a következők:

a) Periodikus jelek feldolgozása esetén a terjedési idő



1. ábra. Mozdó alkatrészeket tartalmazó gépek jellegzetes rezgésgyorsulásszint-üzemidő diagramja

mérése visszavezethető fázismérésre, azonban ha a terjedési idő nagyobb, vagy egyenlő, mint a periódusidő az eredmény hamis, mert egy vagy több periódus idejével kevesebbet mérünk. A fázismérés ezenkívül nagyon zavarérzékeny.

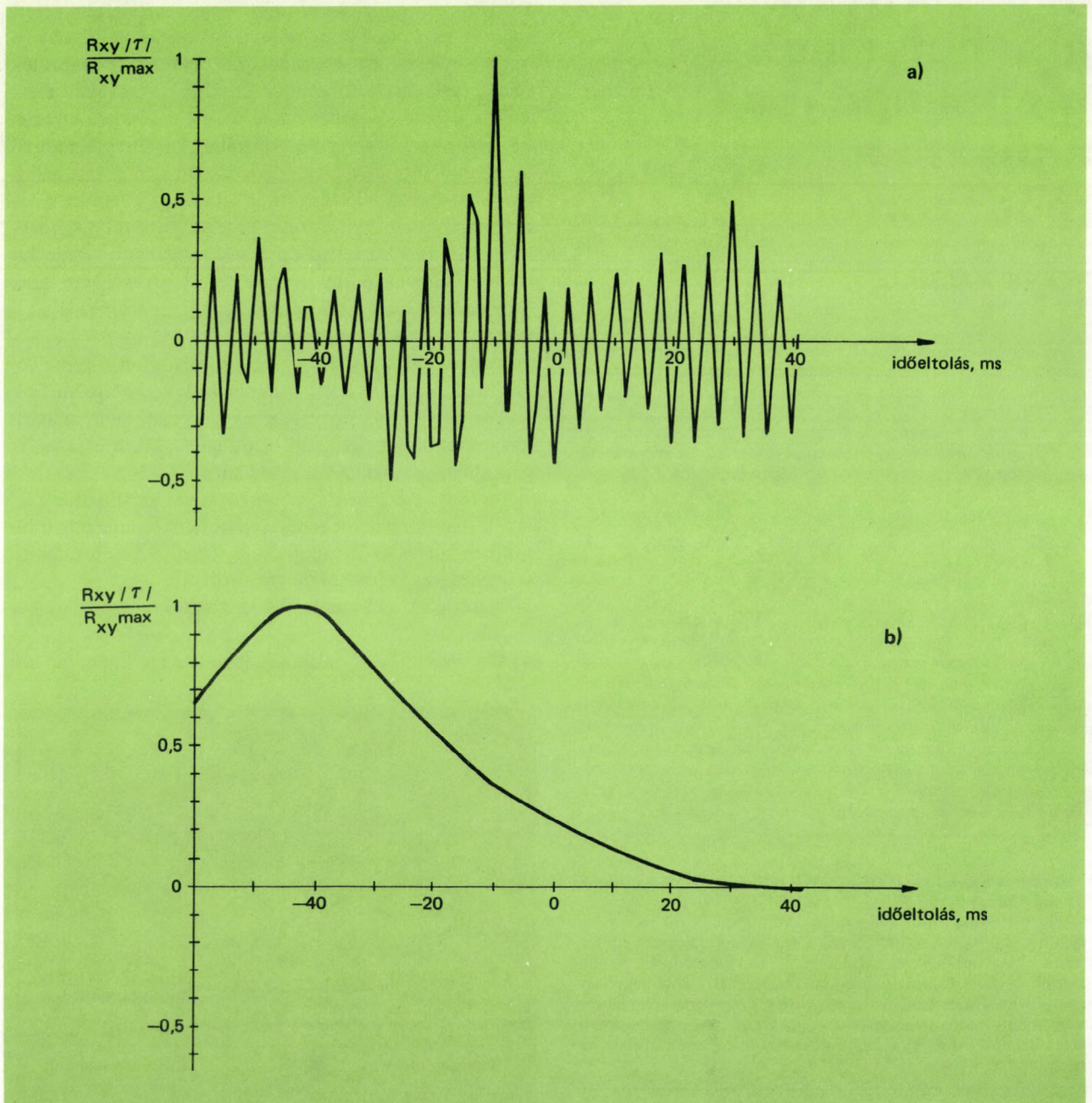
- b) Impulzus jellegű jelek feldolgozása esetén téves eredményre vezethet, hogy ezek a jelek a gyakorlatban sokszor a felismerhetetlenségig torzulnak a rezonáns elemeken történő áthaladáskor, a háttérzaj, valamint az esetleges diszperzió miatt.
- c) A jelenleg legbiztosabbnak tűnő módszer a *korrelációs technikán* alapul. Itt olyan jelekkel dolgozunk,

melyek nem, vagy csak részben periódikusak, viszont időben folyamatosak, így átlagolással a véletlen hibák kiszűrhetők.

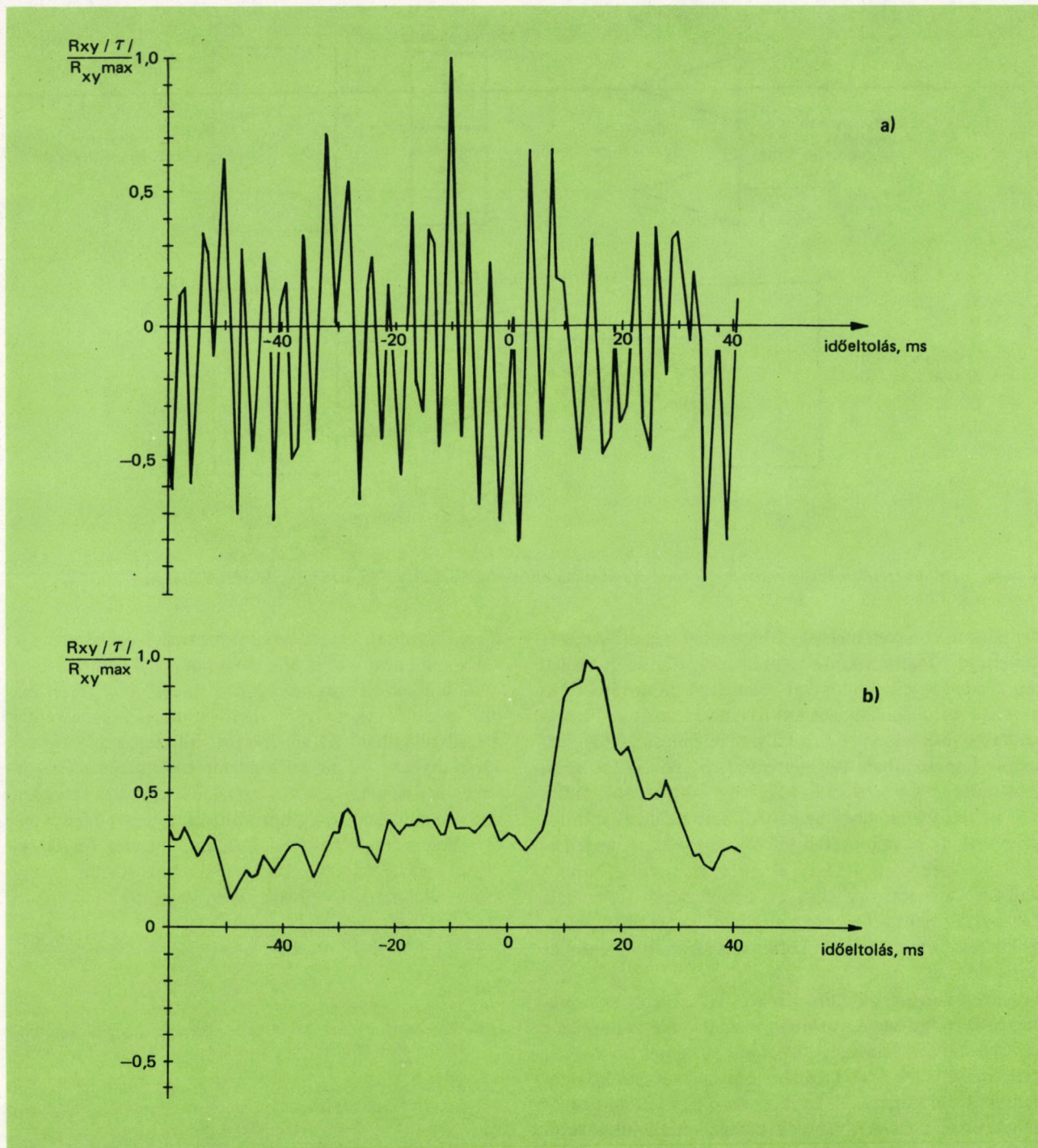
Két időfüggvény  $[x(t), y(t)]$   $\tau_1$  időeltoláshoz tartozó korrelációs együtthatójának  $|R_{xy}(\tau_1)|$  definíciója:

$$R_{xy}(\tau_1) = \int_{-\infty}^{\infty} [x(t)y(t-\tau_1)] dt$$

Ha  $x(t) \equiv y(t)$ , akkor autokorrelációs együtthatónak  $R_{xx}(\tau_1)$ , ha  $x(t)$  és  $y(t)$  nem egyazon időfüggvény, akkor keresztkorrelációs együtthatónak  $R_{xy}(\tau_1)$  nevez-



2. ábra. a) Csővezeték két pontján regisztrált, ütődésekből származó zaj keresztkorrelációs függvénye; b) Csővezeték két pontján regisztrált, ütődésekből származó zaj keresztkorrelációs függvénye egyenirányítást alkalmazva



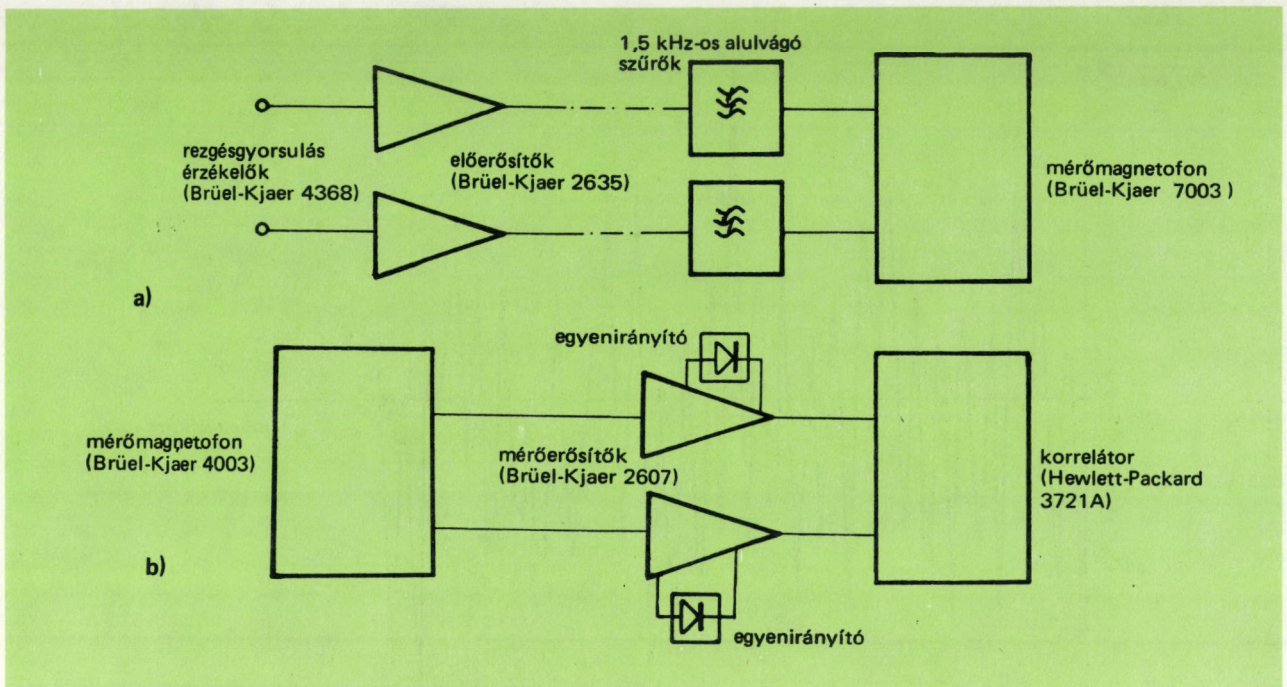
3. ábra. a) Csővezeték két pontján regisztrált, vízkiramlásból származó zaj keresztkorrelációs függvénye; b) Csővezeték két pontján regisztrált, vízkiramlásból származó zaj keresztkorrelációs függvénye egyenirányítást alkalmazva

zük. A különböző  $\tau_n$  időeltolásokhoz tartozó korrelációs együtthatókat előállítva kapjuk a megfelelő korrelációs függvényeket.

A számunkra fontos tulajdonság: egy szerkezet két pontján regisztrált közös forrásból származó, akusztikai jelek keresztkorrelációs függvényének a terjedési időkülönbségnek megfelelő  $\tau_x$  pontban van a maximuma, ettől távolodva a függvény vagy nullához tart, vagy felve-

szí az esetleges periódikus komponensnek megfelelő periodicitást. Észrevehető továbbá, hogy az egyes pontok átlagolás révén keletkeznek, így értékük rövid zavarokra, beütésekre csak kevésbé változik.

A korrelációs függvények előállítására jelenleg szinte kizárólagosan *digitális korrelátorokat* (pl. a rendelkezésünkre álló Hewlett-Packard 3721 A) használják, mivel



4. ábra. Hőtávvezeték hibahelyeinek megállapítására használt műszerösszeállítás a) helyszínen, b) laboratóriumban

digitálisan könnyen megvalósítható a szükséges tárolás és késleltetés. Digitális korrelátorokban a jelfeldolgozás során az analóg jelből mintákat vesznek. A mintavétel frekvenciája és az ábrázolható eltolási időtartomány – a működési elvből adódóan – a műszer felépítésétől függően szoros kapcsolatban van egymással. (A példaként említett műszer a korrelációs függvény 100 pontját állítja elő. Ez azt jelenti, hogy például 100 ms időeltolási tartományhoz 1 ms mintavételi időköz tartozik.) A terjedési idő mérésekor ez nehézséget okoz, mert ha a várható terjedési idő aránylag nagy ez a mintavételi frekvencia kicsiny. Ez azt jelenti, hogy a jelfeldolgozás olyan jelekre korrekt, amelyek csak kisméretű komponenseket tartalmaznak.

Két alkatrész összeütődésekor keletkező rezgés-impulzusok, vagy egy csővezeték repedésén kiáramló közeg sístergő zaja éppen ennek a követelménynek nem felel meg, mivel ezek a jelek főként nagyfrekvenciás komponenseket tartalmaznak. Ezekre viszont a jelfeldolgozás nem korrekt, az eredmények használhatatlanul zavarosak lesznek. A probléma megoldása a jelek frekvenciatartalmának megváltoztatásával lehetséges. Erre a célra egy-

szerű *átlagérték egyenirányítót* használva ugrásszerű a javulás, mint az a 2/b. és 3/b. ábrákból megítélhető.

A fentiek alapján kidolgozott mérési módszerrel biztosított eredményeket értünk el csővezetékek hibahelyeinek megállapításában. Az alkalmazott műszerösszeállítás a 4. ábrán látható. A mérési módszer továbbfejlesztésén jelenleg is dolgozunk. A továbbhaladás egyrészt az egyenirányító időállandóinak optimalizálása, illetve fázisdetektor alkalmazása irányában történik. Jelenleg folyik egy olyan műszer kidolgozása is, mely közvetlenül a helyszínen alkalmazható hibahely megállapításra.

#### Irodalom

- [1] Gihman, I.I.–Szkorohod, A.V.: Bevezetés a sztochasztikus folyamatok elméletébe, Bp. Műszaki Könyvkiadó, 1975. 38–127. p.
- [2] Kuznetsov, P.I.–Statonovich, R.L.–Tikhonov, V.I.: Non-Linear Transformations of Stochastic Processes, Pergamon Press 143–165 and 341–367. p.
- [3] Pellionisz, P.: Amikor a zajok segítenek a mérésben: korrelációs mérés technika, Fizika 1978, Bp. Gondolat Könyvkiadó, 163–193. p.

## Az atomabszorpciós és emissziós lángspektrofotométerek gáz- és lángrendszerei

Dr. CSOCSÁN LÁSZLÓ

*A cikk az atomabszorpciós és emissziós lángspektrometriában felhasznált gázokkal szembeni minőségi és mennyiségi követelményeket ismerteti. Kitér a műszerek gázrendszereinek tervezési problémáira és kivitelezési megoldásaira, valamint a gyakorlati alkalmazáskor szerzett tapasztalatokra.*

*Д-р Л. Чочан: Атомноабсорбционная и эмиссионная спектроскопическая метрия пламени, системы газа и пламени*

В статье автор знакомит с требованиями, предъявляемыми к качеству и количеству использованных газов в атомноабсорбционной и эмиссионной спектрометрии пламени. Касается проблемы проектирования газовой системы приборов и решения их использования, а также опытов, приобретенных во время практического их применения.

*Dr. L. Csocsán: Gas/Flame Systems for Atomic Absorption and Emission Photometers*

This paper deals with the qualitative and quantitative requirements to be met by gases intended for use in atomic absorption and emission spectrophotometric analysis. On discussing the problems of designing gas supply systems for spectrophotometers and the solutions to such problems, some practical experiences are summarized and evaluated.

**MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI KÖZLEMÉNYEK**  
1981. 31. sz. p. 27–36.

Az atomabszorpciós és emissziós lángfotometriában alkalmazható mérési módszereknél felhasznált gázokkal szemben támasztott követelmények egyformák, függetlenül attól, hogy a berendezést *lángfotométer* elnevezéssel klinikai mérésekre: a vérben levő Na, K és Li meghatározására, vagy *atomabszorpciós spektrofotométer*ként a periódusos rendszer elemeinek mérésére alkalmazzuk. Ezért a következőkben a gázok alkalmazásának vizsgálatakor azok fajaival, tisztasági követelményeivel, megkívánt nyomásukkal és felhasználásuk várható mennyiségével foglalkozunk. Ezen kívül ismertetjük a gázrendszerek felépítését is, mert azok lehetővé teszik, a gázok szabályozásán és keverésén kívül, a mérési feladat optimális megoldásához szükséges láng előállítását, valamint azon veszélyhelyzetek felismerését és kiküszöbölésük módját, amelyek a gázok használatával együtt járnak.

Az SI rendszer bevezetése szükségessé teszi, hogy a régebbi készülékeken alkalmazott nyomásértékeket az SI egységekkel kifejezzük, mert az 1981 előtt gyártott készülékek nagy többsége kp/cm<sup>2</sup>, psi egységekben skálázott műszerekkel van ellátva. Az átszámítási egyenletek:

$$1 \text{ kp/cm}^2 = 98,0665 \text{ kPa} = 14,22 \text{ psi}$$

$$1,0000 \text{ kPa} = 0,0102 \text{ kp/cm}^2 = 0,1451 \text{ psi}$$

$$1,00 \text{ psi} = 0,0703 \text{ kp/cm}^2 = 6,8964 \text{ kPa}$$

A gázokra és a gázrendszerekre vonatkozó, a következőkben felhasznált adatokat az [1], [2], [3], [4] alatti cégkiadványok, ill. Price [5], Lwow [6], Slavin [7] és Kirkbright és Sorgent [8] kézikönyvei alapján adjuk meg.

### A felhasznált gázok minősége

A lángfotometriában a következő gázokat alkalmazzuk:

acetilén (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>),  
dinitrogéndioxid (N<sub>2</sub>O),  
propán (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>),  
hidrogén (H<sub>2</sub>),  
argon (Ar),  
nitrogén (N<sub>2</sub>),  
levegő.

Fontos leszögeznünk, hogy oxigént soha, semmilyen körülmények között sem szabad használnunk spektrofotométerekben láng előállítására.

A felsorolásban szereplő első négy gázt és a levegőt a láng előállítására, valamint a porlasztó működtetésére használjuk. Az argont régebben védő gázként a hidrogén lánghoz is használták, ma a nitrogénnel együtt elsősorban a grafitküvetát, vagy bizonyos esetekben a monokromátort és a lámpateret öblítik át vele.

#### Az egyes gázokkal szembeni követelmények

**Acetilén.** A gázokat előállító cégek által szállított, A-1 nagyságú palackokban mintegy 6000 l normál nyomású gázt töltenek, amely a gyakorlati tapasztalatok szerint mintegy 30 h-ra elég. Tisztasági követelmények:

acetilén	99,6 ... 99,8 %
oxigén	0,01 ... 0,1 %
nitrogén	0,02 ... 0,2 %
foszforvegyületek	0,001 ... 0,04 %
kénvegyületek	
(H <sub>2</sub> S-egyenértékben)	0,0003 ... 0,0008 %
klórvegyületek	0,00002 ... 0,0001 %
hidrogén	nyomokban
metán	nyomokban

Az acetilén palackot nem szabad tovább használni, ha a belső nyomás 700 kPa alá esik, mert a benne levő aceton felszabadul és a gázrendszerbe kerülve dugulást okoz. A műszergyártó cégek külön felhívják a figyelmet arra, hogy ún. „purified gas” fokozatú acetilént éppen magas aceton tartalma miatt nem szabad alkalmazni.

**Dinitrogénoxid.** Az A-1 nagyságú palackok (normál nyomáson) 15000 l gázt tárolnak folyadék állapotban (a kezdő nyomás mintegy 5175 kPa), amely általában 10...12 üzemórára elegendő. A gáznak szerves anyagoktól, olajtól és zsírtól mentesnek kell lennie.

**Propán.** Tisztított, víznyomoktól mentes legyen.

**Hidrogén.** Az A-1 nagyságú palackok 5500 l gázt tartalmaznak, ez átlagosan 6 h-ra elég. Igen tiszta (99,9 %), száraz gáz szükséges.

**Argon.** Az A-1 nagyságú palackok 7000 l gázt tartalmaznak. A grafitküvetához használt 99,996 %-os tisztaságú gáz hidrogént és szénhidrogéneket nem tartalmazhat, oxigén 5 mg/l-nél, nitrogén 20 mg/l-nél, víz pedig 4 mg/l-nél kevesebb lehet benne. Ez a tisztaság megfelel az alacsony hullámhosszaknál szükséges monokromátor-lámpatér átöblítéshez.

**Nitrogén.** Az A-1 nagyságú palackok 6500 l gázt tartalmaznak. A grafitküvetákhoz használt 99,999 %-os tisztaságú nitrogén megengedett szennyezettsége a következő:

oxigén < 5 mg/l,

hidrogén	< 1 mg/l,
szénhidrogének	< 1 mg/l,
víz	< 5 mg/l.

**Levegő.** A levegőt legtöbbször kompresszorral állítjuk elő, de megemlítjük, hogy az A-1 nagyságú palack 6200 l levegőt tartalmaz, amely mintegy 5 h-ra elegendő. A kompresszorok puffer tartállyal vannak ellátva, hogy a legalább 210 kPa nyomást elő tudják állítani és a 16...20 l/min fogyasztást ki tudják szolgálni. A műszerbe bevezetett levegőnek víz, olaj és pormentesnek kell lennie, ezért a kompresszor és a gázbox közé a vezetékbe szárító és tisztító patronokat iktatnak.

#### A felhasznált gázok üzemi nyomása és mennyisége

A mérési gyakorlatban az egyes feladatok megoldása különböző gázkeverékeket kíván meg, amelyeket a gázok nyomásával ill. átáramoltatásának mértékével lehet beállítani. Ezért a műszerekbe olyan *nyomás és áramlás szabályozók* vannak beépítve, amelyekkel bizonyos határok között ezeknek értékeit állítani tudjuk. A műszerkönyvek részletesen tartalmazzák az egyes típusoknál beállítandó nyomás és átáramlási értékeket. Ezek figyelembevétele azért fontos, mert sok esetben a műszeren beállítandó számértékek nem azonosak a tényleges nyomás- vagy áramlási értékekkel és az átszámítást a használati utasításokban közölt grafikonokkal kell elvégezni. Az atomabszorpciós spektrofotométerek lángképzésében felhasznált gázok jellemző értékeit az alábbi példákön adjuk meg. A Perkin-Elmer cég 4000 és 5000 típusú készülékei automatikus gázszabályozóval felszerelve a következő nyomásértékek között működnek:

C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	80...100 kPa,
H <sub>2</sub>	138 kPa,
N <sub>2</sub> O, argon	210...350 kPa,
levegő	350...590 kPa.

A különféle lángösszetétel és égőfej kombináció alkalmazásakor a felhasznált gázok mennyiségét az 1. táblázatban adjuk meg. Ebben a táblázatban és a továbbiakban szereplő rövidítések:

F: fuel = tüzelőanyag,

O: oxidant = oxidáló anyag,

a: a műszeren beállítandó érték (számérték),

#### Perkin-Elmer égőfej gázfelhasználási adatai automatikus gázszabályozónál

1. táblázat

Égőfej	F	O	vizes oldat				szerves oldat			
			F		O		F		O	
			a	b	a	b	a	b	a	b
10 cm-es 1 réses	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	levegő	50	3,7	50	24	20	1,6	60	26
10 cm-es 3 réses	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	levegő	50	3,7	50	24	20	1,6	60	26
	H <sub>2</sub>	argon	25	2,0	50	24	—	—	—	—
dinitrogénoxidos	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	40	7,3	20	13	20	5,8	20	13
	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	levegő	40	3,1	40	21	20	1,6	20	15
	H <sub>2</sub>	levegő	90	5,7	10	11	—	—	—	—

gáz	nyomás a bejövő vezetéken	a szabályozón beállítandó nyomás
	kPa	kPa
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	82	55
H <sub>2</sub>	140	100
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	70	40
N <sub>2</sub> O, Ar	280	210
levegő	340...590	210

b: a ténylegesen felhasznált gáz mennyiségben l/min-ben.

Az ún. „Standard” és az „Optional” (Perkin-Elmer gym.) gázellenőrző rendszerrel a nyomásértékek kissé módosulnak (2. táblázat). Lényeges változást nem találunk, csak finomítást, amelyre azért kell felfigyelnünk, mert a műszer optimális üzemének beállításához ilyen kicsiny változtatások tartoznak. A rendszer által felhasznált gáz mennyiségét a 3. táblázat adja meg. A Varian-Techtron atomabszorpciós spektrofotométerek új családjába, az X75 sorozat tagjaiba azonos felépítésű gázkamra (gázkeverő és adagoló egység, v. „gázbox”) kerül, amely a 4. táblázatban összefoglalt szabályozást engedi meg. A felhasznált gáz mennyiségét az 5. táblázat adja meg. Régebbi típusú készülékekhez a Varian cég propán égőfejeket is szállított. A propángáz szabályozási tartománya 21 ... 83 kPa (3 ... 12 psi) volt, a levegő/propán 0 ... 3,8 l/min propán felhasználás volt.\*

A grafitkályhák öblítéséhez argont, vagy nitrogént használunk. A Varian CRA-90 típusnál 250...400 kPa nyomáson 10 l/min felhasználással kell számolni. A Per-

kin-Elmer HGA 400, ill. 500 típusoknál ezek az értékek: min. 300 kPa és 1,5 l/min.

### A gázrendszerek tervezésének problémái

A továbbiakban azt szeretnénk megvizsgálni, hogyan kell az előzőekben ismertetett gázokat felhasználni, milyen szempontok alapján alakították ki az atomabszorpciós spektrofotométerek gázrendszereit és mitől függ a gázfelhasználás mértéke.

Az atomabszorpciós spektrofotométerekben felhasznált gázrendszerek útvonalábráját az 1.-2. ábra mutatja be. Látható, hogy a gázrendszer több, egymástól funkciójában is elkülönülő részből áll. Ezeknek a részeknek a

Varian-Techtron X75 AAS gázboxainak szabályozási tartományai

4. táblázat

C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> :	kPa
manuális	40 ... 100
automatikus	80 ... 100
megkívánt	85
interlock	50 ± 4
N <sub>2</sub> O, levegő:	
szabályozható	240 ... 420
megkívánt	420
interlock	200 ± 7

Varian-Techtron X75 AAS-ben felhasznált gázok mennyisége lángfajtánként

5. táblázat

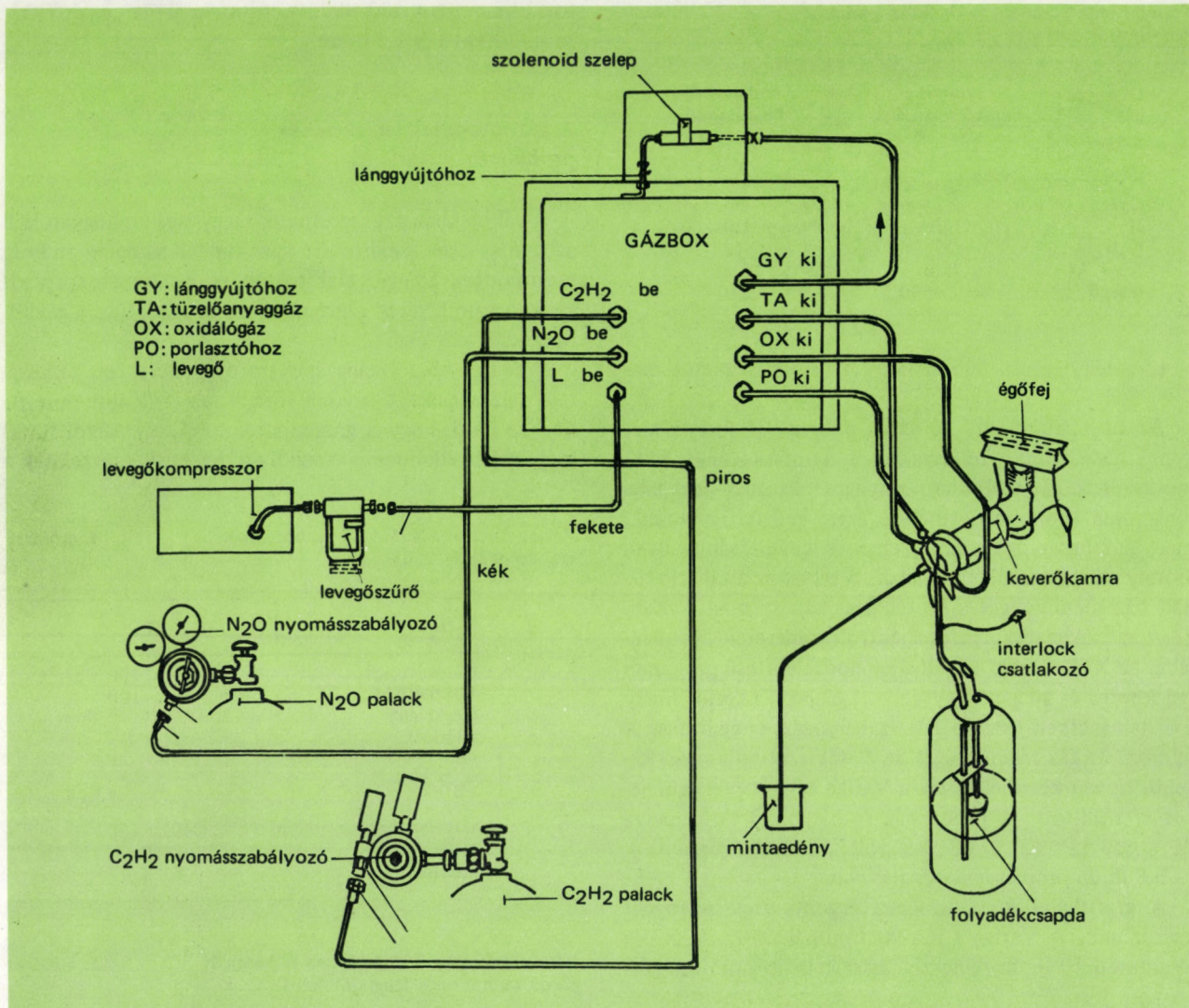
gáz	láng típusa	l/min
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	levegő/C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	0...2,5
	N <sub>2</sub> O/C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	0...5
levegő	levegő/C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	0...16
	N <sub>2</sub> O	0...13

\*A lángban közvetlenül felhasznált gázmennyiségek mellett az oxidáló gázt felhasználjuk a porlasztóban a minta felszívásához is. A gáz áramlási sebességét finoman állítva tudjuk a felszívott minta mennyiségét szabályozni. A Varian porlasztóknál erre a célra 8...11 l/min gázáram szükséges, hogy a bevitt anyag mennyiségét 4,5...5,2 ml/min értéken tarthassuk.

Perkin-Elmer égőfej gázfelhasználási adatai Standard és Optional gázszabályozónál

3. táblázat

égőfej	F	O	vizes oldat				szerves oldat			
			F		O		F		O	
			a	b	a	b	a	b	a	b
10 cm-es 1 réses	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	levegő	32	3,7	55	21,7	13	1,0	37	14,3
	H <sub>2</sub>	levegő	60	22,5	28	10,6	—	—	—	—
10 cm-es 3 réses	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	levegő	45	5,5	70	27,7	30	3,4	60	23,6
	H <sub>2</sub>	argon	20	4,0	60	20,0	—	—	—	—
	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	levegő	9	0,8	29	11,0	—	—	—	—
N <sub>2</sub> O-fej	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	levegő	25	2,7	40	15,5	15	1,3	28	11,1
	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	55	6,8	40	13,2	52	6,4	38	12,5
5 cm-es 1 réses	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	levegő	25	2,7	40	15,5	15	1,3	28	11,1
	H <sub>2</sub>	levegő	50	18,0	40	15,5	—	—	—	—



1. ábra. Az atomabszorpciós spektrofotométerek gázrendszerének vonalábrája, a gázkamrán kívüli rész

tervezése, kialakítása két igen lényeges tényező alapján történik, ezek:

- a láng hőmérséklet, amelyet a vizsgálatra kerülő anyagok gerjesztési energiájához kell megszabni;
- a láng égési sebesség, amely viszont az alkalmazott gázoktól függ.

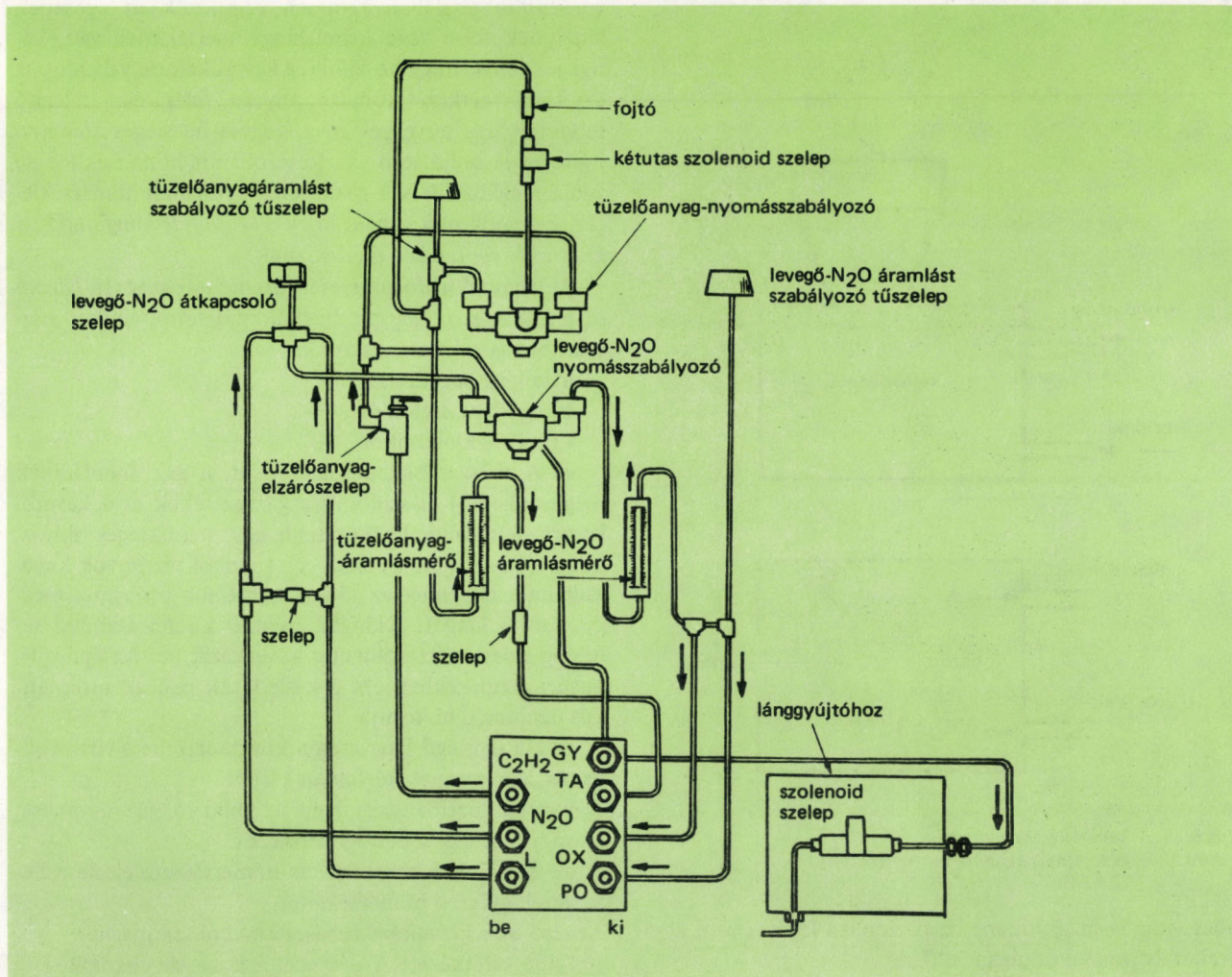
Mind az atomabszorpciós, mind az emissziós lángfotometriában a gerjesztésre *lamináris lángokat* használunk, az égőfejek kialakítása ehhez alkalmazkodik. A tüzelőanyag és az oxidáló gáz megfelelő arányú összekeverése az ún. (elő-)keverő kamrában megy végbe (3. ábra). A laminaritás biztosítása érdekében a keverőkamra és az égőfej közvetlenül csatlakozik egymáshoz. Mivel a keverőkamrában a tüzelőanyagból és az oxidálóból álló gyúlékony keverék a láng közvetlen közelében van jelen, adott esetben ez a keverék igen veszélyessé válhat: *visszarobbanás* (flashback) jöhet létre, ha a megadott áramlási követelményeket nem tartjuk be pontosan. A visszarobbanás létrejöttének megértéséhez két fontos paramétert kell

megvizsgálnunk:

1. a láng égési sebességét,
2. az áramlási sebességét.

1. Ha egy tüzelőanyagból és oxidálóból álló keverékoszlop egyik végét meggyújtjuk, a láng áttérjed az oszlop másik vége felé, a tüzelőanyag és az oxidáló típusától függő sebességgel. Azt a sebességet, amellyel a láng az oszlopon végighalad, *lángsebességnek* nevezzük. Az 5. táblázatban a lángfotometriában használt gázkeverékek gyújtási és láng hőmérsékletét, a keletkező hőmennyiséget és a lángsebesség értékeit állítottuk össze. A táblázatból látható, hogy a lángfotometriában használatos gázkeverékek lángsebessége 160...180 cm/s közötti érték. Az acetilén-oxigén keverék lángsebessége ennek mintegy tizenötszöröse: 2480 cm/s. Ez a rendkívül nagy lángsebesség tiltja meg az acetilén-oxigén keverék használatát, mert a visszarobbanást a jelenlegi technikai megoldások nem tudnák megakadályozni.





2. ábra. Az atomabszorpciós spektrofotométerek gázrendszerének vonalábrája, a gázkamra (gázbox) felépítése

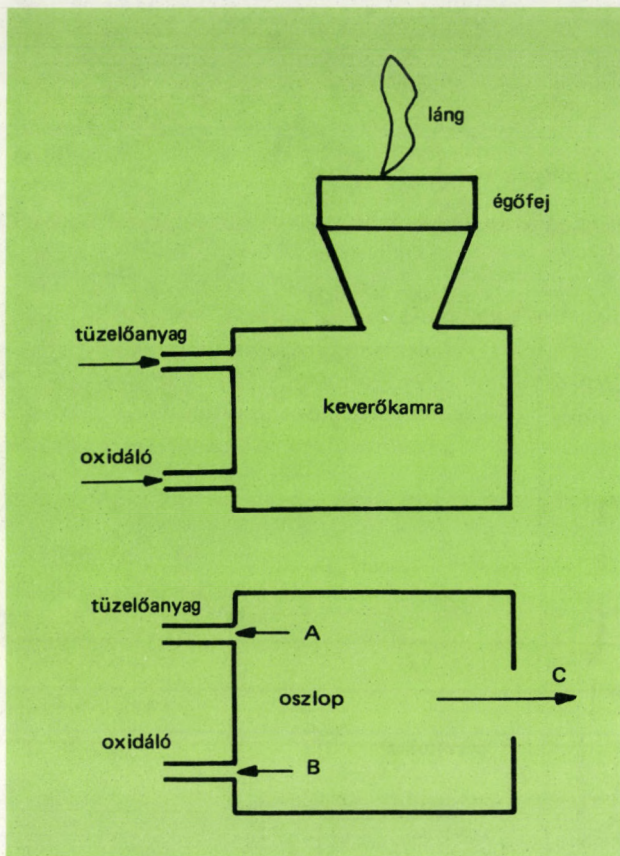
2. Tételezzük fel, hogy a már említett gázoszlop a 4. ábrán vázolt módon keletkezik: a tüzelőanyag az *A*, az oxidáló pedig a *B* nyíláson keresztül lép be nyomás alatt az oszlopba (a keverő kamrába), míg a kilépés a *C*-vel jelzett változtatható nagyságú nyíláson át történik, a belépő gázok nyomásától függően egy bizonyos sebességgel, amit *áramlási sebességnek* nevezünk el. Ez tehát – a tüzelőanyag nyomásától,  
– az oxidáló nyomásától,

– a *C* kilépő nyílás keresztmetszetétől függ. Nyilvánvaló, hogy e három mennyiség értékének változtatása közvetlenül változtatni fogja az áramlási sebességet. Ha pl. a tüzelőanyag és az oxidáló nyomásának beállításával olyan acetilén-levegő keveréket hozunk létre az oszlopban, amelynek kiáramlási sebessége  $100 \text{ cm/s}$ , és a keveréket a *C* kiáramló nyílásánál meggyújtjuk, akkor az acetilén-levegő  $160 \text{ cm/s}$ -os égési sebessége miatt a láng a nyílástól az oszlop belseje felé  $60 \text{ cm/s}$  sebességgel

Az atomabszorpciós spektrofotometriában használatos lángok hőmérsékleti adatai

6. táblázat

gázkeverék		keletkező hőmennyiség W	gyújtási hőmérséklet °C	láng-hőmérséklet °C	láng-sebesség cm/s
F	O				
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	levegő	1,4	510	1935	82
H <sub>2</sub>	levegő	2,1	530	2045	440
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	levegő	3,5...7,0	350	2125	160
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	7,0...10	400	2955	180
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	–	335	3100	2480



3. ábra. A keverőkamra elvi vázlatja (fent)

4. ábra. A gáznyomás kialakulása (lent)

halad, vagyis meggyújtáná az oszlopban levő éghető keveréket és robbanást idézne elő.

A *visszarobbanás* megakadályozására növelni kell a tüzelőanyag, vagy az oxidáló nyomását, vagy csökkenteni a C nyílás nagyságát mindaddig, ameddig a keverék áramlási sebessége el nem éri a 160 cm/s értéket. Ekkor a lángsebesség és a kiáramlási sebesség azonos értékű lesz és a láng a C nyílásnál marad. Tovább növelve például valamelyik gáz nyomását, 200 cm/s áramlási sebességet állítunk elő, akkor az előbbieket szerint a láng 40 cm/s sebességgel eltávolodik a C nyílástól.

Nyilvánvaló, hogy célunk az előző beállítás tartósítása, mert ekkor kapunk üzembiztos lángot a C nyílásnál (tehát az égőfej felületén). Ha acetilén-levegő lángról acetilén-N<sub>2</sub>O keverékre akarunk áttérni, növelnünk kell az acetilén nyomását, hogy a 180 cm/s sebességet el tudjuk érni (adott C keresztmetszetű nyílás mellett). Így a korábbi beállítástól eltérő 20 cm/s-os sebességkülönbséget, amely visszaroobbanást okozna, ki tudjuk küszöbölni. Tehát az egyik lángfajtáról a másikra való áttéréskor az acetilén nyomását (áramlási sebességét) meg kell változtatnunk.

A rosszul megválasztott áramlási sebesség okozta visszaroobbanás mellett roobbanás keletkezhet a keverőkamrában felgyülemlt gázkeverékben akkor is, ha annak hőmérséklete meghaladja a *gyújtási hőmérsékletet*. A ke-

verőkamra általában fémesen érintkezik az égőfejjel, amelynek felső vége közel láng hőmérsékleten van. Lényeges tehát, hogy az égőfej, a keverőkamra, valamint az azt tartó szerkezet tömege, anyaga, felépítése, hőleadó felületeit úgy tervezzék meg, hogy a felesleges hőmenyiséget le tudja adni és a keverőkamra hőmérséklete ne tudja megközelíteni a gázkeverék gyulladási hőmérsékletét. Ez egyik oka annak, hogy a *különböző lángfajtákhoz különböző égőfejeket* alkalmazunk.

A lángspektrofotométerek üzemeltetése során *három olyan időszakot* tudunk megkülönböztetni, amikor visszaroobbanással számolhatunk:

- a) a láng begyűjtésakor,
- b) égő láng esetén és
- c) a láng kioltásakor.

a) A műszer bekapcsolása után, a gáz áramlásának megindulásával elkezdődik a gázvezetékek és a keverőkamra feltöltése. Legkevesebb egy s szükséges ahhoz, hogy a megkívánt nyomás- és áramlási viszonyok kialakuljanak. Ha ennél az időnél hamarabb próbáljuk meggyújtani a lángot, a lángsebességnél kisebb áramlási sebesség miatt visszaroobbanás következik be. Az újabb típusú készülékekben ezt a késleltetést már az automatikus üzemmód biztosítja.

b) Ha már égő láng esetén következik be a visszaroobbanás, akkor ennek kétféle oka lehet:

1. vagy a tüzelőanyag, vagy az oxidáló gáz nyomása, vagy áramlási sebessége csökken;
2. az égőfej és a keverőkamra hőmérséklete elérte a keverék gyújtási hőmérsékletét.

Az első ok a következő hibásodásokból származhat:

- lyuk keletkezett a gázvezetéken, a gáz elszökik,
- a nyomásszabályozó meghibásodott (pl. a gumimembrán elszakadt),
- a gáz szennyezett és a vezetékbe bekerült pizok elzárta a gáz útját,
- kifogyott a gáz a palackból, leesett a nyomása.

Az oxidáló gáz nyomásának, ill. áramlási sebességének hirtelen csökkenését N<sub>2</sub>O használata esetén az előbb elmondottakon kívül a jégképződés is okozhatja. Ha az áramlási sebesség nagy, a nyomásszabályozó túszelepénél a N<sub>2</sub>O lehil és jéggé fagy, elzárva a gáz áramlásának útját. A védekezés a lefagyás ellen többféle lehet. Egyrészt vannak olyan nyomásszabályozók, amelyekben nincsen útszűkület és ezért az N<sub>2</sub>O nem tud lefagyni. Gyakoribb az a megoldás, hogy 40...50 W teljesítményű fűtőspirált tekernek a nyomásszabályozóra, vagy egy 150 W-os infralámpát mintegy 20...30 cm magasan helyeznek fölé, a nyomásszabályozót és környezetét melegen tartják. Fontos tehát N<sub>2</sub>O használata esetén a fűtés megoldásáról időben gondoskodni és a gázáramlás megindítása előtt bekapcsolni.

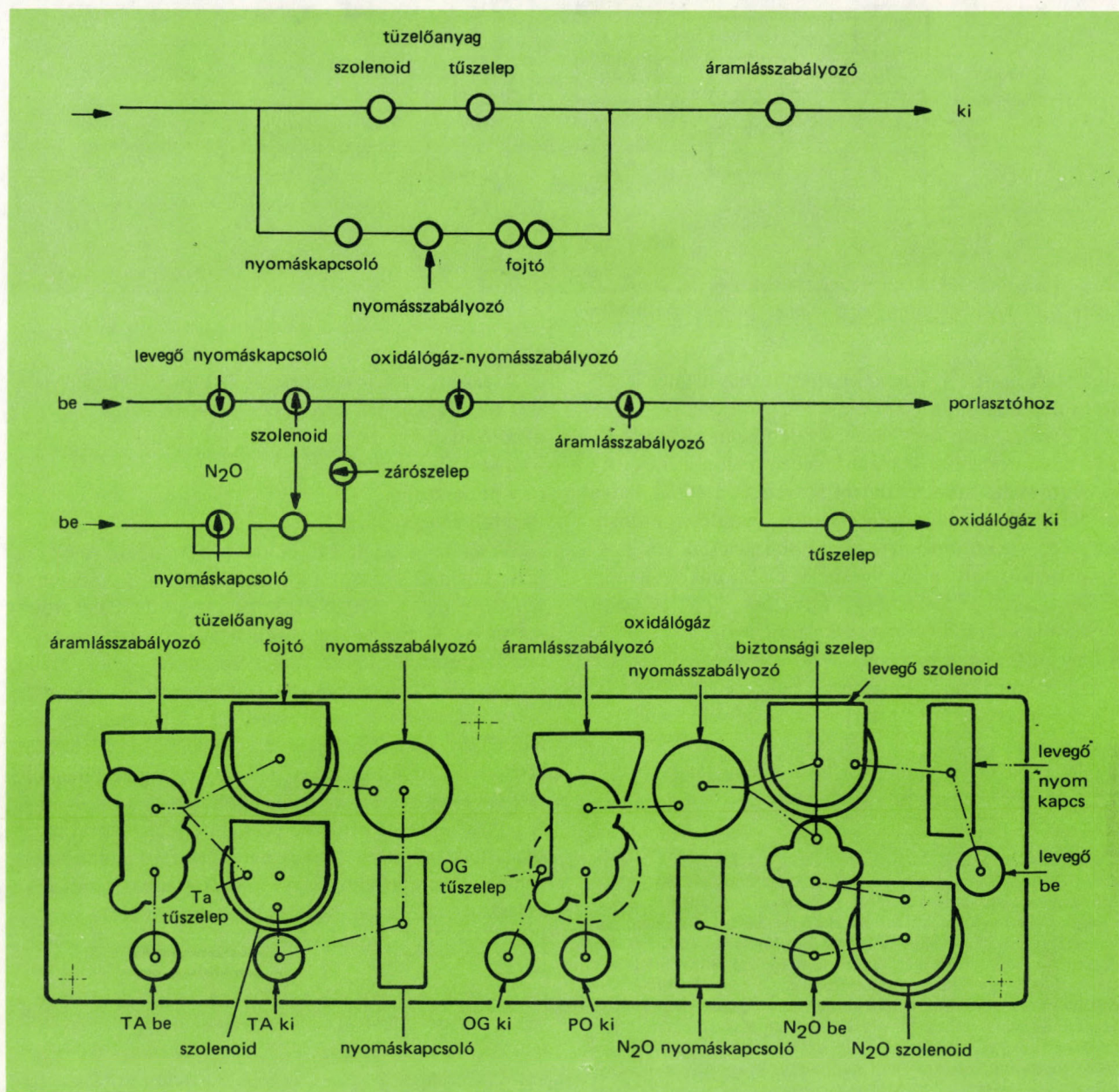
c) A láng kioltásakor bekövetkező visszaroobbanás oka a tüzelőanyag, vagy oxidáló gáz nyomásának, vagy áramlási sebességének lassú csökkenése lehet, azaz az áramlási sebesség a lángsebesség értéke alá csökken. Ennek kiküszöbölésére a láng kioltását a tüzelőanyag-gáz elzárásával kell kezdeni. Erre a célra a legtöbb műszernél (elektromágneses) szelep van beépítve.

## A lángrendszerek kialakításának megoldásai

A továbbiakban a gázrendszerek megvalósítását mutatjuk be néhány példán keresztül. Példáinkban két, hazánkban jól ismert cég, a Varian és a Perkin-Elmer rendszerei szerepelnek. Mindkét cég gyárt kézi és automatikus szabályozó gázkamrával ellátott spektrofotométereket.

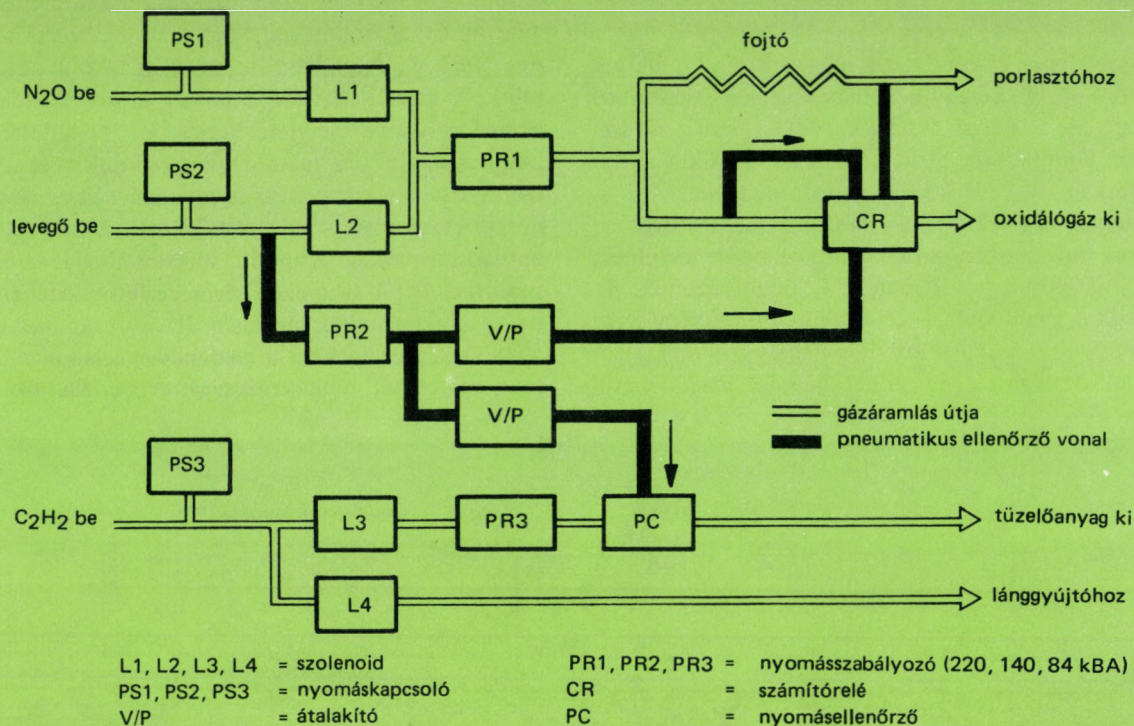
A Varian cég X75 típusú készülékeibe egységes, új rendszerű automatikus működésű gázkamrát szerelnek. A gáz útját a gázrendszerben a 5. ábrán vázoljuk. Az automatikus gázmodulban két alumínium ötvény közé behelyezett profilgumi vezeti át a szabályozókon a gázokat. A külső oldalra, a műszer hátulján, jól hozzáférhető-

en vannak elhelyezve a szelepek, az azokat mozgató szolenoidok, a nyomáshatárt érzékelő Bourdon-csövek. A gyár utasítása értelmében a gázmodul szétszerelése szigorúan tilos, ha meghibásodik, az egész modult ki kell cserélni. A szerviz lehetősége is csak a szolenoidok, ill. a Bourdon-csövek cseréjére terjed ki. Tekintettel arra, hogy a modul ára mintegy kétezer dollár és a gázok szennyeződése könnyen tönkre teheti, célszerű a gáz minőségi előírásokat – amelyekről korábban szó volt – szigorúan megtartani. A modul vázlatos ábráját az 6. ábrán mutatjuk be. A gázmennyiségek beállított értékét digitális kijelzőkön tudjuk leolvasni. Itt helyezkednek el azok a LED-ek, amelyekkel a gázrendszer állapotát, a rendszer működését, hibamentességét ellenőrizhetjük. Áram-



5. ábra. Varian rendszerű gázkamra (gázbox) vonalábrája (fent)

6. ábra. Varian rendszerű gázkamra (gázbox) sematikus vázlat (lent)



7. ábra. Perkin-Elmer automata gázkamra (gázbox) vonalvázlata

kimaradás esetén a műszer visszarobbanás-mentes leállítását telep biztosítja.

A Perkin-Elmer cég három gázrendszert alakított ki, ezek az automatizáltság mértékében különböznek. Az ún. Automatic Burner Control System-et a 4000, illetve az 5000 típusú mikroprocesszoros vezérlésű atomabszorpciós spektrofotométerekhez fejlesztették ki. A 7. ábrán bemutatott, pneumatikus és elektronikus ellenőrzéssel ellátott rendszert úgy tervezték, hogy a gázok mindaddig nem tudnak rajta áthaladni, amíg:

- a) a nyomás nem megfelelő,
- b) az ürítőrendszer nincs helyesen bekötve,
- c) a folyadékcspada nem tartalmaz megfelelő mennyiségű vizet, és
- d) nem a megfelelő égőfej van elhelyezve a lángtérben és az *interlock* (gázszilip) nincs bekötve.

A méréshez szükséges gázmennyiségeket a billentyűzeten állítjuk be. Amint a 7. ábrán is láthatjuk, a gázrendszert úgy tervezték, hogy a porlasztón keresztül előre beállított, állandó mennyiségű oxidáló-gáz halad át. Az égőfejbe bekerülő oxidáló gáz mennyisége kisebb a billentyűzeten beadott gázáramlási értéknél, mert a porlasztóba jutó gáz mennyisége ezt csökkenti. A két gázmennyiség egymáshoz viszonyított nagyságát a Perkin-Elmer készülékeknél egy számító relé állítja be, a beadott összértéktől függően. A rendszerben természetesen van visszarobbanást (pl. áramkimaradás esetén) megakadályozó kapcsolási kör. Az elektronika memóriarendszere – az alpműszer központi számítógységének segítségével – biztosítja a hibamegállapítás biztonságát és gyorsaságát azzal, hogy a gázbox megjelenítőjén hibakóddal jelzi a helytelen működést.

A gázrendszer további része: az égőfej-porlasztó rendszer tulajdonképpen négy részből tevődik össze:

- a) az égőfejből,
- b) a keverőkamrából,
- c) a porlasztóból,
- d) a folyadékcspadából.

Az *égőfej* alakját, a fej hosszát, a fejen levő rések számát, valamint anyagát a visszarobbanás megakadályozásán kívül úgy alakítják ki, hogy maximális lángkeresztmetszetet biztosítson az optikai sugármenetben. Így a lángba bekerülő anyag maximális hatást tud kifejteni. Gyakorlati szempontból arra kell figyelni, hogy a fej olyan magasságot érjen el, amellyel a sugárutat még nem fedi el. Az adott lángfajtaéhoz a megfelelő, vagy nagyobb hőmérsékletet kibíró fejet kell használnunk. Ellenkező esetben a fej, különösen pedig annak rései károsodnának. A fejhez rögzített zárószerszék (interlock) ellenőrzi választásunk helyességét, mert helytelen fej esetén ez vagy nem csatlakoztatható, vagy az elektronikus rendszeren keresztül zárja a gáz útját és megakadályozza a benyújtást. Ezeket a biztonsági kötéseket szigorúan tilos leszerelni.

Az égőfejen levő *réseket* tisztán kell tartani, mert a visszamaradó szennyeződés mérési eredményeinket befolyásolja. A rések kiképzése igen kényes, ezért tisztításukat óvatosan, a gyártó cég gépkönyvének utasítása szerint végezzük el. Ha a szélük deformálódott, az égőfejet ki kell cserélni, mert a láng egyenetlenné válik, és a mérés-

sek reprodukálhatatlanok lesznek. Néhány cég (pl. a Beckman) szállít olyan égőfejeket, amelyekben a rések betétekként vannak kiképezve és cserélhetők a gyári előírások szerint.

A *keverőkamra* célja kettős: egyfelől feladata a tüzelőanyag és oxidáló gáz megfelelő összekeverése, másfelől pedig a porlasztón keresztül felszívott anyagnak a gázkeverékben való egyenletes keverése. A keverőkamrák mérete, nagysága sokféle, általában 5...10 cm hosszú, 3...5 cm átmérőjű üreges fémöntvények. A gáz és a felszívott anyag pl. *keverőszárnyal* is összekeverhető (Perkin-Elmer), amely kémiaiilag rezisztens műanyaggal van bevonva, hogy a mérést ne befolyásolja (8. ábra).

A *porlasztók* szétszerelhetők, jól tisztíthatók (9. ábra). A mérések befejeztével 2...3 min-ig desztillált vizet kell átszívni, hogy a visszamaradó szennyeződést eltávolítsuk. Az égőfej-porlasztó rendszer csatlakozási helyein a gumi tömítőgyűrűket időnként cserélni kell, hogy a szivás értéke megfelelő maradjon.

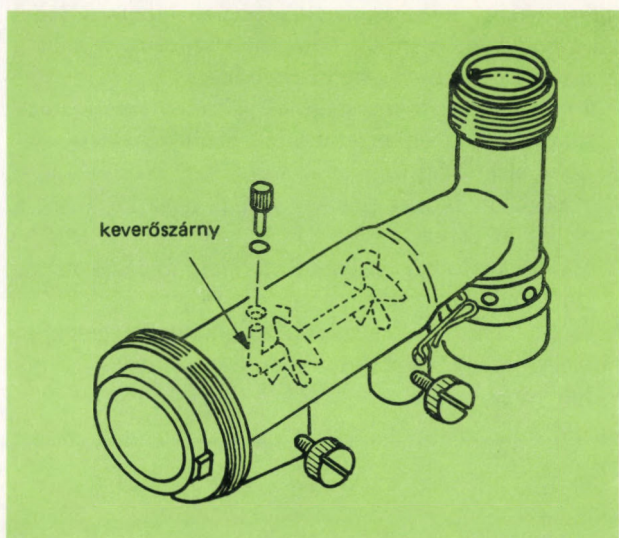
A *folyadékcsapdákat* korábban egy csőhurok és a kifolyó folyadékot felfogó vödör képviselte. A modern készülékekhez szállított folyadékcsapdák vízszintjét elekt-

ronikus szintjelző érzékeli és folyadékhiány esetén a műszer elektronikája reteszeli a gázok útját. Egy korszerű megoldást (Perkin-Elmer) a 10. ábrán mutatunk be.

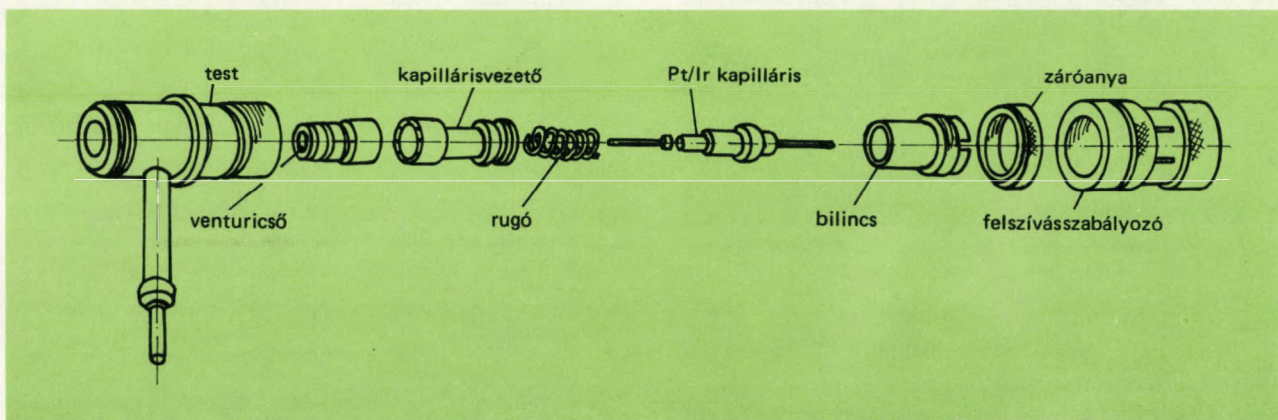
### Gyakorlati tanácsok atomabszorpciós spektrofotométer gázútvonalának kiépítéséhez

Befejezésül felsorolunk néhány gyakorlati tudnivalót, hogyan célszerű a gázútvonalat kiépíteni. A gáznak a gázpalacktól a műszerig történő elvezetése látszólag könnyen megoldható, mégis számos problémával kell számolnunk. Célszerű a műszer rendelését már előzetesen úgy összeállítani, hogy az a nyomákszabályozókat, a kellő hosszúságú (és anyagú) vezetékeket és a csatlakozókat is tartalmazza, mert hazai beszerzési források nincsenek. Szerelésnél ügyeljünk a következőkre:

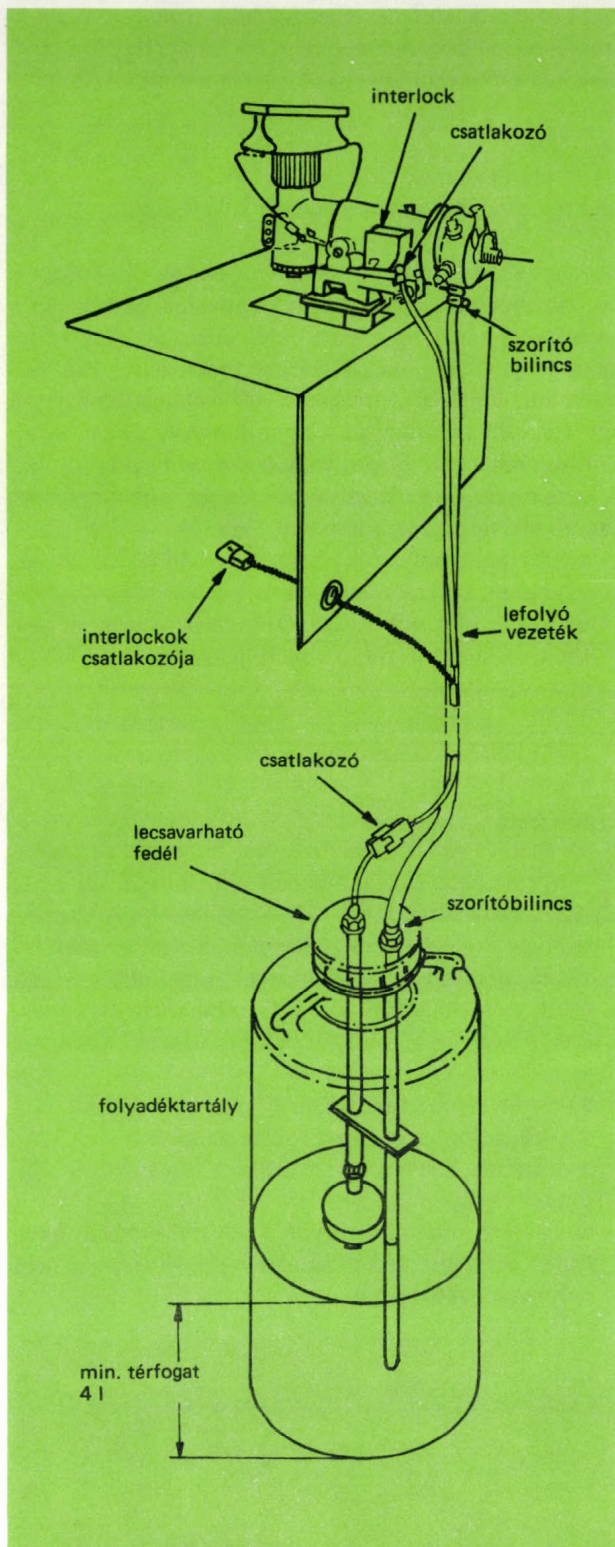
- a nyomákszabályozók bal- illetve jobb menetűek, egymással nem cserélhetők fel;
- nemzetközileg elfogadott, hogy a piros szín az acetilén, a kék a  $N_2O$ , a fekete jelölés pedig a levegő útvonalat jelenti;
- a nyomákszabályozók és egyéb csavaros csatlakozók tömítéséhez használjunk teflon szigetelő szalagot;
- a csatlakozókat ne húzzuk túl, de ne maradjanak lazán sem;
- az acetilén-gáz útvonalában tilos réz csöveket, szerelvényeket használni, a használt csövek legfeljebb 65 % rézet tartalmazhatnak. Fémezüst és higany szintén robbanás okozhat; ezért legjobb az acetilén továbbítására rozsdamentes acélcsöveket használni;
- mint már említettük, a  $N_2O$  regulátorát melegíteni kell; fűtését még a műszer bekapcsolása előtt indítsuk el;
- az  $N_2O$  útvonalában olajnak még nyomokban sem szabad előfordulnia, mert robbanást okoz;
- a vízcsapda, illetve a levezető hurok legyen vízzel mindig feltöltve;
- az égőfejet pontosan tegyük a helyére, és a biztonsági kötéseket (interlock) minden esetben a megfelelő helyre csatlakoztassuk;



8. ábra. Keverőkamra kiképzése (Perkin-Elmer megoldás)



9. ábra. Porlasztó szétszerelve (Varian megoldás)



10. ábra. Folyadékcsapda és kapcsolata az égőfejvel (Perkin-Elmer megoldás)

- az elszívót a láng begyűjtése előtt indítsuk be, hogy az égéstermékek eltávozhassanak;
- a mérések befejeztével a gázcsapokat és a palackokon levő csapokat zárjuk le.

A gázpalackok a falon kívül, a szabadban is tárolhatók. Célserű a levegőkompresszort más helyiségben, vagy falon kívül elhelyezni, mert működése nagy zajjal jár. A levegőút vonal szűrőjét viszont jó hozzáférhető helyre tegyük, hogy a rendszeres tisztítása könnyen elvégezhető legyen. A gázvezetékek csatlakozásainak szivárgását időnként ellenőrizni kell pl. szappanos vízzel. A nyomásszabályozók javításával ne kísérletezzünk, hibásodás esetén cseréljük le azokat. Az elszívórendszereket vagy magunk készítjük, vagy megrendelhetjük. Ajánlatos és biztonságos, ha ezeket a műszerrel együtt vesszük meg. Saját tervezéshez használjuk fel a labor kiképzésére adott előzetes prospektusban vagy a gépkönyvben megadott méreteket. Figyeljünk arra, hogy:

- az elvezető kürtő és cső éghetetlen anyagból készüljön,
- a cső átmérője mintegy 15 cm legyen,
- a motor teljesítményére  $6 \text{ m}^3/\text{min}$  kívánatos,
- a motort a lángtértől  $4 \dots 6,5 \text{ m}$ -re építsük be, mert a kürtő torkában  $300 \dots 350 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $2,4 \text{ m}$ -re  $160 \dots 180 \text{ }^\circ\text{C}$  várható. A motor  $4 \dots 6 \text{ m}$ -re már csak  $50 \dots 80 \text{ }^\circ\text{C}$ -nak lesz kiteve.

Végül néhány gondolatot arról, mit csináljon hiba esetén a műszer kezelője, és mit hagyjon a szervizre. Van-  
nak feladatok, amelyeket feltétlenül a szerviz kiképzett szakembereire kell bízni. Ilyenek:

- a gázrendszerben keletkező hibák,
- az elektronikán belüli meghibásodások,
- a belső optikai rendszer szabályozása és tisztítása.

Tehát minden „belső” hibát, amelynek javítása a műszer burkolatának megbontásával jár együtt, bizzuk feltétlenül a szervizre. A műszer kezelője viszont ne sajnálja a fáradságot, hogy rendszeresen ellenőrizze:

- a műszer teljesítőképességének változását, mert annak romlásából következtetni lehet bizonyos elhasználódásra, elállítódásra,
- a gázrendszer zárt (intakt) voltát: van-e szivárgás, a csapok jól zárnak-e stb.,
- a külső biztonsági helyek (interlock, folyadékcsapda stb.) rendben vannak-e.

A fenti ellenőrzések elengedhetetlenül szükségesek az atomabszorpciós spektrofotométerek biztonságos működtetéséhez.

#### Irodalom

- [1] Guidelines for the Purity and Handling of Gases Used in Atomic Absorption Spectroscopy. Ed. by Scientific Apparatus Makers Association. Washington, [é.n.], 4 p.
- [2] Preparing Your Laboratory for Perkin-Elmer, Norwalk, 1980. Ed.no: L-301E, 12 p.  
*Beatty, R.D.*: Concepts, Instrumentation and Techniques in Atomic Absorption Spectrophotometry. Perkin-Elmer, 1978. 42 p.
- [3] Instruction for FLM 3 Flame Photometer. Radiometer [é.n.].
- [4] *Amos, M.D. (Ed.)*: Basic Atomic Absorption Spectroscopy. A Modern Introduction. Varian [é.n.]
- [5] *Price, W.J.*: Analytical Atomic Absorption Spectrometry. London, Heyden, 1972.
- [6] *Lwow, B.V.*: Atomic Absorption Spectrochemical Analysis, London, Hilger, 1970.
- [7] *Slavin, W.*: Atomic Absorption Spectroscopy. New York, Interscience, 1968.
- [8] *Kirkbright, G.F.-Sargent, M.*: Atomic Absorption and Fluorescence Spectroscopy, London, Academic Press, 1974.

## Belső menetek képlékeny alakítási folyamatának vizsgálata nagysebességű filmtechnikával

SZENDER LÁSZLÓ—VÉKONY SÁNDOR

*A cikkben a szerzők az anyamenetek képlékeny alakításának különleges filmtechnikával történő vizsgálatát mutatják be. Ismeretlik a korábban alkalmazott képlékeny menetfúró szerszámok különböző fajtáit és összehasonlítják az új, harmonikus sokszög-profilú alakító szerszámokkal. A vizsgálatok elvégzéséhez segítséget nyújtott az MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat Országos Kutatófilm Központja.*

*Л. Сендер—Ш. Веконь: Исследование процесса пластического образования внутренних нарезок путем кинотехники большой скорости*

V статье авторы описывают особый метод пластического образования гаечных нарезок путем кинотехники. Приводят ранее применяемые, различной формы, пластичные винторезы и сравнивают их с новыми, равномерными, многоугольного профиля, создаваемыми инструментами. Проведению испытаний содействовала Служба приборов и измерительной техники Академии Наук Венгрии, Центр исследовательских фильмов ВНР.

*L. Szender and S. Vékony: Investigation of the Plastic Deformation of Female Threads by High-speed Film Technique*

Using their results obtained with the high-speed film technique, the authors compare formerly used taps for plastic deformation with new taps of harmonic polygonal profile. The experiments were carried out in co-operation with the National Research Film Centre of the Instruments and Measuring Service of the Hungarian Academy of Sciences.

MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI KÖZLEMÉNYEK  
1981. 31. sz. p. 37—41.

A csavarmenet a műszaki gyakorlat egyik legerjedtebb szerkezeti elme. A gépeknél és más berendezéseknél is szinte kivétel nélkül valamilyen formában megtaláljuk a csavarmeneteket. A gyártásra kerülő menetes szerkezeti elemek növekvő száma, a különleges minőségű anyagok — nagyszilárdságú, korrózió- és hőálló acélok, valamint különleges színes- és könnyűfém ötvözetek — alkalmazási arányának növekedése, a megmunkálások automatizálása a menetmegmunkálások korszerűsítését, a gyártás gazdaságosságának fokozását igénylik.

A külső menetek termelékeny és gazdaságos megmunkálását az iparban általában képlékeny-alakítással végzik. A vitathatatlan előnyök ellenére sem követte azonban a belső menetek megmunkálásánál az anyagválasztás nélküli alakítással történő menetgyártás elterjedése.

A belső menetek képlékeny-alakítással történő megmunkálása terén az 1950-es évek második felétől lehet jelentős eredményekről beszámolni. A kereskedelmi forgalomban több típusú, belső menetek képlékeny-alakítására alkalmas alakító menetfúró kapható. Mindezek ellenére a képlékeny alakítási technológia a belső menetek gyártásánál nem honosodott meg, mert az alakító menetfúrók igen drágák és még részben ismeretlenek az alakítási folyamat optimális paraméterei.

A Nehézipari Műszaki Egyetemen kifejlesztett sokszög-megmunkológépekkel az anyamenetek képlékeny alakításához szükséges optimális konstrukciójú alakító menetfúrók gazdaságosan gyárthatók. Azt, hogy milyen az optimális alakító menetfúró egyrészt számítással, másrészt a menetalakítás folyamatának vizsgálatával lehet meghatározni.

Az anyamenetek képlékeny-alakítására kifejlesztett szerszámok kialakítása hasonlít a forgácsoló menetfúró szerszáméhoz (1. ábra). Azonban ezeknél elhagyták a hosszanti hornyokat, melyek szerepe a forgácsoló menetfúrónál a forgácsoló él kialakítása és a keletkező forgács elvezetése.

A szerszámok tengelymetszeti és keresztmetszeti kialakítása nagy mértékben befolyásolja a menetalakítási folyamatot. Az alakító menetfúrók keresztmetszeti kialakítás szempontjából lehetnek:

- körkeresztmetszetre vágott csonkított menetű szerszámok (1. ábra *a* szerelvény),
- körkeresztmetszettől eltérő teljes menetű szerszámok (1. ábra *b-c-d* szelvény).

A csonkított menetű szerszámok használatakor a alakítás során az alakítási szög nagy, negatív értékű (1. ábra a szelvény), mely kedvezőtlen. A harmonikus profilú, teljes menetű szerszámok alakító része menetalakítás során a munkadarab relatív koordináta rendszeréből nézve sugárirányban hatol be a munkadarabba, így a szerszámok használatakor a nyomatékigény lényegesen kisebb, mint a csonkított, hengeres menetű szerszámok alkalmazásakor.

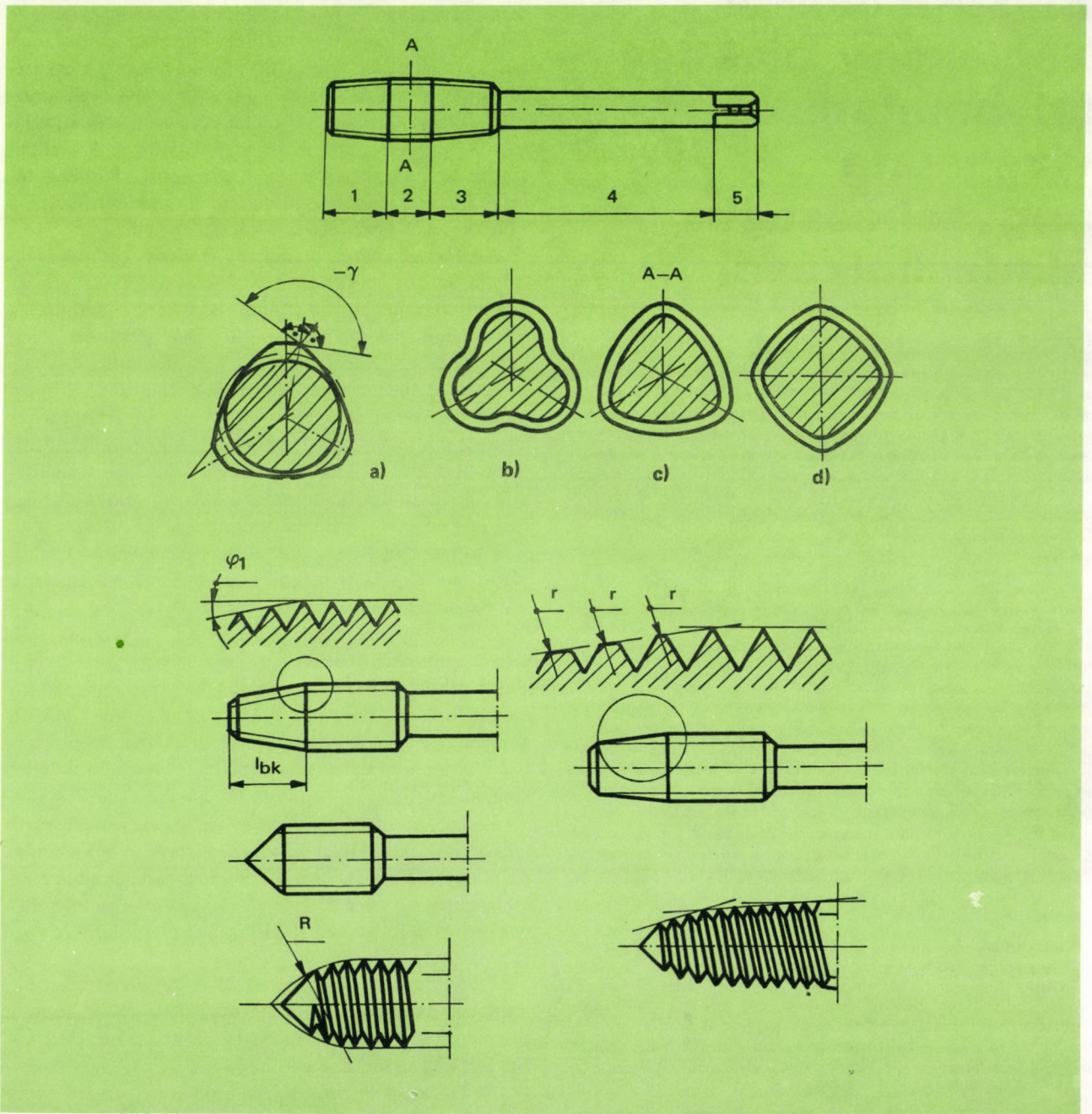
A szerszámok keresztmetszeti kialakítása mellett lényeges a bekezdő rész helyes megtervezése, mert az mind

a kialakítandó profil alakját, mind a menetalakítás nyomatékigényét jelentősen befolyásolja.

Az ismert alakító menetfúrók bekezdő része igen eltérő (2. ábra). Jellemző bekezdőrész kialakítások:

- kúpos (kis és nagy kúpszögű),
- kör, ellipszis vagy parabola palástú forgásidom,
- kis kúpszögű, egyenes vagy rádiuszos letöréssel készített kúp,
- törtvonalú kettős kúp és
- ezek kombinációjából képzett, menetes felületek.

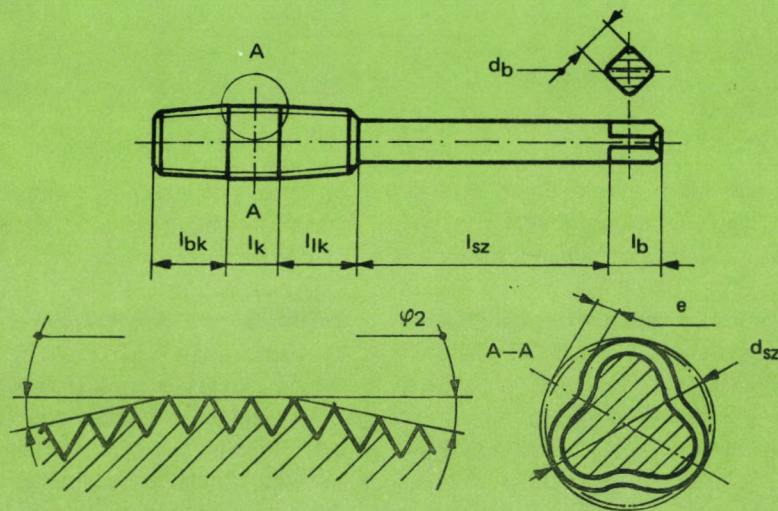
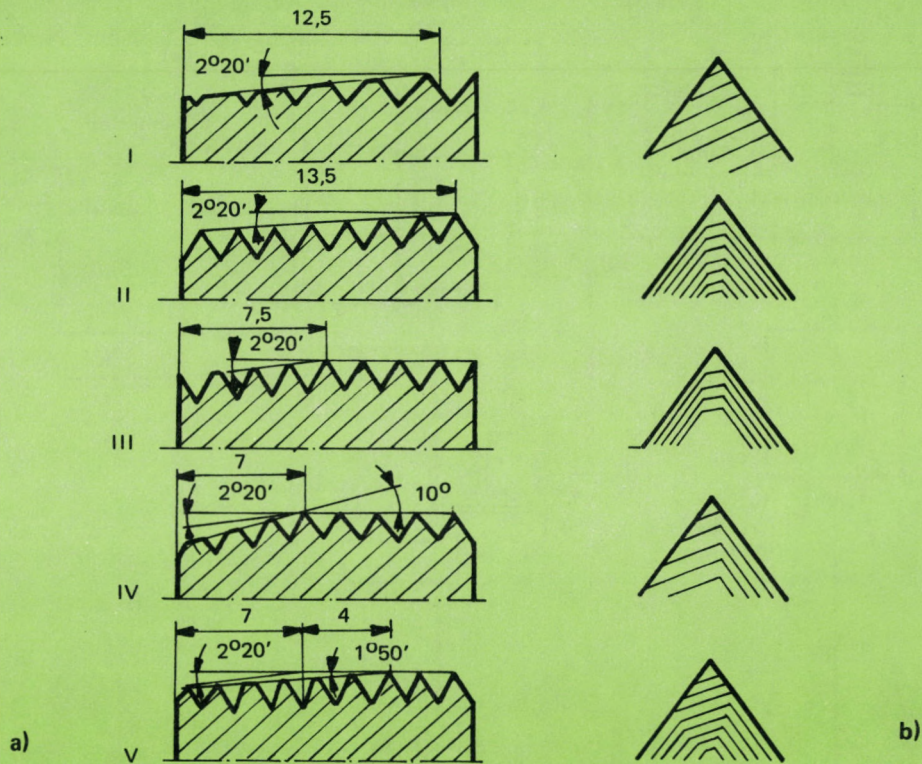
A bekezdő kúp a  $\varphi_1$  félkúpszög és az  $l_{bk}$  kúphossz mé-



1. ábra. Alakító menetfúró általános kialakítása: 1–bekezdőrész; 2–kalibráló rész; 3–hátsó kúp; 4–szerszámszár; 5–befogó rész (fent)

2. ábra. Jellemző bekezdő rész kialakítások (lent)



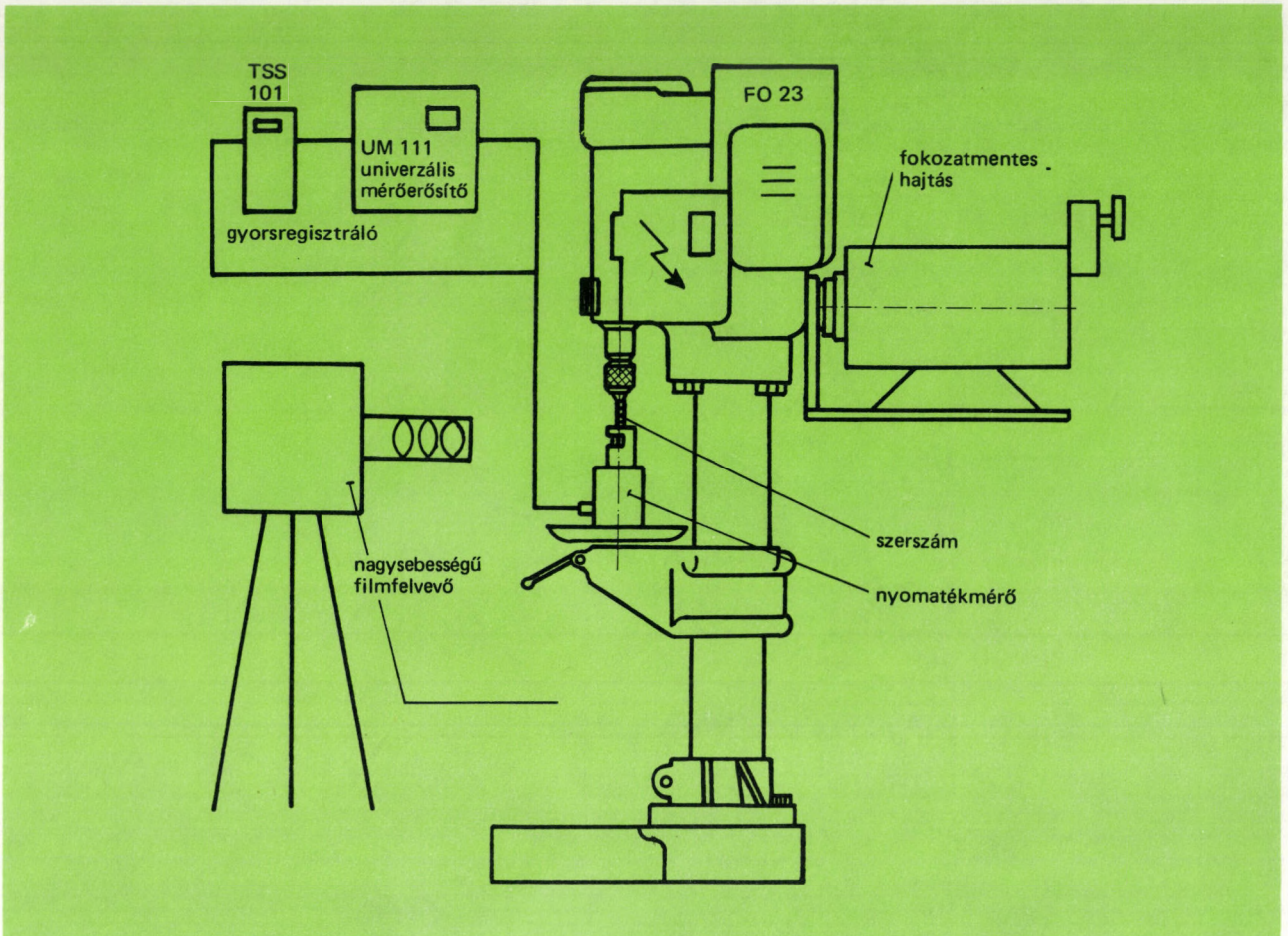


3. ábra. Szovjet szerszám kialakítások: a) bekezdő kúp kialakítások, b) a profil képzése, c) a kialakított saját szerszám és keresztmetszete

retekkel jellemezhetők. Szovjet kutatók a 3. ábrán látható szerszámokkal végeztek kísérleteket.

A képlékeny alakítás optimalizálásához a szerszám geometriai jellemzőin túlmenően az anyamenetek előfúratátmérőit, a megmunkálás technológiai paramétereit is meg kell határozni. Mind a megtervezett szerszám, mind az alakítási folyamat valós minősítése megmunkálási kísérletekkel történhet.

Az alakító menetfúrás folyamata – mint általában az anyagalakítások – nagysebességgel lejárászódo folyamat, ezért a megfigyeléséhez speciális technika alkalmazása szükséges. Az összetett jelenség jellemzői közül a szerszám és munkadarab közvetlen kapcsolatát, az alakító menetek munkáját *nagysebességű filmtechnikával*, a megmunkálás hőjelenségeit *infravörös sugárzást érzékelő kamerával* vizsgáltuk



4. ábra. A kísérlet összeállítása

Az alakító menetfűrési kísérletekhez olyan berendezést fejlesztettünk ki, amelynél a megmunkálás technológiai paraméterei a kívánt tartományban változtathatók. A munkatérben a célszerűen kialakított próbadarabok és szerszám kölcsönhatása nagysebességű filmtechnikával és termográfias berendezéssel rögzíthető. Az alakító, mérő és vizsgáló berendezés elrendezési vázlatja a 4. ábrán látható.

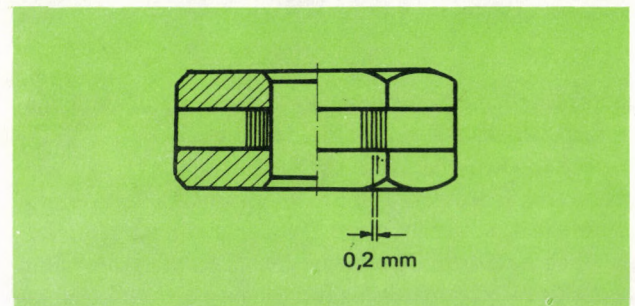
A nagysebességű filmezéshez a próbadarabot az 5. ábrán látható módon metszettük és az alakítás során deformálódó réteg mélységében 0,2 mm-ként a menettengelylyel párhuzamos jeleket készítettünk. A menet képlékeny alakítása során fellépő vonaltorzulásokból a deformációs munkára és a menetprofil szilárdsági tulajdonságára lehet következtetni.

A szerszám geometriai kialakításának befolyása a technológiai paraméterekre és a menetprofilra különösen fontos eredményeket hozott. Megállapítható volt, hogy az alakító menetszerszám bekezdő részének kiképzése egyértelműen meghatározza a menetalakítás folyamatát. Hazánkban és külföldön kifejlesztett kúpos bekezdésű alakítószerszámok bekezdő részén a menetek profilterülete (l. 3. ábra) így a képlékeny menetalakításnál a deformált anyagterefogat arányosan növekszik. Ebből adódóan

az egyes menetekre ható terhelés is változik és a legnagyobb terhelés a bekezdő rész és a kalibráló rész határán levő meneten lép fel. . . . .

Az alakító menetformák bekezdő rész meneteinek terhelése, a területegyenlőségi számítások szerint, akkor egyenes, ha a bekezdő rész tengelymetszetének profilja másodfokú egyenlettel leírható görbe (parabola).

A megmunkálási kísérletek során 3000 kép/s sebességgel filmeztük a különböző bekezdő részű alakító menetfűrőkkel az alakítási folyamatot. *Képenkénti elemzéssel* meghatározható az egyes menetek által alakított rétegek mérete. Megállapítottuk, hogy az íves bekezdő részű ala-

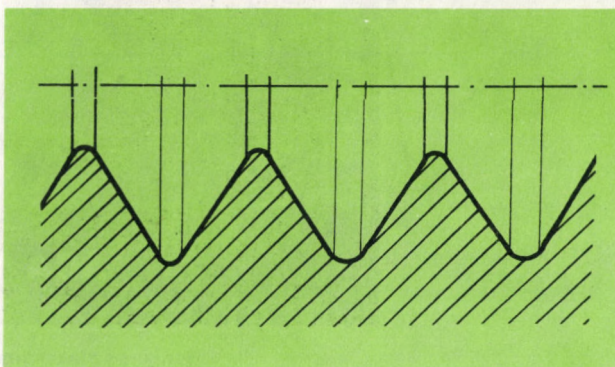
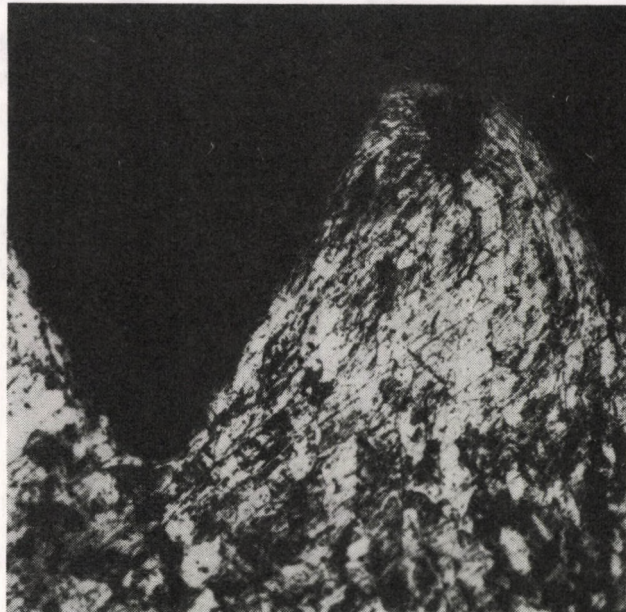


5. ábra. A vizsgált próbadarab

kító menetfúrók esetén az anyagok képlékeny alakváltozásának feltétele már az első menet munkábalépésekor kialakult és a szerszám minden menete azonos mértékű alakítást végzett.

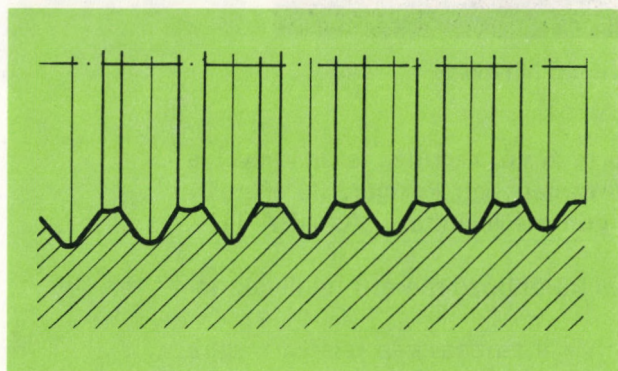
A kúpos bekezdésű alakító menetfúrókkal végzett megmunkáláskor a szerszám első menetei az anyagot vágják (forgácsolták) és csak a bekezdőrész és a kalibráló rész határán alakult ki a képlékeny alakváltozás feltétele. A helyes szerszámkonstrukcióval sem lehetett a teljes szelvényű menetprofil kialakítani, ha az anya előfurat átmérőjét kedvezőtlenül választottuk meg. Nagyobb méretű előfurat esetén a szelvény nem lesz teljes (6. ábra) vagy a csúcson „kráter” képződik (7. ábra). A helyes szerszámkonstrukcióval és előfurattal az alakított menetszelvény gyűrődésmentes és teljes lesz (8. ábra).

Az alakítási folyamat hőjelenségeinek ismerete is nagyon fontos, mind az alakított menet tulajdonsága, mind a szerszám élettartam szempontjából. Ezért a Magyar Tudományos Akadémia Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat munkatársaival AGA Termográfias berendezéssel megvizsgáltuk a különböző szerszámalkalítások, anyagok és technológiai jellemzők hatását a hőjelenségek lefolyására. Ha optimális a szerszám megválasztása és a technológia, nem jelentkezik sem a szerszámon, sem a munkadarabban kedvezőtlen hőcsúcs. A szerszám alakítómeneteinek közel azonos terhelésekor egyenletes a felmelegedés mértéke és ez kisebb, mint az alakított munkadarabé.



7. ábra. Rosszul megválasztott előfurat esetén a menetcsúcson kráter képződik

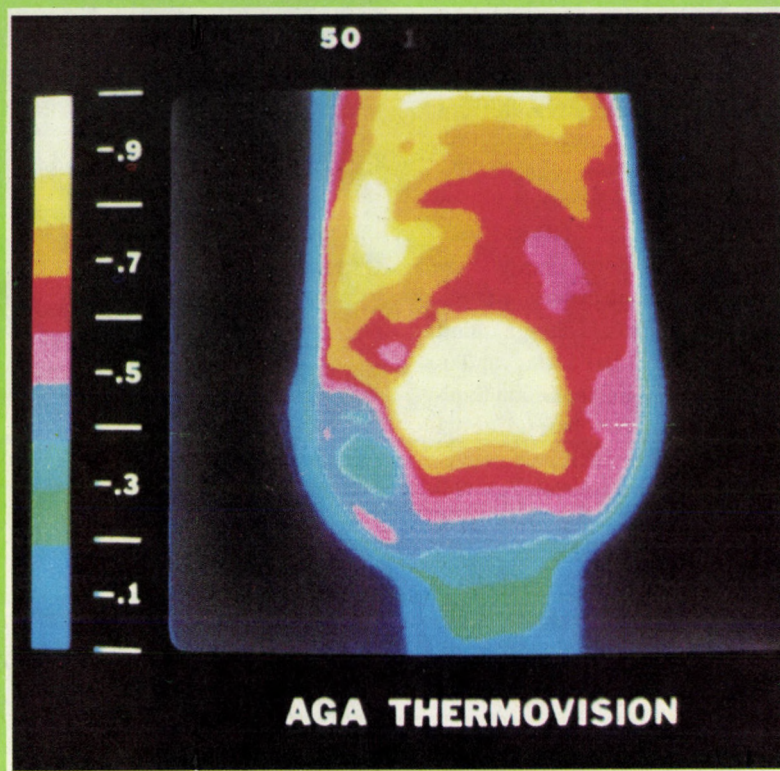
8. ábra. Helyes szerszám konstrukció és előfurat esetén az alakított menetszelvény teljes lesz



6. ábra. Nagyobb átmérőjű előfurat esetén a menetszelvény nem teljes

A nagysebességű filmtechnikával és a termográfias berendezéssel készített filmek kitüntetett részeinek kockánkénti elemzésével számos olyan új információhoz jutottunk, amelyek más ismert és eddig alkalmazott vizsgálatokkal nem szerezhetők meg, de a menetalakítási folyamat pontos és részletes tervezéséhez szükségesek.

# infratechnika



Hengeres elektromos fűtőtest hőtésképe

Az AGA Thermovision nevű, svéd gyártmányú készülék segítségével a 2–5,6 mm hullámhosszúságú sugárzástartományban kisugárzott energiát lehet láthatóvá transzformálni és képernyőn megjeleníteni. Az AGA THV berendezés főbb műszaki adatai:

- A 7–20 és 40<sup>o</sup>-os látószögű optikákkal különböző méretű felületek hőeloszlása látható.
- Az oszcilloszkóp képernyőn fekete-fehér intenzitás-kép jelenik meg, a berendezéshez kapcsolt színes monitoron 10 különböző színnel, egy időben 10 hőmérsékleti érték jeleníthető meg.
- A berendezés hőmérsékletmérési tartománya 9 érzékenységi fokozatban 8 különböző rekesznyílással –20 °C-tól +2000 °C-ig terjed. A megkülönböztethető legkisebb hőmérsékletkülönbség 0,2 °C a +30 °C körüli méréstartományban.

A színes monitorról színes negatív és Polaroid felvételek készíthetők, ezekről, megadott program alapján pontos kvantitatív értékelést lehet elvégezni.



MTA MMSZ  
ORSZÁGOS KUTATÓFILM KÖZPONT

Budapest, V. Városház u. 1.  
Levél cím: 1391 Budapest, Pf. 241.

Telefon: 186-522  
Telex: 22-6936 akamu

# Elektrotermikus atomizáló, grafitcső sugárforrás és termikusan szabályozott tápegység

Dr. PAPP LAJOS

*Bármilyen típusú atomabszorpciós készülékhez alkalmazható grafitcső atomizálót fejlesztettek ki a KLTE Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszékén. Készítettek továbbá egy olyan elektrotermikus gerjesztésre alkalmas sugárforrást, mely spektrográfhoz adaptálható, s ezzel 50 µl térfogatú mintából, szimultán 20...40 elem határozható meg µg/l kimutatási határral.*

*Д-р Л. Пapp: Электротермическая атомизатор, источник графического излучения и термически регулируемый источник питания для атомноабсорбционных и эмиссионных спектрографических испытаний*

Для Кафедры Аналитической и Неорганической химии КЛТЕ мы изготовили применяемый для любого типа атомноабсорбционного прибора атомизатор для графитной трубки. Кроме этого мы изготовили такой, пригодный для электротермического возбуждения источник излучения, который адаптировали к спектрографу, благодаря чему по образцу объемом 50 µл одновременно определяемо 20...40 элементов с показательным пределом µг/л.

*Dr. L. Papp: Thermoelectric Atomizing Unit, Graphite Source, and Thermally Regulated Power Supply for Use in Atomic Absorption and Emission Spectroscopy*

This paper describes three sophisticated equipment for use in atomic absorption and emission spectroscopy. Firstly, an atomizing unit that relies upon a graphite tube, has been designed and built for the Dept. of Inorganic and Analytical Chemistry of the Lajos Kossuth University of Sciences, and can be employed in any atomic absorption system.

MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI KÖZLEMÉNYEK  
1981. 31. sz. p. 43-47.

A nagy műszergyárak (Beckman, Perkin-Elmer, Pye-Unicam, Varian) iparilag gyártott grafitcső atomizálóit egy-egy meghatározott készüléktípushoz fejlesztették ki. Ezek általános alkalmazását mind optikai paramétereik, mind geometriai méreteik erősen korlátozzák. A KLTE Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszékén olyan új elektrotermikus atomizálót fejlesztettünk ki, mely igen flexibilis s bármilyen típusú atomabszorpciós készülékhez alkalmazható. Építettünk továbbá egy új elektrotermikus grafitcső sugárforrást spektrográfias multieleemes vizsgálatokhoz. Megfelelő hőmérséklet biztosítása esetén bármelyik berendezés alkalmazható atomizálóként (atomabszorpciós készülékekhez), ill. sugárforrásként (pl. spektrográfokhoz).

Kifejlesztettünk továbbá egy olyan elektronikus vezérlésű, programozható, termikusan szabályozott tápfeszültség forrást (plazmagenerátort), mely mindkét berendezéshez alkalmazható, s a grafitcsövek fűtését 50...3400 °C között biztosítja.

## Általánosan alkalmazható grafitcső atomizáló

Az általunk kifejlesztett berendezés az alábbi tulajdonságokkal jellemezhető. Kis geometriai méretű (átmérője 50, hossza 120 mm), s így szinte bármely típusú atomabszorpciós készülékben elhelyezhető.

A különböző gyártmányú készülékeknel az üreghatár lámpa fényét azok optikája különböző nyílásszöggel képezi le az atomforrásra, ill. az ezt követő optikai rendszerre. Berendezésünket úgy építettük, hogy bármilyen küpszöggel képezik le a fényt, abból ne (ill. jelentéktelen részt) rekeszsen ki. Ennek érdekében az atomforrást képező grafitcső hosszát 5...50 mm, furatátmérőjét 3...10 mm között egyszerűen változtathatjuk. A különböző készüléktípusokra, valamint a lángtechnikás eljárásra való áttérés 1...2 min-t vesz igénybe.

A grafitcső cseréje egyetlen mozdulattal néhány másodperc alatt elvégezhető. A grafitcsövek biztonságos érintkezését hidegen és – többszáz A áram áthaladása esetén – melegen egy előzetesen beállítható kúpos illesztés biztosítja. Ez egyben biztosítja a 3000 °C hőmérséklet fölött izzó – csökkent mechanikai szilárdságú – grafitcsövek kíméletes nyomását. (Meggátolja a grafitcső-

vek gyakori törését, mivel azok dilatációját pontosan követi a befogó rendszer.)

A grafitcső külső átmérője és annak vízzel hűtött háza közötti igen kis levegőtér takarékos inert gáz (Ar) felhasználást eredményez. A készülék hűtőrendszerét éppen ezért rendkívül gondosan kellett megtervezni, mivel mindössze néhány mm távolságra van egymástól a 3400 °C-on izzó grafitcső és a közel hermetikusan záró, vörösrézről készült grafitcsőház.

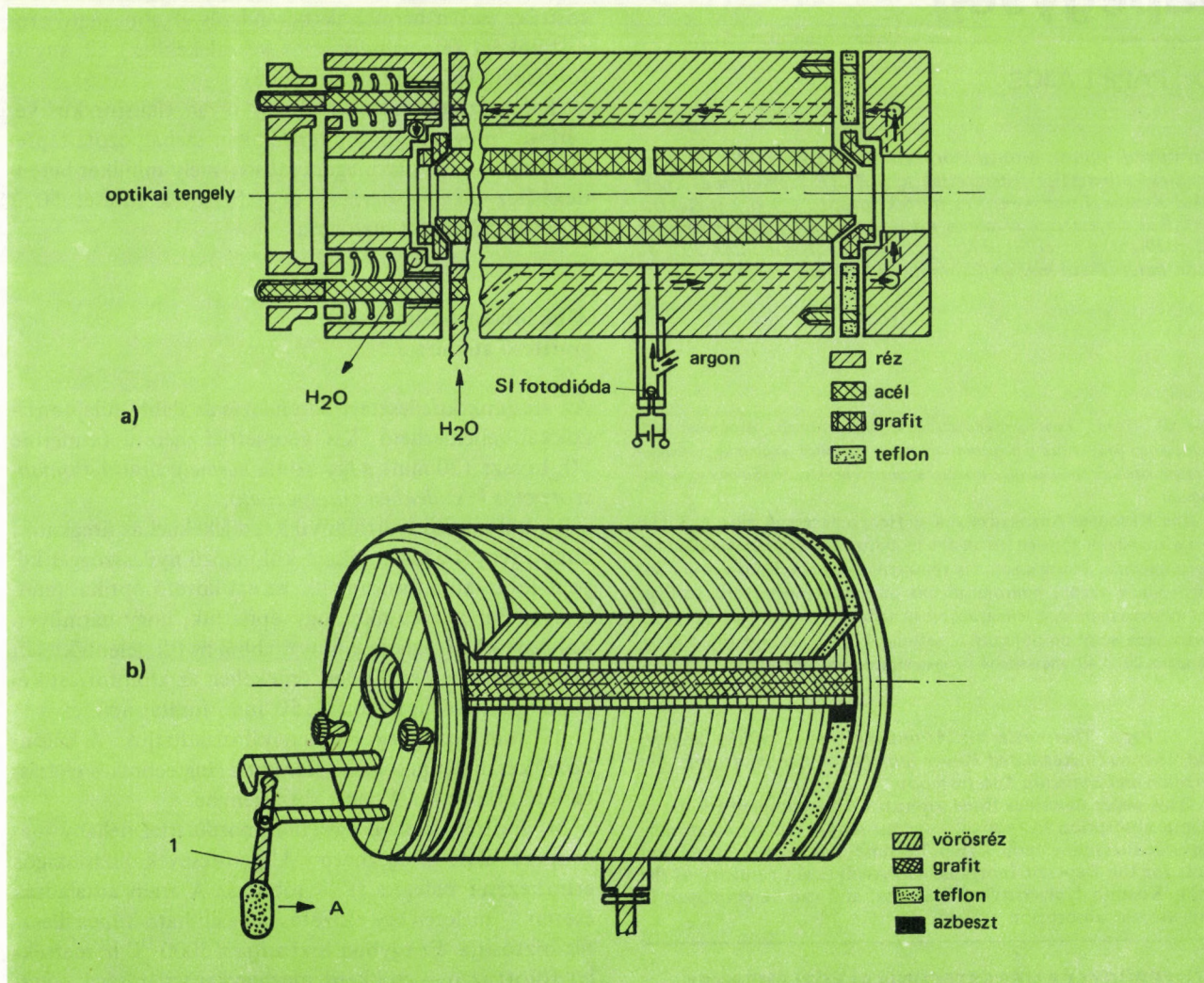
A fenti fontosabb tulajdonságokkal jellemezhető grafitcső atomizáló metszetben az 1/a. ábrán, nézetben az 1/b. ábrán látható. Az elhasználdott grafitcső eltávolítása az 1-gyel jelzett kar „A” irányba történő elmozdításával eszközölhető. Ezt a kart az „A” irányba nyomva tartva, az új grafitcső behelyezhető.

A berendezés előnyei között kell megemlíteni, hogy az atomizáció hőmérsékletét nem a beállított fűtőáram alapján mérjük (mely a grafit- ill. szén-csövek ellenállásértékének szórása ill. változása miatt nagy szórással ill. hibával jár), hanem a grafitcső falának sugárzott teljesítménye alapján. Ezt egy beépített szilícium-fényelem mé-

ri. A fényelem sugárzó hőtől való védelmét (szobahőmérsékleten tartását) és felületének folyamatos tisztítását (a grafitcsőről leváló finom portól) úgy oldottuk meg, hogy az inert gázt ennek felületére vezetjük, s innen jut be a grafitcsőre, illetve atomizáló térbe. E fényelem az atomizálás periódusában optoelektronikai szabályozó elemként is működhet. Ilyenkor a programozott atomizálási hőmérsékletet az elektronika konstans értéken tartja. Ez átkapcsolható fokozatosan emelkedő (ún. ramp) fűtési módra is, amikor a fűtési periódusban a grafitcső hőmérséklete fokozatosan éri el a programozott véghőmérsékletet.

A berendezés további előnye az igen drága *színképgrafit* (szén) takarékos felhasználása. Az egyes készüléktípusokhoz, ill. analitikai feladatok megoldásához a minimális méretű színképgrafitcső (szén) megválasztása lehetséges, melyeket rudakból egyszerű fúrással készíthetünk, esetleg pirolizálhatunk.

A berendezés fejlesztése során 6 különböző grafitot, ill. szenet próbáltunk ki. Ezek az alábbiak voltak: Topolcany SU és SW (Csehszlovák). Ringsdorff RW I.



1. ábra. Általánosan alkalmazható grafitcső atomizáló: a) metszeti rajza, b) nézeti rajza

és RW II. (Nyugatnémet), szovjet gyártmányú C-1 jelű és Johnson-Matthey „Carbon Rod”. (Az SU és RW I.: grafitok, az egyéb felsoroltak: szenek.) Azt találtuk, hogy használhatóság, ill. megmunkálhatóság szempontjából legelőnyösebbek a Ringsdorff gyártmányok. Használható volt a Johnson-Matthey gyártmányú szén is bár ennél a típusnál gyakori volt, hogy a szénrúd hossztengegyében repedt.

*Az atomizálóval elért analitikai eredmények.* Az atomizálót PYE-UNICAM SP-1900-as atomabszorpciós spektrofotométerhez használtuk. A méréseknél deutérium lámpás háttérkorrekciót nem alkalmaztunk. Azt is kívántuk ugyanis vizsgálni, hogy milyen analitikai teljesítményt nyújt olyan hátrányos esetekben, amikor háttérkorrektorral nem rendelkező készülékekhez alkalmazzuk. Mérési eredményeinket néhány elemre (50 µl vizes oldatot alkalmazva) az 1. táblázatban láthatjuk.

### Grafitcső sugárforrás kifejlesztése és alkalmazása multieleemes vizsgálatokhoz

Az utóbbi években elért kutatási eredmények alapján [1...6] a grafitcső sugárforrás az ív, szikra és lángsugárforrásokkal szemben egyes esetekben előnyösebben alkalmazható. Előnye, hogy a gerjesztendő részecskék számára 2...4 nagyságrenddel hosszabb tartózkodási időt biztosít mint előzőek [7], s így a kimutatási határ közel ugyanilyen mértékben javul.

Kísérleteink első szakaszában – a fenti irodalmi eredmények ellenőrzésére és a leírt monoelemes módszer(ek) [1...6] multieleemes adaptációjához – Perkin-Elmer gyártmányú 65 mm hosszúságú 10 mm-es furatú normál és módosított profilú Massmann küvetákat alkalmaztunk, GRM 1268 típusú tápfeszültségforrással. A fenti gyári berendezéssel maximálisan csak 2600...2700 °C-ra fűthető a sugárforrás, ezért a könnyen gerjeszthető alkáliföldfémeket vizsgáltuk. A mérési összeállítás jellemzői: 20 µl bemérés, 2700 °C, Zeiss Q-24 spektrográf, 30 s expozíciós idő, Agfa 34B50 fotoemulzió. Ca és Sr esetén 0,05 µg/ml, Ba-nál 0,47 µg/ml kimutatási határt értünk el.

E vizsgálatok alapján a módszert jónak találtuk, s ezért egy olyan sugárforrást terveztünk és készítettünk, mely multieleemes spektrográfias kutatáshoz és rutin-elemzéshez alkalmazható. [7] [8]

Az általunk készített sugárforrás az alábbi fontosabb paraméterekkel jellemezhető:

- Tartósan magasabb hőmérséklet érhető el, mint az eddig gyártott berendezésekkel (a 2400...2700 °C-al szemben 3400 °C). A programozott hőmérséklet szilícium fotoelemmel mérhető és elektronikus vezérléssel szabályozható.
- Az elektrotermikus atomemissziós módszer alapvető elvi problémáinak vizsgálatához (pl. tartózkodási idő,

### Néhány elem kimutatási határa saját készítésű grafitcső atomizálóval

1. táblázat

Elem	Hullámhossz (nm)	Kimutatási határ (mg/l)
Fe	248,3	0,05
Mn	279,5	0,001
Pb	283,3	0,05
Mg	285,3	0,001
Al	309,3	0,05
Cr	357,9	0,05
Ca	422,7	0,05
K	766,5	0,005

különböző összetételű gázterekben végbemenő folyamatok, kölcsönhatások vizsgálatához stb.) alkalmas berendezést építettünk. Ezért pl. a grafit (szén) csövek hossza 5...100 mm-ig, furatátmérőjük 1...20 mm-ig változtatható.

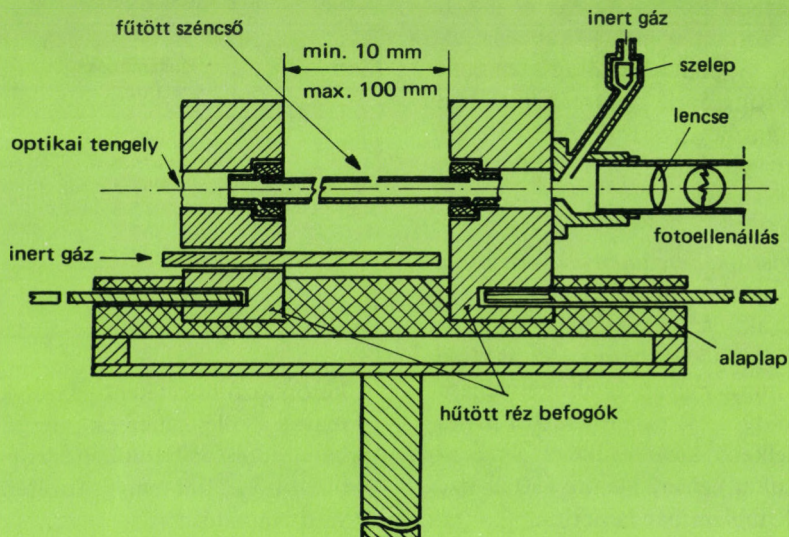
- A csöveket védő külön argon-gázáramot és a cső belsőjében vezetett gázáramot külön választottuk, így sebességük, összetételük külön-külön beállítható és mérhető. A belső gázáram mágneses szeleppel, az emisszió időtartama alatt automatikusan elzárható.
- A sugárforrást optikai tengelye körül 90 °-kal elfordítva, s a cső helyére két grafitbefogót helyezve azok közé mikrografittégely fogható be, s így szilárd minták multieleemes emissziós vizsgálatára is alkalmazható. A fentiekkel jellemzett berendezés metszeti és nézeti rajzát a 2/a. és 2/b. ábrán láthatjuk.

*Az elektrotermikus sugárforrással elért analitikai eredmények.* A 2. táblázatban közöljük a Ringsdorff RW-103 típusú (6,03 mm külső átmérőjű), 45 mm hosszúságú és 4,5 mm-es fúróval fűrt, pirolizált 3200 °C-ra fűtött grafitcsövekkel elért analitikai eredményeinket. A felhasznált vizsgálandó oldat 50 µl volt. Zeiss Q-24 spektrográfot és Agfa 34B50-es emulziót alkalmaztunk.

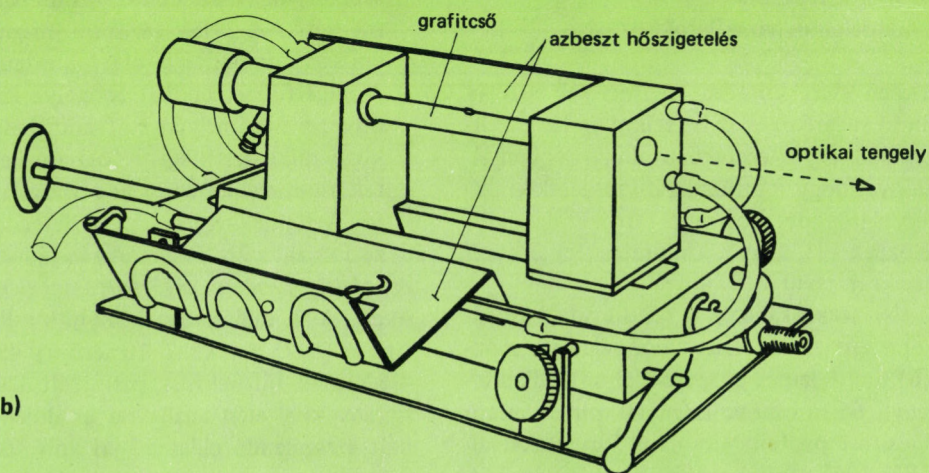
### Termikusan szabályozott elektronikus vezérlésű tápegység

Az atomabszorpciós célra használt grafitcső atomizálókhoz és az emissziós célra használt elektrotermikus sugárforráshoz egyaránt alkalmas tápegységet terveztünk és építettünk. A hőmérséklet-idő programozására alkalmas, tirisztoros vezérlésű berendezés működési vázlata a 3. ábrán látható. A tápegység 220 és 380 V-os hálózatról egyaránt üzemeltethető. Szekunder oldalon 8...16 V feszültséget és 1...200 A áramot hoz létre.

Az 1. fűtési program biztosítja, hogy a hőmérséklet 50...150 °C között folyamatosan, reprodukálhatóan ( $\pm 2-3$  °C szórással) programozható. Bármely választott hőmérséklet 1 s-tól 99 s-ig 1 s-os osztással beállítható. A 2. fűtési program 150...1200 °C között fűt, s az előző programhoz hasonló időtartamig, azonos időosztással állítható be. A 3. fűtési program az atomizálási, ill. gerjeszt-



a)



b)

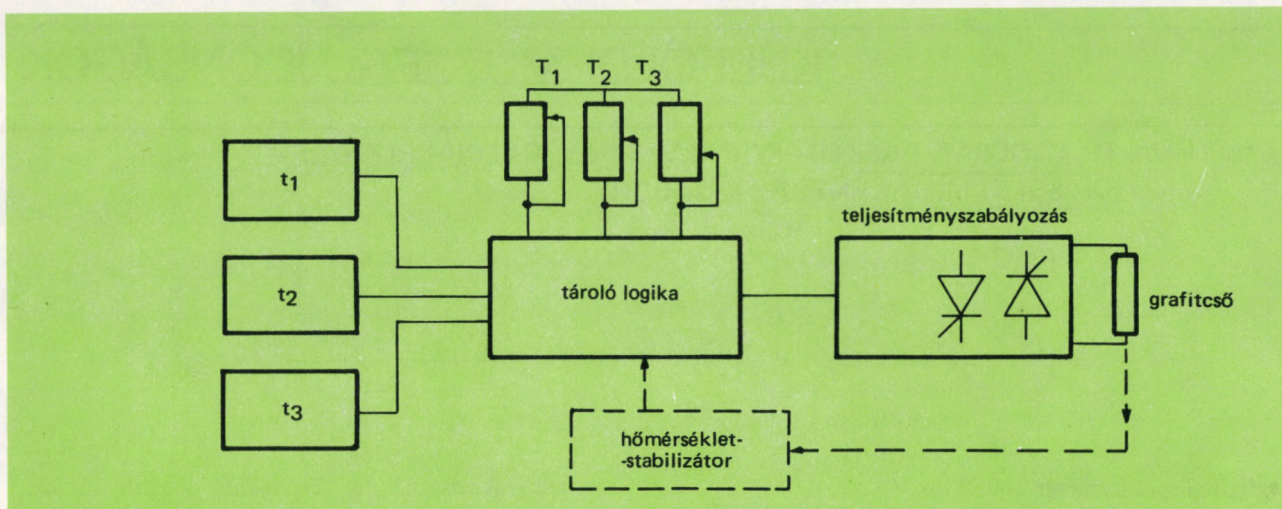
2. ábra. Saját készítésű elektrotermikus sugárforrás: a) metszeti képe, b) nézeti képe

Néhány elem kimutatási határa saját készítésű elektrotermikus sugárforrással, multielemes módszerrel

2. táblázat

Elem	Hullámhossz (nm)	Kimutatási határ (mg/l)	Elem	Hullámhossz (nm)	Kimutatási határ (mg/l)
Li	323,2	0,5	La	398,8	0,05
Cu	327,3	0,001	Ce	418,6	0,5
Ag	328,0	1,0	Pr	449,6	5,0
Na	330,2	1,0	Nd	445,1	5,0
Ru	343,6	0,5	Sm	429,6	5,0
Ni	352,4	1,0	Eu	459,4	0,05
Fe	371,9	0,01	Tb	431,8	5,0
Mo	390,2	0,01	Dy	421,1	0,5
Al	396,1	0,01	Ho	405,3	0,5
Mn	403,0	1,0	Er	400,7	1,0
K	404,4	0,1	Tm	404,4	0,5
Ca	422,6	0,01	Yb	398,7	0,05
Cr	425,4	0,01	Lu	328,1	10,0
V	438,4	0,01			
Ba	455,4	0,01			
Sr	460,7	0,01			





3. ábra. Termikusan szabályozott programozható tápegység

tési periódus. Ekkor az  $1000 \dots 3400 \text{ }^{\circ}\text{C}$  közötti hőmérséklet  $1 \dots 1000$ -ig ellátott osztású mérőpotenciométerrel állítható be, szintén  $1 \dots 99$  s-ig  $1$  s osztással.

Amennyiben az optoelektronikai vezérlést „termikusan szabályozott” üzemmódba állítjuk, akkor a tápfeszültség forrás a beállított hőmérsékletet – a grafit (szén) cső sugárzott teljesítménye alapján – állandó értéken tartja. Mivel a fotoelektromos detektor a vezérléshez szükséges jelet a grafitcső középső részének  $3 \text{ mm}$  átmérőjű felületéről nyeri, így a grafitcsövek hossza és ellenállása a vezérlő jelet nem befolyásolja. Így lehetőség van arra, hogy a legkülönbözőbb hosszúságú és ellenállású csöveket egyetlen beállítás után azonos hőmérsékletre fűtsük. Ha az optoelektronikai csatolást nem programozzuk, a tápegység folyamatosan növekvő hőmérsékletet, „ramp” üzemmódot biztosít.

#### Irodalom

- [1] *Ottaway, J.M.–Shaw, F.*: Carbon Furnace Atomic-emission on Spectrometry. A Preliminary Appraisal, *The Analyst*, 100, 1975, 438–445. p.
- [2] *Ottaway, J.M.–Shaw, F.*: The Effect of Temperature on Carbon Furnace Atomic Emission Spectrometry. *Applied Spectroscopy*, 31, 1977, 12–17. p.
- [3] *Littlejohn, D.–Ottaway, J.M.*: Background Emission in Carbon Furnace Atomic-emission Spectrometry. *The Analyst*, 102, 1977, 553–563. p.
- [4] *Littlejohn, D.–Ottaway, J.M.*: Application of Rapid Furnace Heating to the Carbon Furnace Atomic Emission Determination of Involatile Elements. *Analytica Chimica Acta*, 98, 1978, 279–290. p.
- [5] *Ottaway, J.M.*: Carbon Furnace Atomic Emission Spectrometry. „Analytiktreffen 1978.” Finsterbergen.
- [6] *Hoffmann, E.–Lücke, Ch.*: Untersuchungen an einem Kohleofen für die Emissionsspektralanalyse. „Analytiktreffen 1978.” Finsterbergen.

# KÜLFÖLDI MŰSZERÚJDONSÁGOK

Összeállította: Dr. CSOCSÁN LÁSZLÓ–KÖFALVI JENŐ–RADNAI RUDOLF–  
**Dr. SOLTI MIHÁLY**–TÖRÖK GÁBOR

## Magfizikai spektrométer 20050 típus.

Robotron Messelektronik „Otto Schön” Drezda, NDK

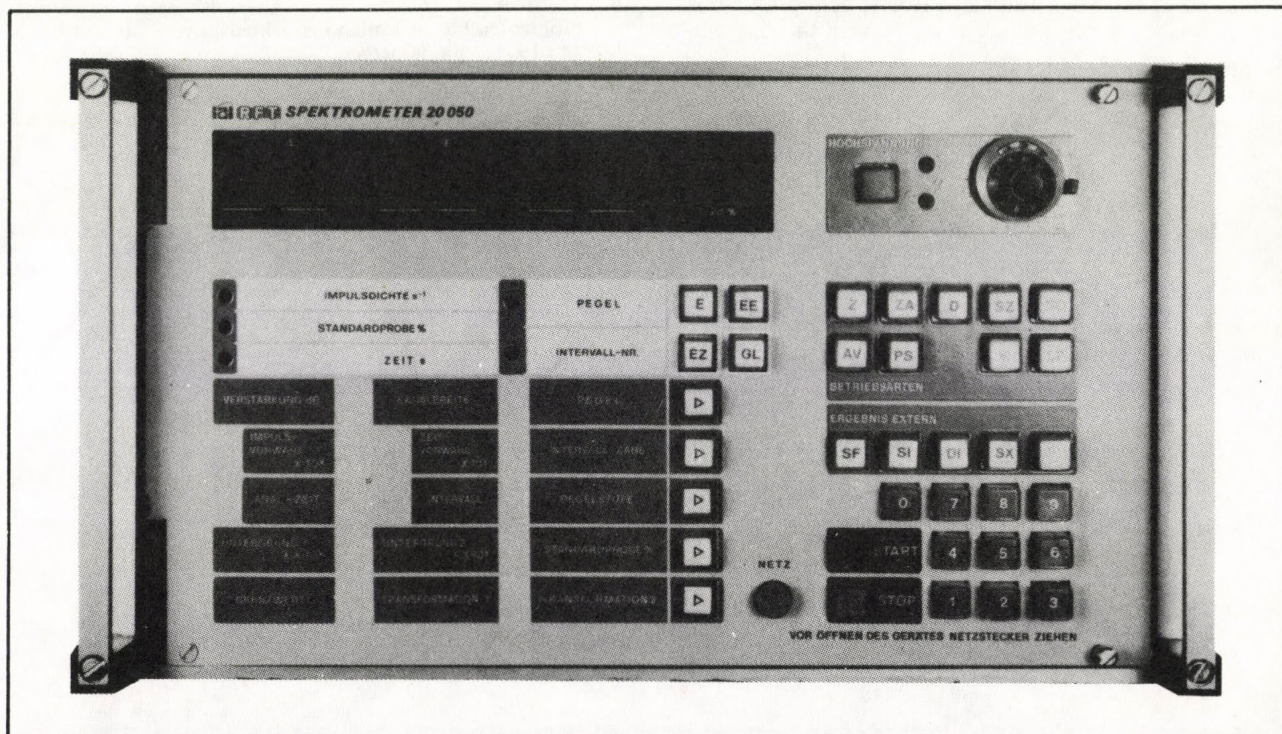
A 20050 típusjelű, mikroszámítógéppel egybeépített új magfizikai egycsatornás spektrométer (amplitudó analízátor) jelentősen megkönnyíti a felhasználó mérési feladatainak megoldását, mert

- programozható mérési adatfeldolgozást és adatkiértékelést nyújt az automatizált vezérlésű futtatás mellett;
- számítógépspecifikus feldolgozást biztosít az idő- és impulzusszámláláshoz, valamint a háttérkorrekcióhoz és az eredményosztályozáshoz;
- a sugárzásméréseknél nagyfokú pontosság és megbízhatóság mellett különféle új funkciókat, üzemmódokat tesz lehetővé, így pl. az impulzusgyakoriság és a kétszeres szórás kijelzését ( $2\sigma$ ); idővel csökkenő im-

pulzusgyakoriságnál a félértékidő meghatározását; alapszinten orientálható háttérkorrekciót; tárolt spektrumnak a billentyűzet révén adott utasításokkal végrehajtott többszöri simítását; a spektrum meghatározott helyeinek képernyőn történő azonosítását és a spektrumban talált csúcsok szintjének és impulzusgyakoriságának kijelzését stb.

A 20050 típusú spektromelemző (1. ábra) alapegységekből, erősítőből, analízátorból, nagyfeszültségű tápegységből, továbbá a mikroszámítógépes készülékcsoporthoz áll. A mérési paraméterek előzetes programozása a készülék billentyűzetén történik. Üzem módok:

- előválasztott impulzusszám, vagy mérési idő mellett az impulzusgyakoriság meghatározása ismétléssel, vagy anélkül,
- ua. mint az előzőnél, de az egyes mérési ciklusok között választható mérési szünettel,



1. ábra. Robotron Messelektronik „Otto Schön” gyártmányú 20050 típusú magfizikai spektrométer

- impulzusgyakoriság mérése exponenciális középérték-képzéssel; az integrációs állandó változtatható,
- impulzusgyakoriság előválasztott amplitudó fokozatokban történő mérése,
- folyamatosan változtatott amplitudókon és beállított elemzési idő melletti impulzusgyakoriságmérés,
- a legkedvezőbb erősítési tényező meghatározása a spektrometria céljára,
- tesztelő program (futtatás hibakereséshez),
- a legfontosabb készülékfunkciók automatikus ellenőrzése,
- az összes kijelzőegység és a billentyűzet működőképességének átvizsgálása.

A programozás közben a mikroszámítógép automatikus ellenőrzést végez és hibás, vagy nem teljesíthető utasításnál hibajelzést ad. A paraméterek az elemzés alatt a kijelzőn követhetők, korrigálni azonban csak a leállás után lehet. Áramkimaradás vagy egyéb üzemzavar esetén az analízis leáll és a készülék 200 h időtartamig tárolja a beadott mérési paramétereket, valamint a választott üzemmódot. Az eredmény-kijelzés lehet digitális (szalaglyukasztón), vagy analóg (vonalíron vagy x-y regisztrálón).

#### MŰSZAKI ADATOK

Erősítés	00,0/00,5 ... 54,0 dB
Elemzési tartomány számlálás és impulzus üzemnél	005 ... 200 amplitudólépés
Amplitudó tartomány	010 ... 999 amplitudólépés
Impulzusszám	$1.10^1 \dots 9.10^8$ imp

Mérési idő	$1.10^2 \dots 9.10^7$ imp
Elemzési idő	$1.10^2 \dots 9.10^4$ s, a 999-től 000-ig szinttartomány átfutása során
Mérési szünetidő	$1.10^2 \dots 9.10^7$ ms
Relatív impulzusgyakoriság	$0,1.10^0 \dots 9,9.10^4$ s <sup>-1</sup>
Háttér (n)	$0,0.10^0 \dots 9,9.10^4$ s <sup>-1</sup> (a mért eredményből levonandó)

Az eredménykijelzést indító billentyűvel (E) a következő értékek jeleníthetők meg:

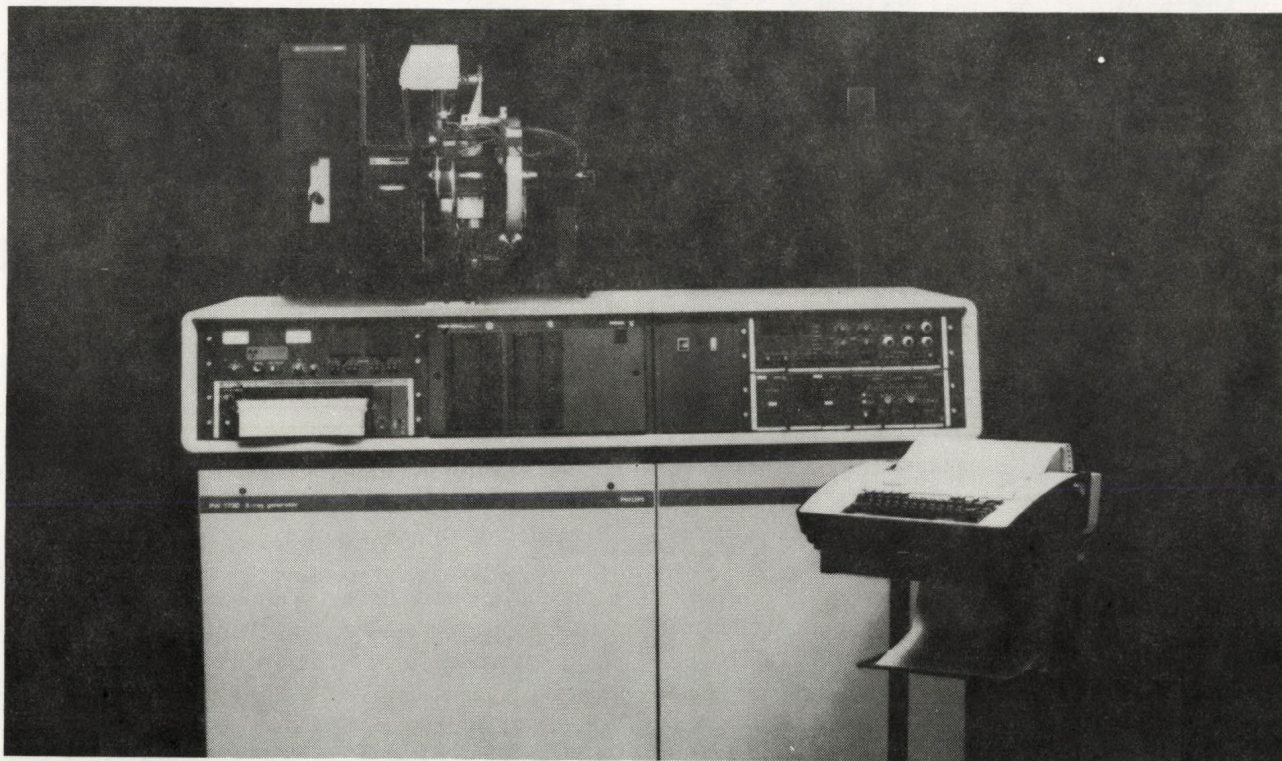
- a pillanatnyi mérési érték impulzusgyakoriságként s<sup>-1</sup>-ben vagy a relatív impulzusgyakoriság %-ban,
- a mérési ciklus, vagy az amplitudó számértéke,
- az ismétlőképesség:  $2\sigma (2/\sqrt{N})$

A spektrométer hátoldalán levő hét csatlakozópólusra hét különböző sugázmérőszonda, ill. erősítő csatlakoztatható, de itt csatlakoztathatók pl. a sornyomató, a „daro 1215” típusú szalaglyukasztó is. Az előbbi hétpólusú bemenetre a gyártó cég többfajta mérőszondája, így pl. a szintillációs, számlálócsöves, proporcionális-számláló mérőfejek és az előerősítők csatlakoztathatók.

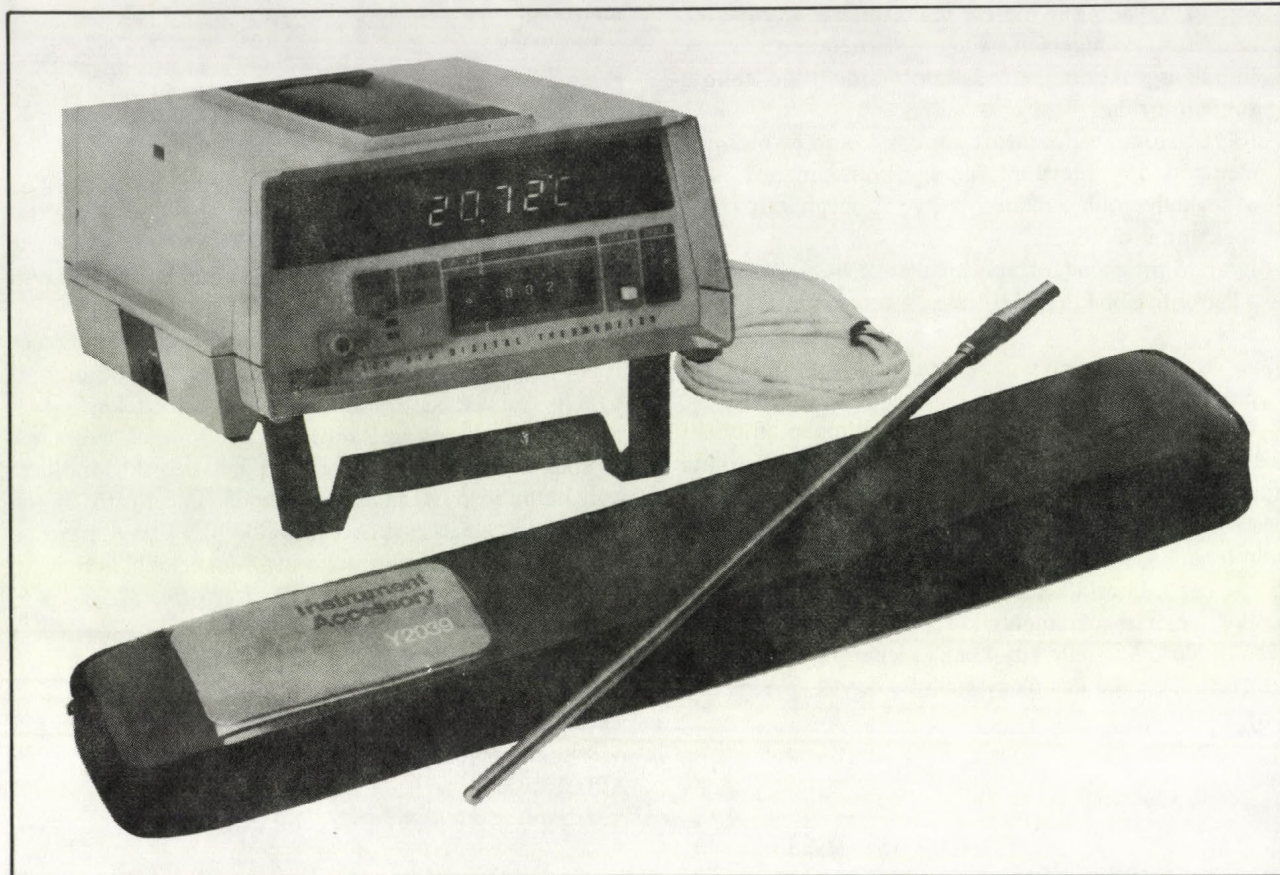
#### Automatikus röntgendiffraktometriás rendszer, APD 15. típus.

*N.V. Philips, Eindhoven, Hollandia*

A számítógépezérelt, teljes mértékben automatizált működésű diffraktométert olyan nagy mintaszámú kvalitatív és kvantitatív elemzésekhez tervezték, amelyeknél



2. ábra. Philips gyártmányú, APD 15 típusú röntgendiffraktometriás rendszer



3. ábra. Fluke gym. hordozható hőmérsékletmérő

különösen gyors és pontos futtatás, ill. adatfeldolgozás szükséges. A diffraktométer felhasználható katalizátorok kutatásában, geológiai kőzetelemzésekénél, az alumínium- és a cementiparban és az atomerőművek urániumvizsgálatainál. A beépített 16 bites, 32 K kapacitású miniszámítógép programjai lehetővé teszik a kísérleti idő lerövidítését; az automatizált kalibrációs korrekciók minimalisra csökkentik a hibalehetőséget. Az interaktív üzemmód nagymértékben megkönnyíti a műszer kezelését, a paraméterek állandó ellenőrzését (2. ábra).

A készülék főbb egységei: PW 1730 típusú generátor, pordiffraktométer léptető-motoros vezérlésű goniométerrel, mintaváltó/forgató egység 42 mintáig, monokromátor automatikus részállítással, továbbá vezérlőelektronikai egység és regisztráló. Az egész berendezés működését szabályozó kettős hajlékony lemeztárolóval ellátott miniszámítógép a generátorhoz csatlakozó blokkban van. Külön egység az adatok bevitelére és kiadására szolgáló teletype. Az analitikai programcsomagokat FORTRAN IV nyelven írták.

*Kvalitatív* elemzéshez on-line adatgyűjtési, adatelemzési és szóráskép azonosítási üzemmódok használhatók (*data collection, peak search és search match*). Az említett üzemmódoknál a berendezés automatikus  $K\alpha_2$ -csúcs kiküszöbölést végez. Az „automatikus divergencia-rés” használata esetén alacsony háttér biztosítható a kis szö-

gek tartományában és jó csúcs/háttér viszony és nagyobb intenzitások a nagyobb szögeknél. A számítógép a „search match” üzemmódban egy összehasonlító memórialelem segítségével – amelyen 850 szóráskép van rögzítve – a mért szórásképet azonosítja. Az összehasonlító lemez a felhasználó által felvett diffrakciós képekből is összeállítható. Az azonosítási idő kevesebb, mint 1 s.

A *kvantitatív* elemzés fő üzemmódjai: on-line adatgyűjtés a diffrakciós csúcsok pontos alakjának meghatározására, különösen a kristallit-méret és belső feszültségek tanulmányozására; kvantitatív kiértékelés, amelynél a fáziskoncentrációkat számítják ki; és korrekciók is végrehajthatók a kristallitok különböző orientációjához.

#### Hordozható nagy pontosságú hőmérsékletmérő, 2189 A típus.

Fluke, Mountlake Terrace, USA

A digitális kijelzésű hőmérsékletmérő rendszer a mérési pontosság megbízhatósága érdekében saját gyártmányú, platina ellenálláshőmérőből és az ehhez illesztett digitális kijelzésű hőmérsékletmérő készülékből áll (3. ábra). A kalibráció időpontjában a készülék és az érzékelő együttes mérési hibája  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ -on belül van a  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$  és  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$  közötti tartományban. 90 napos időtartamra ez a hi-

ba nem rosszabb, mint  $0,18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A rendszer felbontása  $0,01\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a  $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$  és a  $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$  közötti tartományban és  $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$  és  $+480\text{ }^{\circ}\text{C}$  között

#### Klinikai sorozatelemző, Corona típus.

*Clinicon AB, Bromma,  
Svédország*

A sorozatelemzőt a klinikai kémiai laboratóriumok különböző elemzési feladatainak megoldására tervezték. A készülék mikroprocesszoros vezérlésű és enzimek, szubsztrátumok, valamint proteinek elemzésére használatos. A készülék az ún. *standard* vizsgálatokon kívül, a felhasználó által kidolgozott elemzésekre is átprogramozható. Az analízismenet során a mikroprocesszor állítja elő az egész rendszert vezérlő jeleket (programozható paramétereket), vezérli a mintavételezést, hígítást, keverést, irányítja az optikai érzékelő egységet és az eredménykinyomatást. Átlagos elemzési időtartam: 5 min. Az elemzési hőmérséklet választhatóan: 25, 30 vagy  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ . A rutinprogramok száma 20. A programtípusok: „konstans sebesség”, „rögzített időtartam” vagy „végpont” (Constant rate, Fixed time és Endpoint). A reagens-térfogat igen gazdaságos, átlagosan  $400\text{ }\mu\text{l}$ , míg az összes (20) paraméter (pl. GOT, LDH, CK, ALP, CHOL, TRIGL stb.) meghatározásához átlagosan  $0,5\text{ ml}$ /minta szérumszámot elegendő. A kinyomatott eredmények mellett a nyomtatott szalagon a kérdéses minta száma, a meghatározás típusa és a dátum is szerepel. Esetleges hibás futtatás, vagy üzemzavar esetén hibajelzést is ad a készülék.

#### Lángfotométer, Flapho 40 típus.

*VEB Carl Zeiss, Jena, NDK*

A Flapho 40 típusú emissziós üzemmódú lángfotométert Na, K, Ca és Li meghatározására tervezték főképp orvosi-klinikai rutinvizsgálatokhoz. A Li-csatorna vonatkozási alapként használható a többi elem analízisének, vagy önálló Li-koncentráció-meghatározásra szérumban. A porlasztó kamrában a korszerű követelményeknek megfelelően egyenletes a gázáramlás és igen finom a cseppporlasztás. A begyűjtés és az egyenletes lángmagasság tartás automatizált. A készülék mind a négy csatormánál (négyféle elem) 4 digitális, koncentrációban kifejezett, értéket jelez ki. A billentyűs üzemmódváltóval szérumszám, vizelet, Li és egyéb („variable”) üzemmódok kapcsolhatók a felhasználó igényei szerint. A „variable” üzemmód lehetővé teszi a klinikai szérumszám-elemzések során a szokásosnál ezerszer kisebb koncentrációtartományban való mérést is. A 25 s-os mérési periódus alatt mind a négy elem elemzését és eredménykijelzését elvégzi. Az eredménykijelzést vagy az említett számjegyes módon, vagy kinyomatással mg/l, mmol/l, mEq/l vagy energia egységekben kapjuk.

A mikroprocesszor elemzést, hibaérzékelést is végez és ezt adott kódszámmal jelzi. A készülékhez 120 min/ta/h adagolási sebességű mintaadagoló csatlakoztatható.

#### MŰSZAKI ADATOK

Min. mintatérfogat	200 $\mu\text{l}$
Hígítási arány	1 : 50
Véletlen hiba (20 mintánként)	Na $\pm 0,3\%$ , K $\pm 0,5\%$ Ca $\pm 0,8\%$ , Li $\pm 1,4\%$
Detektor	Si-fotodióda
Gázfogyasztás	acetilén 40 l/h, propán 14 l/h.

#### Kvadrupólusos ion-mikroszondás elemző, MIQ 156

*RIBER, Rueil, Franciaország*

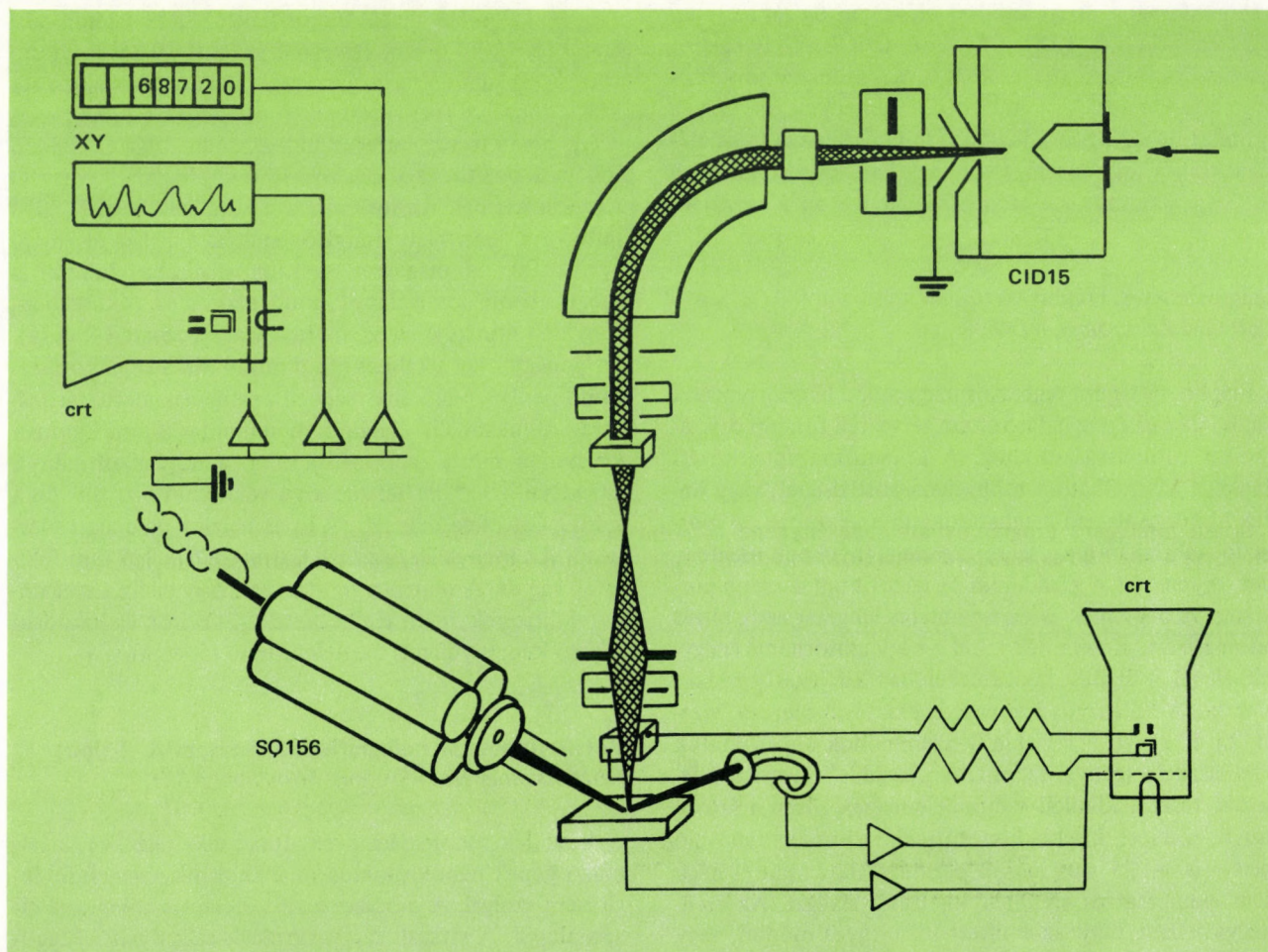
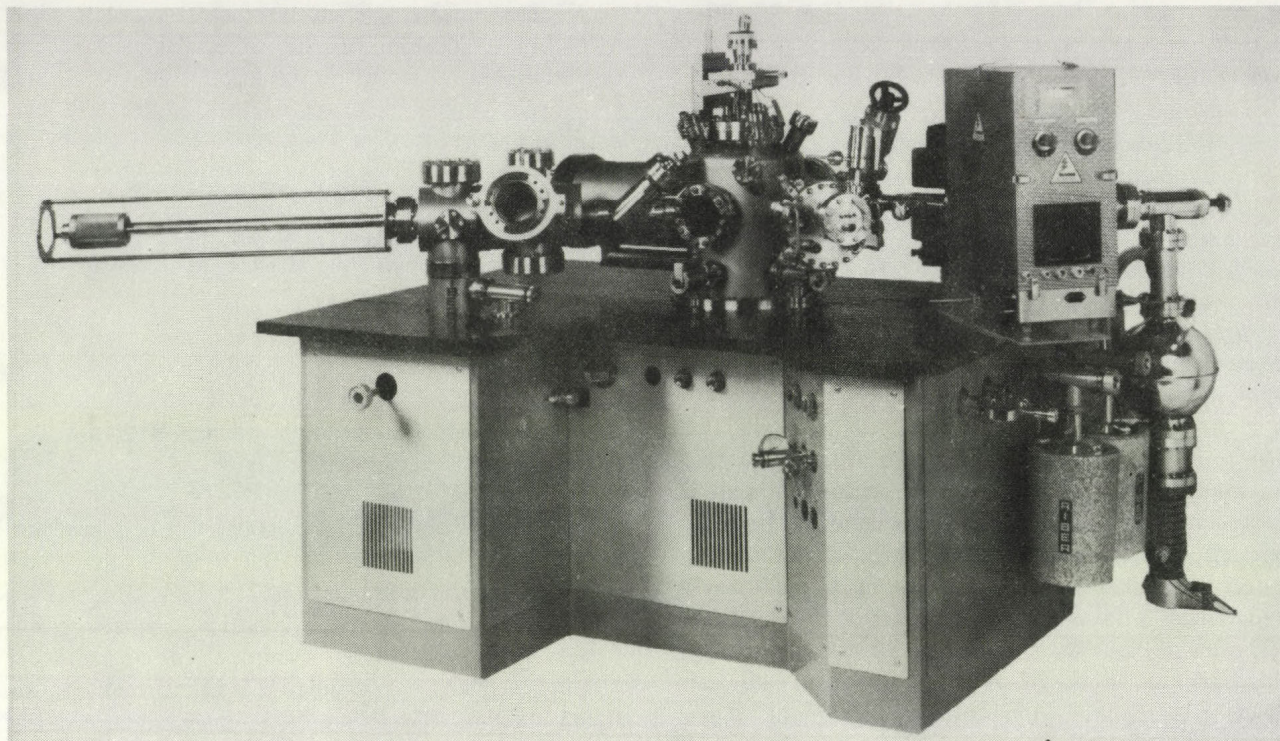
A készülék egy mágnesesen szétválasztott és mikrofókuszált *ionágyú* és egy nagy dinamikus tartományú *kvadrupólusos elemző* kombinációja. Ezt a párosítást szilárd minták felületének „háromdimenziós” elemzésére tervezték. A Q 156 típusjelű kvadrupólusos elemző különösen a nagy tömegű vegyületek és nehézfémek kimutatására alkalmas; három standard tömegszám-tartománya van 300, 600 és 1000, működési frekvenciái pedig 2, 1,5 és 1,2 MHz. Ezek biztosítják a SIMS üzemmódú elemzést. A 15,6 mm átmérőjű rúdakat 10 kV-os áramforrás táplálja. A szűrőbemenetnél energiaszelektor és külön tengelyű (off axis) elektronsokszorozó van.

A hevített vagy üreges hidegkatódú, CID 15 típusú ionágyú pozitív vagy negatív töltésű He, Ar, N vagy O ionokat termel. Az ionenergia 3...15 keV között állítható. Az ionnyaláb irányító lencséken halad át, majd azt a  $90^{\circ}$ -os mágneses szektoron keresztül fókuszálják; a nyaláb átmérője és intenzitása szabályozható (4. ábra). Az ionágyú így alkalmas mind mikro-SIMS képalkotásra, mind pedig a minta mélységbeli profiljának meghatározására. A maximális oldalirányú felbontás  $2\text{ }\mu\text{m}$ . Elemzés közben a minta szomszédságában a nagyteljesítményű szivattyú  $10^{-4}\text{ Pa}$  tartományú vákuumot biztosít, de a minta betöltése után  $10^{-6}\text{ Pa}$  is néhány perc alatt elérhető. Az ionnyaláb *pásztázó üzemmódban*  $2\times 2\text{ mm}$  felületet fog át. A minta, a mintaáram, vagy pedig a szekunderelektronok révén elemezhető (X-Y író), és katódsgárcső képernyőjén is megjeleníthető (5. ábra).

#### Kettős-impulzusú holografikus kamera, PHK-1 típus

*Rottenkolber Holo-System, München, NSZK*

A készülék mozgó járművek, forgó alkatrészeket tartalmazó gépek nem kívánatos zajának és rezgéseinek felderítésére szolgál. A módszer az interferencia-holográfia elvén alapul. A vizsgált tárgy vibrációs sajátságaitól függően 1 és  $500\text{ }\mu\text{s}$  közötti idő alatt a tárgy két képe holografikus lemezen tárolható. Egy Q-kapcsolós rubin lézer a



4. ábra. Riber gym. kvadrupólusos tömegelemző és ionágyú működésének elvi rajza (fent)

5. ábra. Riber gym. kvadrupólusos tömegelemző és ionágyú, MIQ 156 típ. (lent)

két fényimpulzust 20 ns alatt emittálja. Így a tárgy helyének makroszkópius változásai nem befolyásolják a hologram minőségét. A kamerát egy gördíthető, rezgésmentes asztalon helyezik el, így a vizsgálendő tárgy jól megközelíthető. A kamerát hajlékony kábellel kötik össze a szintén gördíthető tápegységgel. A beépített trigger rendszer szolgáltatja a lehetséges vibrációk közvetlen analizését. A vibrációs jel egy gyorsulásmérő-érzékelőn keresztül kapható meg, melyet, a nem szükséges frekvenciákat sávszűrővel kiszűrve, oszcillográf rajzol fel.

A holografikus kép előállításához szükséges frekvencia felbontást az első és második lézer-felvillanás közötti impulzus elkülönítése állítja be. A lézer-felvillanásokat fotoelektromos detektor fogja fel és időrendben oszcillográf rajzolja fel, így közvetlen korreláció van a vibrációs jel és a lehetséges lézer impulzus között. A kapott hologramot egy HSB 1008 típusú kamera veszi fel, és azt három sec múlva előhíva kiadja. A holografikus jusztirozáshoz referencia sugárként egy He-Ne segéd-lézert is beépítettek a kamerafejbe.

**TGA 10 és Morphomat 10 félautomatikus képanalizáló rendszer**  
*OPTON, Oberkochen, NSZK*

A TGA 10 az Endter-féle mérési elv alapján működik, fénymikroszkópiai és elektronmikroszkópiai képek közvetlen kiértékelésére alkalmas. A műszer kiértékelő egységéből és azonosító (markírozó) berendezéssel ellátott

adóegységéből áll (6. ábra). A két részt hajlékony kábel köti össze, ebben fut a fényvezető szál is. A kiértékelő egység a nyomógombok és az alfanumerikus kijelző mellett nyomtatót is (kívánságra képernyőt is) tartalmaz.

A kép részleteit a vetítőberendezés a mintalapra vetíti. Az íriszblendét a részecskére kell illeszteni és a beépített kézikapcsolóval az illesztés elérésekor a mért értéket a kiértékelő egységbe átvinni. Vetítő berendezéssel az íriszblende képét a mikroszkópba be lehet vinni, így mérés alatt a kép is látható marad. A nagyítási tényező bevitelével a kijelzőn a tényleges értéket tudjuk rögzíteni. A számító rendszer lehetőséget ad statisztikai adatok kiírására is. A kívánságra beépített képernyőn hisztogramok is megjeleníthetők. A Morphomat 10 a koordináta, hosszúság és felületmérést magnetostriktív elven méri.

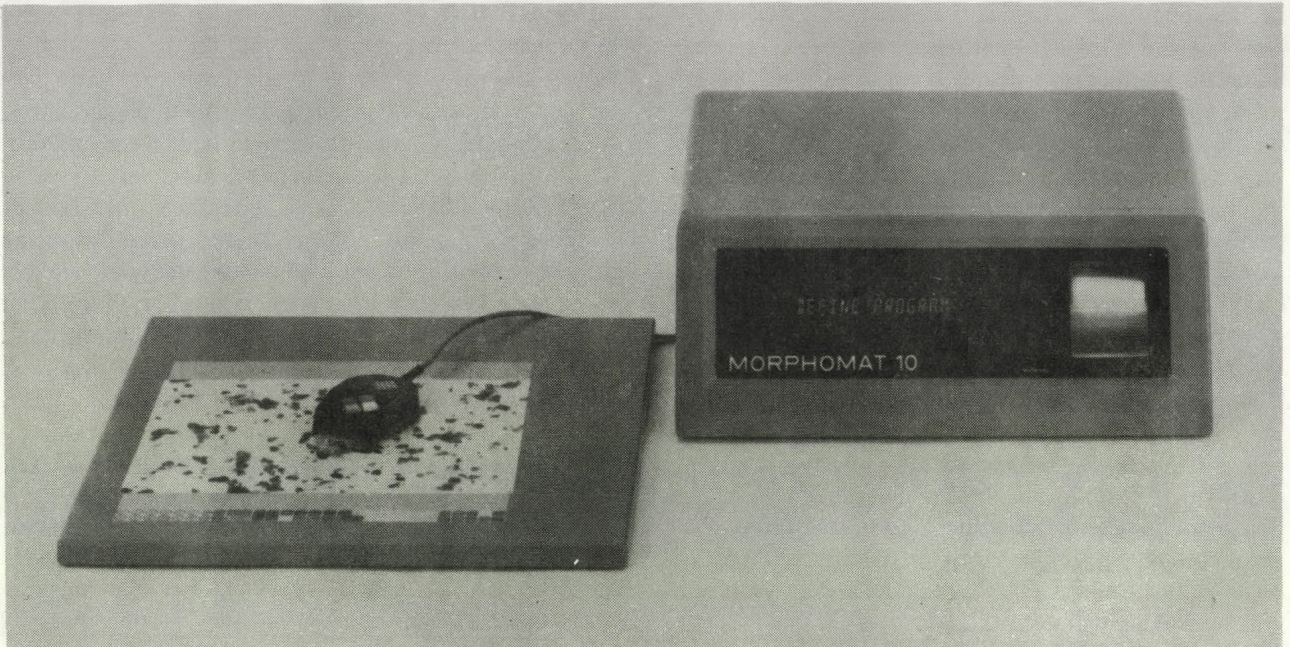
A műszer kiértékelő részéből és mágneses képtablóból áll. A képtablón a vizsgált képet a kurzorral tapogatójuk végig, a mérési értékek az azon levő gombokkal vihetők a kiértékelő egységbe. A kurzorba épített fény-emittáló dióda fénye a mikroszkóp képsíkjába (elektronmikroszkóp képernyőjére) vetíthető és a kép megfigyelése közben kell a fényponttal a mérendő felületet körüljárni. A nagyítási tényező bevitelével a kiértékelő egység (7. ábra) a tényleges felület értéket adja meg.

**MŰSZAKI ADATOK**

TGA 10:	
íriszblende nagyság:	1,85 ... 25,50 mm
felbontás:	jobb, mint 0,001



6. ábra. *Opton gym. képanalizátor adóegysége*



7. ábra. Opton gym. képanalizátor kiértékelő egysége

Morphomat 10:	
mért felület:	max. 28x28 cm
pontosság:	0,1 mm $\pm$ 1/2 digit
kiértékelési sebesség:	max. 200 koordinátapár/s
Mindkét készüléknél:	16 jegyű alfanumerikus kijelző
	mnemonikus paraméterkijelzés
	5x7 pontos mátrixos nyomtató
	nagyítási tényező beadásával tényleges érték nyerhető
	összérték, középérték, szórás számítása
	IEEE 488 interface révén (opció) külső számítógépre csatlakoztatható

**Programozható függvénygenerátor,**  
860 típus.  
*Interstate Electronics Corp., USA*

A 860 típusú intelligens programozható függvénygenerátor (8. ábra) a cég 800-as sorozatú generátor családjának legnagyobb teljesítményű tagja. A műszer a 0...20 MHz frekvenciasávban használható szinusz-, háromszög-, és impulzus jelalakok előállítására. Az 50 Ohm-os kimeneten a jelamplitudó 1mV...15 V között változtatható. A generátor szintetizátor elven állítja elő a kimenő jeleket, ennek megfelelően a beállított frekvenciát kvarc-pontossággal adja ki. A hagyományosnak tekinthető függvénygenerátor üzemmódok mellett a 860 típus alkalmas egyenszintadásra és AM/FM modulált jelek előállítására. A beállított frekvencia és amplitudó jellemzőket a műszer előlapján 5 számjegyes kijelző egység jeleníti meg. A beépített mikroprocesszor 20 különböző beállítás adatait tárolja, ezek az adatok a műszer kikapcsolása után is a tárolóba maradnak.

Az üzemmód és a kimenőjel jellemzőinek beállítása a műszer előlapján levő billentyűzettel, vagy a tartozékként külön rendelhető – IEC interface-en keresztül történhet. IEC rendszerekben használva, a generátor illesztő egysége az ún. „beszélő” és „hallgató” funkciókat egyaránt megvalósítja. Az interface felől vezelve a generátor igen gyors működésű, az egyes adat-karaktereket 1,25  $\mu$ s időközökben dolgozza fel, így gyors vezérlőegységgel működtetett rendszerekben is jól használható.

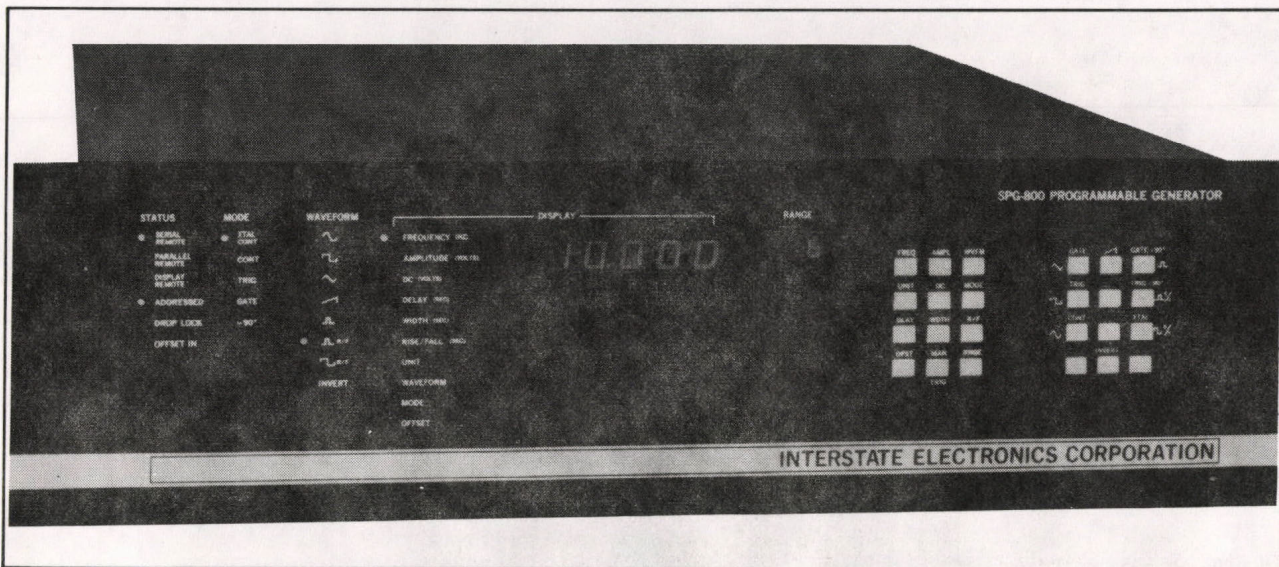
**Fogyasztás ellenőrző és szabályozó egység,**  
„Demand Manager”  
*Milton Roy, Shannon,*  
*Írország*

Az elektromos energia fogyasztók igényei napszakonként erősen változnak. A reggeli és esti csúcsfogyasztás nagy gondot okoz az energia szolgáltatással foglalkozó vállalatoknak. A Milton Roy cég Demand Manager elnevezésű fogyasztás-ellenőrző és szabályozó műszerét (9. ábra) a jelentősebb elektromos energia fogyasztók eredményesen használhatják a hálózathoz felvett maximális teljesítmény korlátozására.

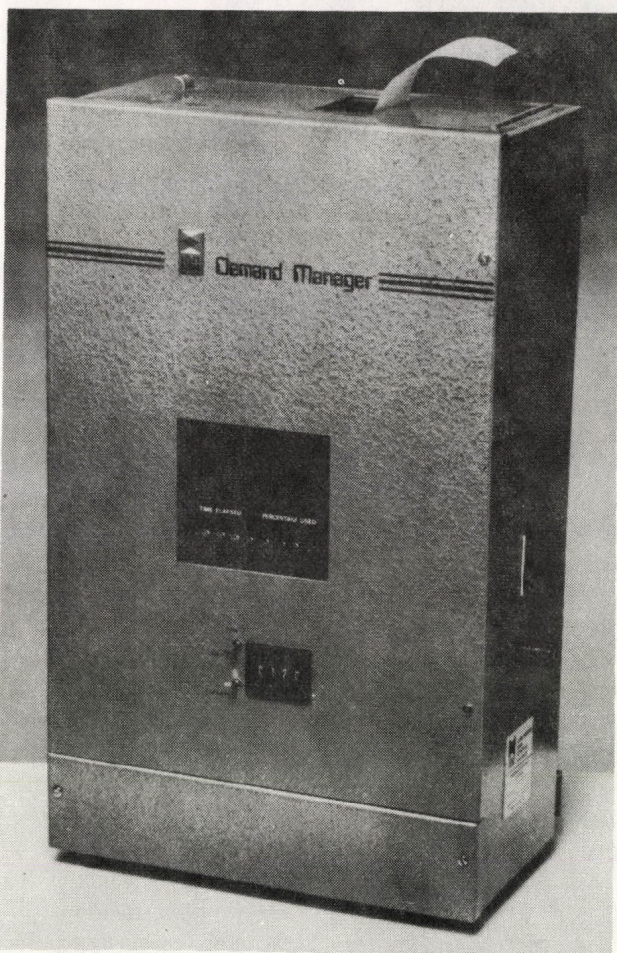
A berendezés méri a háromfázisú hálózathoz felvett teljesítményt, és ha az meghalad egy előre beállított határértéket, akkor bizonyos előre kiválasztott részegységek lekapcsolásával csökkenti a fogyasztó által felvett teljesítményt. A csúcsfogyasztáskor bekapcsolható fogyasztók pl. vízmelegítők, fűtőtestek stb. kiiktatása előre meghatározott sorrendben történik.

A készülék működését mikroprocesszor vezérli. Ez az egység hasonlítja össze a felvett teljesítmény pillanatérté-





8. ábra. Programozható függvénygenerátor, Interstate Electronics 860 ttp.



9. ábra. Milton Roy gym. fogyasztás ellenőrző és szabályozó egység

kéből átlagolással meghatározott percenkénti átlagteljesítményt az előlapon beállítható határértékkel. A percenként felvett átlagteljesítményt számjegyes kijelző jeleníti

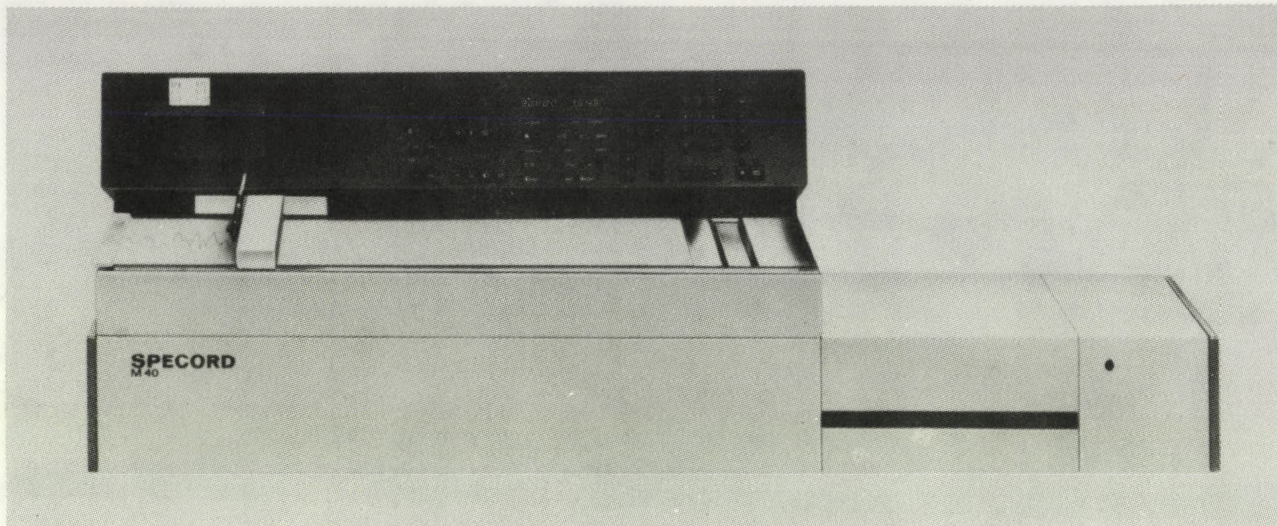
meg a készülék előlapján, a megengedett legnagyobb érték százalékában kifejezve. A berendezés nem folyamatos működésű, választhatóan 15, 30 vagy 60 min időtartamig ellenőrzi és szabályozza a fogyasztást. Az ellenőrzési periódus kezdetét külső indítással kell kijelölni.

#### Ultraibolya és látható tartományú spektrofotométer, Specord 40 típus VEB Carl Zeiss, Jena, NDK

Az új, kétsugaras, regisztráló spektrofotométer rutin és kutatási feladatokra egyaránt alkalmas. Az automatizált és számítógép vezérelt működés jó ismétlődésséget és optimális programfutást biztosít. A kívánt mérési paraméterek és üzemmódok előre beadhatók. Így pl. programozhatók a regisztrálási paraméterek, az adatok kinyomtatása, a hullámhossz előválasztás kilenc esetre, az ismétlési ciklusidő, a temperálható küvetta tartó kezdeti és véghőmérséklete (lineáris hőmérséklet változtatás mellett), a hat küvetta automatikus váltása. A nullapont állítás és az alapvonal korrekció is automatizált. Teljes kiépítésben az M 40 típus fotométer (10. ábra) fluoreszcens, reakciókinetikai, remissziós és transzmissziós mérésekre is alkalmas. A spektrofotométer megfelelő feltétel elektroforetikus elválasztott anyagok gélfotometrázására, ill. integráló fotometriás gömb segítségével poralakú minták vizsgálatára is használható. Ultraibolya-tartományokban történő méréshez a küvetta pl. N<sub>2</sub>-gázzal öblíthető.

#### MŰSZAKI ADATOK

Hullámhossz tartomány:	185...900 nm
Monokromátor:	
UV-tartományban:	kettős rácson
látható tartományban:	rácsos-szűrős



10. ábra. Specord M 40 típusú spektrofotométer, Zeiss gyár.

Hullámhossz beállíthatóság:	0,03 nm, 185 nm-nél 0,25 nm, 900 nm-nél
Ismétlőképesség:	0,25 nm, 185 nm-nél
Kijelzés:	5 számjegyes hullámhosszra, hullámszámra és hőmérsékletre (°C-ban)
Ciklusidő:	1 ... 9999 s
Ciklusszám:	1 ... 99
Fotometrálnyi tartomány:	0 ... 100,00 T% transzmisszió 0 ... 3,0000 E extinkció 0 ... 9999 koncentráció
Integrálási idő:	0,5 ... 30 s
Sugárforrás:	deutériumlámpa (D <sub>2</sub> E) és wolfram halogénlámpa.

**Magmágneses rezonancia spektrométer,  
WM 500 típusú,  
Bruker, Karlsruhe-Rheinstetten,  
NSZK**

A készülék a kutatási igényeket kielégítő nagy teljesítményű, szupravezető mágnesű NMR spektrométer. A nagyfelbontású rendszer mérőkamájában a mágneses tér erő 11,757 Tesla, a proton frekvencia 500,135 MHz. A belső átmérő 52 mm, így 5, 10, vagy 15 mm átmérőjű próbacsövek helyezhetők el benne, a hőmérséklet változtatható. A krio-mágnes kombinált folyékony nitrogén-hélium kriosztátja 25 l-es befogadóképességű, így az alacsony hőmérsékleten folyó mérések hosszú ideig végezhetők. Az összes alap nagyfrekvenciát, azok csatolt kísérő frekvenciáival különleges kvarc egykristály adja. Impulzus üzemmódban Fourier-transzformált mérés, valamint relaxációs vizsgálatok 0°, 90°, 180°, 270°-os fázis változtatással végezhetők. További üzemmódok: spin-spin szétcsatolás (homo- és heteronukleáris), folyamatos hullámú CW NMR analízis, „off-rezonanciás” analízis, „NOE” azaz mag-Oberhauser-effektus vizsgálatok stb.

A készülékkel multinukleáris mérések végezhetők, azaz az összes mágneses momentummal rendelkező mag

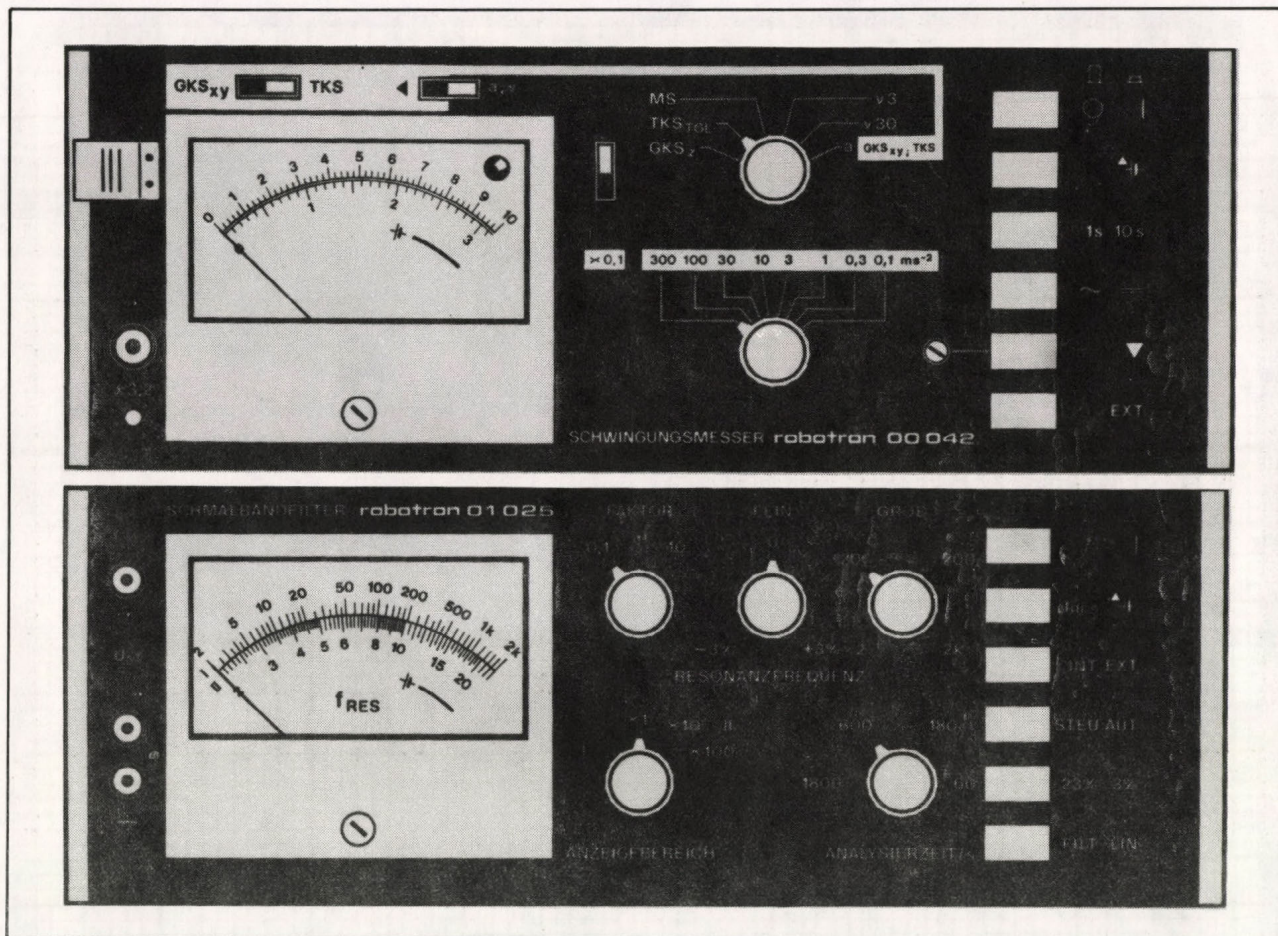
mérhető. A beépített számítógép ellátja az összes vezérlési, adatfeldolgozási, és kisebb mértékben az adattárolási feladatokat is. Kívánságra külső számítógép csatlakoztatható a rendszerhez. A külső tároló kapacitás tetszés szerint bővíthető, a mágneslemezekon spektrum és programkönyvtár hozható létre. Az eredmények display-en, x-y regisztrálón és digitális kijelzéssel is megkaphatók.

**Rezgésmérő, 00 042 típusú,  
Robotron Messelektronik „Otto Schön”,  
Drezda, NDK**

A különféle gépek és járművek, valamint a modern környezet egyéb berendezései olyan mechanikus rezgéseként jelentkező mellékhatásokat hoznak létre, melyek nem egyszer károsak az emberi szervezetre, vagy éppen sárga katasztrófát idéznek elő. Fontos mérés-technikai feladat tehát a mechanikus rezgések vizsgálata, mert csak mérési eredmények birtokában hajthatók végre sikerrel rezgéscsökkentő konstrukciós változtatások.

Különböző nemzeti szabványok és nemzetközi ajánlások írják elő a forgó gépeken létrejövő rezgések mérését csakúgy, mint a teljes emberi testre, vagy csak a test egyes részeire ható mechanikai rezgések vizsgálatát. Mind az előbbiekre vonatkozó ISO 2372, DIN 45665, TGL 22 423 és GOST 12 379-66 szabványok, mind az utóbbiakra vonatkozó ISO 2631-1978, TGL 22 312 szabványok szerinti mérésekre alkalmas a Messelektronik „Otto Schön” gyár 00 042 típusú (11. ábra) rezgésmérője.

A teleskopikus működtetésű készülék piezoelektromos gyorsulásérzékelővel súlyozás nélkül, vagy belső ill. kívülről csatlakoztatható súlyozó szűrővel méri az 1 Hz és 4 kHz frekvenciatartományba eső mechanikai rezgéseket. A gyártó külső súlyozó szűrőnek a 01 017 típusjelzésű terc-oktáv és 01 016 típusú oktáv szűrőjét ajánlja, valamint az extrém kisfrekvenciájú rezgések vizsgálatára



11. ábra. Robotron Messelektronik „Otto Schön” gym. rezgésmérő

12. ábra. Keskenysávú szűrő rezgésmérőhöz

a 01 025 típusú keskenysávú szűrőjét (12. ábra). A különösen munkahelyhygiénias, azaz emberre ható rezgések vizsgálatára ajánlott készüléket ellátták olyan mérőkimenetekkel, melyeken keresztül a mért értékek oszcilloszkópon, vagy valamilyen regisztrálón kijelzhetők.

A mérőátalakítóval érzékelt mechanikai rezgéssel arányos elektromos jelet 1 s, vagy 10 s időállandóval mutató műszer jelzi ki. Túlvezérlésre fénydiódás kijelzés figyelmeztet. A készülék elektromos kalibrálása belső hitelesítő feszültséggel, mechanikus kalibrálása pedig elektrodinamikus hitelesítő rázóasztallal végezhető el.

#### MŰSZAKI ADATOK

Frekvenciatartomány  
súlyozás nélkül  
súlyozással

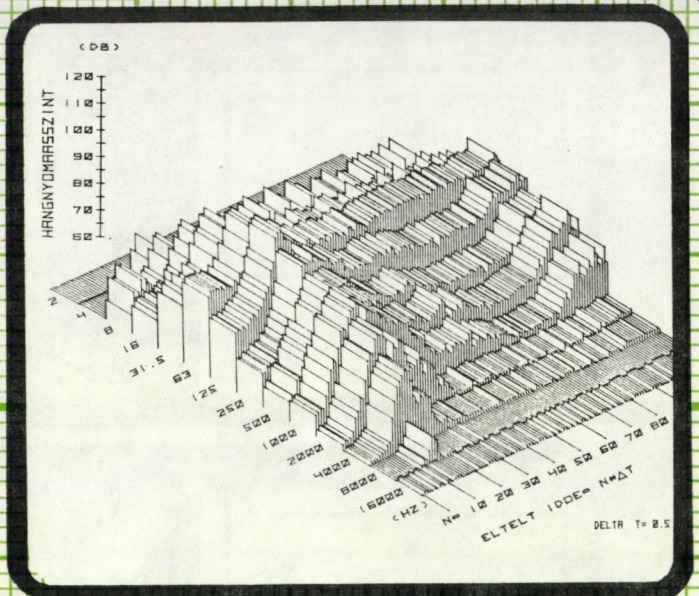
1 Hz...4 kHz  
ISO, TGL, KGST ajánlások  
szerint

Méréstartomány	0,1...300 ms <sup>-1</sup>
Az effektívérték-egyenirányító időállandója	1 s, vagy 10 s
Kimenetek	
váltakozófeszültség	1 V végkitérés 10 kohm terhelésen
egyenfeszültség	1 V végkitérés 10 kohm terhelésen
külső szűrőhöz	316 mV <sub>eff</sub> 10 kohm terhelésen
Bemenet külső szűrőről	316 mV <sub>eff</sub> 100 kohm bemenőellenálláson
Belső kalibrálás	100 mV, 79,6 Hz (szinusz)
Táplálás	2 db 9 V-os telep
Üzemidő (egy telepkészlettel)	50 h
Működési hőmérséklettartomány	
érzékelő	-35 °C...+150 °C
készülék	-10 °C...+ 55 °C
Méreték	105 mmx60 mmx275 mm
Tömeg	
érzékelők	kb. 60 g
készülék	kb. 1,5 kg

# VEGYE

# IGÉNYBE

# SZOLGÁLTATÁSUNKAT!



## NEMVILLAMOS MENNYISÉGEK MÉRÉSE VILLAMOS ÚTON

- Statikus és dinamikus mechanikai igénybevételek mérése
- Hőtechnikai mérések
- Akusztikai, rezgés technikai kutatás, fejlesztés, tervezés és szaktanácsadás
- Zaj- és rezgésmérések
- Villamos mennyiségek mérése és regisztrálása
- Mágnesszalagos jelrögzítés

## MÉRÉSI ADATFELDOLGOZÓ ÉS SZÁMÍTASTECHNIKAI TEVÉKENYSÉG

ÚJ MÉRÉSI MÓDSZEREK KIDOLGOZÁSA

## DIGITÁLIS ELVŰ JELFELDOLGOZÁSOK

Korrelációs mérések:

- auto-korreláció
- kereszt-korreláció
- zajban elmerült jelek detektálása

Real-time frekvencia elemzés:

- tercésávós
- oktávásávós
- keskenysávós

Számítógép vezérelt mérési adatgyűjtés

## SZÁMÍTASTECHNIKAI SZOLGÁLTATÁSOK

## CÉLMŰSZERÉPÍTÉS

AKUSZTIKAI VIZSGÁLATOK

# MTA MMSZ Műszertechnikai Főosztály

Levél cím: 1391 Budapest, Pf. 241.  
Telefon: 220-425\* Telex: 22-6936 akamu



## A kölcsön- műszerpark szaporulata

Összeállította: GÖRGÉNYI LÁSZLÓ

### Impulzusgenerátor, 11591 (TR-0308) típus. EMG gyártmány

frekvenciatartomány	0,5 Hz...50 MHz (8 sávban)
impulzusszélesség	10 ns...1 s (8 sávban)
impulzuskésleltetés	10 ns...1 s (8 sávban)
kimenő feszültség	40 mV...10 V
kimeneti impedancia	50 ohm
modulációs frekvencia	
belső modulációnál	250 Hz...50 kHz
külső modulációnál	DC...100 kHz
modulációs mélység	
periódusidő (FM)	15 %
késleltetés (PPM)	30 %
szélesség (PWM)	30 %

### Jelalakgenerátor és frekvenciaszintentizátor 3325 A típus.

Hewlett-Packard gyártmány

frekvenciatartomány	
színusz jelre	1 $\mu$ Hz...21 MHz
négyzetjelre	1 $\mu$ Hz...11 MHz
háromszög és fűrész jelre	1 $\mu$ Hz...11 kHz

MŰSZERÜGYI ÉS MÉRÉSTECHNIKAI KÖZLEMÉNYEK  
1981. 31. sz. p. 59-60.

frekvenciabeállítás felbontása	
100 kHz-ig	1 $\mu$ Hz
100 kHz felett	1 mHz
kimenő feszültség	1 mV...10 V
kimeneti impedancia	50 ohm
amplitudóbeállítás felbontása	a méréstartomány 0,03 %-a
színusz hullám harmonikus torzítása	
harmonikus szint 50 kHz-ig	-65 dB
négyszög felfutási és lefutási ideje	20 ns
fáziseltolás	
tartománya	$\pm 719,9^\circ$
felbontása	0,1 $^\circ$
DC eltolás	
tartománya	$\pm 5$ V
felbontása	4 digit
amplitudómoduláció	
moduláló frekvencia	DC...50 kHz
moduláció mélysége	0...100 %
fázismoduláció	
moduláló frekvencia	DC...5 kHz
tartomány	$\pm 850^\circ$
sweepidő	
lineáris és logaritmikus	0,01...100 s
segédgenerátor frekvencia	
kimenete	21...61 MHz
A készülék GP-IB rendszerben vezérelhető	

### Jelalakgenerátor és frekvenciaszintentizátor 8165 típus.

Hewlett-Packard gyártmány

frekvenciatartomány	
színusz-, négyzet- és	
impulzusjelre	1 MHz...50 MHz
háromszög- és fűrészjelre	1 MHz...20 MHz
kimenő feszültség	10 mV...20 V
kimeneti impedancia	50 ohm és 1 kohm
DC eltolás	0...10 V
hullámforma szimmetriája	20, 50 és 80 %
frekvenciamoduláció	100 Hz...20 kHz
amplitudó moduláció	DC...10 MHz
modulációs mélység	0...100 %
sweepsebesség	0,01...1000 s
A készülék GP-IB rendszerben vezérelhető	

### Szelektív nanovoltmérő, 237 típus.

Unipan gyártmány

méréstartomány	1 $\mu$ V...100 mV
frekvenciatartomány	1 Hz...100 kHz
oktáv-szelektivitás	0,25 és 40 dB
bemenő impedancia	10 Mohm, 20 pF

**Kétsugaras oszcilloszkóp, 1553 (TR-4657) típ.****EMG gyártmány**

képernyő mérete	8 x 10 osztás
függőleges erősítő	
frekvenciatartomány	DC ... 30 MHz
érzékenység	2 mV/osztás ... 20 V/osztás
bemenő impedancia	1 Mohm, 28 pF
felfutási érték	12 ns
vízszintes erősítő	
frekvenciatartomány	DC ... 1 MHz
érzékenység	1 V/osztás
bemenő impedancia	1 Mohm, 30 pF
időalap-generátor	
„A” csatornán	0,02 $\mu$ s/osztás ... 0,5 s/osztás
„B” csatornán	1 $\mu$ s/osztás ... 5 s/osztás

**Digitális RLC mérőhíd, 4261 A típ.****Hewlett-Packard gyártmány**

méréstartomány	
ellenállás mérés	1 ohm ... 10 Mohm
kapacitás mérés	100 pF ... 10 mF
induktivitás mérés	100 $\mu$ H ... 1000 H
disszipációs tényező	0,001 ... 1,9
mérőfrekvencia	120 Hz és 1 kHz
alappontosság	0,2 %

**Polyskop, SWOB 5 típ.****Rohde-Schwarz gyártmány**

frekvenciatartomány	0,1 ... 1000 MHz
wobbuláló löket	0,3 ... 1000 MHz
kimenő feszültség	1 V
kimeneti impedancia	50 ohm
markerek	100 MHz, 100/10 MHz, 10/1 MHz
logaritmusos erősítő	
méréstartomány	10 ... 80 dB
lineáris erősítő	
eltérítés	0,2 mV/osztás
tartozékok	demodulátor, SWOB5Z1 típ. HF mérőfej, SWOB5Z3 típ. állólullámaránymérő

**Kétcsatornás tranziensregisztráló,****DL 922 típ.****Datalab gyártmány**

méréstartomány	100 mV ... 50 V
bemeneti impedancia	1 Mohm, 48 pF
frekvenciatartomány	DC ... 6 MHz
A/D konverter felbontása	8 bit
memória kapacitás	2048 x 8 bit
eltérítési idő	100 $\mu$ s ... 4 s

**Polarizációs mikroszkóp, Standard 18 típ.****Opton gyártmány**

binokuláris ferde tubus okulárok	8x, 12,5x
-------------------------------------	-----------

objektívek	2,5x, 10x, 25x, 48x, 100x
kerekasztal tárgybefogóval	
szögosztásos kerek tárgyasztal	
polarizátor-analizátor beépítve	
beépített világítás	

**Négyszöghullámú polarográf, OH-104 típ.****Radelkis gyártmány**

min. meghatározható	
koncentráció	10 <sup>-7</sup> mol/l
feloldóképesség	40 mV
érzékenységtartomány	5 · 10 <sup>-9</sup> ... 40 · 10 <sup>-7</sup> A/skálárész
indulófeszültség	0,4; 0,8; 2 és 4 V
tastidő	0,2 s
mérésidő négyszöghullámonként	200 $\mu$ s
írásszélesség	250 mm (100 skálárész)

**Biológiai pH-mérő, OP-212 típ.****Radelkis gyártmány**

méréstartomány	6,8 ... 8,2 pH
	1 ... 8 pH
	6 ... 13 pH
ismétlőképesség	$\pm$ 0,005 pH
termosztálhatóság	20 ... 40 °C
regisztráló kimenet	analóg

**Analitikai mérleg, AV IV S/3 típ.****VEB Grosswaagen gyártmány**

méréstartomány	0 ... 200 g
érzékenység	0,01 mg

**Gyorsmérleg, 751.05 típ.****VEB Wägetechnik Rapido gyártmány**

méréstartomány	0 ... 1000 g
tára kiegyenlítés	100 g
leolvashatóság	0,01 g

**Digitális hőmérsékletmérő, DAH típ.****Ganz Műszer Művek gyártmány**

méréstartomány	-195 ... +800 °C
felbontás	
200 °C-ig	0,1 °C
200 °C felett	1 °C
mérőhelyek száma	8
érzékelők	TEP 151 típ. ellenálláshőmérők

**Érintésnélküli hőmérő, 6000 típ.****Ircon gyártmány**

méréstartomány	600 ... 2200 °C
spektrális érzékenység	2 ... 2,6 $\mu$ m
pontosság	1 %
regisztráló kimenet	analóg

Összeállította: RADNAI RUDOLF

**Cross, A.W.: EXPERIMENTAL MICROWAVES**  
*Hertfordshire, Marconi Instruments, 1977. 147 p.*

Az egyik legnagyobb európai műszergyár, az angol Marconi cég kiadásában megjelent szakkönyv a mikrohullámú mérés technika alapjait foglalja össze. A könyv három részből áll.

Az első a hullámterjedéssel kapcsolatos alapismereteket foglalja össze röviden. Ebben az elméleti részben is csak igen kevés egyenlet található, ez annak köszönhető, hogy a cél elsősorban a speciális mikrohullámú szemlélet és gondolkodásmód kialakítása, nem pedig a hullámterjedés egzakt matematikai tárgyalása.

A könyv második része a mikrohullámú mérésekben használt műszereket és egyéb rendszer-elemeket mutatja be. A mikrohullámú jelforrások, detektorok felépítésének és működésének ismertetése mellett jelentőségüknek megfelelően igen részletesen foglalkozik a különböző passzív építőelemekkel.

A befejező részben konkrét mérési összeállítások leírása található. A részletesen bemutatott 10 kísérleti összeállítás mindegyikében egy, vagy több mikrohullámú jellemző mérése szerepel, a mérési eredmények értékelésével együtt.

A könyv legfőbb erénye, hogy nem a cég műszereinek használatát tárgyalja, mint az a hasonló gyári kiadványokban szokásos, hanem általános mérési elveket és mérési összeállításokat mutat be. A könyv szerkezete egységes, nyelvezete tömör, igen jól illusztrált.

**Baker, D.H.—Ryder, E.A.—Baker, N.H.:**  
**TEMPERATURE MEASUREMENT IN ENGINEERING**  
**VOL. I—II.**

*Stamford, Omega Press, 1975, 179 + 509 p.*

A hőmérsékletet mérő műszereket és érzékelőket gyártó amerikai Omega Engineering cég kutató mérnökei ebben az igen részletes és jól rendszerezett könyvben foglalták össze a hőmérséklet méréssel kapcsolatos elméleti és gyakorlati ismereteket.

Az első kötetben a hőmérséklet méréssel kapcsolatos alapfogalmak összefoglalása után a hőelemekkel és azok használatával foglalkoznak. A hőelemek jellemzőin kívül bemutatják a különböző mérési elrendezések kiépítése során szem előtt tartandó szempontokat. Külön fejezet foglalkozik például az érzékelők elhelyezésével kapcsolatos fűrási és rögzítési kérdésekkel.

A második kötet mindenekelőtt az ellenállás hőmérőkkel és a pirométerekkel foglalkozik. A kötet nagyobbik fele speciális hőmérséklet mérési feladatok megoldásainak ismertetése. A szerzők olyan mérési feladatok megoldásában nyújtanak segítséget, mint hőmérséklet mérés gázokban, folyadékokban, láng hőmérsékletének mérése, plazma és nukleáris reaktor hőmérsékletének mérése. A kevés matematikát, de sok szemléletes ábrát tartalmazó könyvet, igen bőszeges irodalom jegyzék egészíti ki. A szerzők összesen több mint ezer szakmai cikket, ill. egyéb forrásművet sorolnak fel az egyes fejezetek végén.

**King, J.G.: AUDIO EQUIPMENT TESTS**  
*London, Newnes-Butterworths, 1979, 158 p.*

A korszerű hangtechnikai berendezések jellemzőinek méréséhez megfelelő műszerezettségre és egységes mérési módszerekre van szükség. A magnetofonok, lemezjátszók, vevők és az egyéb hangtechnikai eszközök egyre tökéletesebbek, a gyártó cégek igyekeznek pontosabban és részletesebben specifikálni gyártmányaikat. A könyv szerzője az angol hangtechnikai szaksajtó egyik legismertebb és legtekintélyesebb szakírója. Ebben a könyvben összefoglalja, a munkássága eredményeit, tömören és átfogóan rendszerezi a hangtechnikai berendezések jellemzésére használt mérési módszereket.

A könyv első része hat azonos felépítésű fejezetből áll, mindegyikben egy-egy önálló témakört dolgoz fel a szerző. Ezek a következők: FM vevőkészülékek, erősítők, magnetofonok, magnetofon szalagok, lemezjátszók, hangszórók. Valamennyi fejezetben az adott eszköz jellemzőinek szabatos megfogalmazása található, majd jel-

lemzőként a méréshez szükséges műszerek felsorolása, a mérés blokk-sémája és a mérés menetének rövid leírása.

A könyv hetedik fejezetében a szerző arra keres választ, hogy milyen kapcsolat van a műszerrel mérhető jellemző értékek és hallható hang minősége között. Ez az egyik legértékesebb része a könyvnek.

King könyvének érdeme mindenekelőtt a rendkívül célratoró tárgyalásmód és az arányos, jól tagolt szerkezet.

**Clifford, M.: MASTER HANDBOOK OF ELECTRONIC TABLES and FORMULAS. 3rd Edition**  
*Blue Ridge Summit, TAB Books, 1980, 322 p.*

Az elektronikai kézikönyv harmadik kiadása 31 fejezetben 96 ábrával és többszáz táblázattal foglalja össze az elektronikában dolgozók számára legszükségesebb adatokat. A szerző gondoskodott a számszerű adatok megbízhatóságáról, a könyvben közölt valamennyi számszerű értéket számítógéppel kétszeresen ellenőriztek.

Az alapvető elektronikai témák mellett az olvasó speciális szakterületek lexikális adatait is megtalálja a kézikönyvben. Néhány ilyen speciális szakterület: hang és akusztika, antennák, hullámterjedés, hőmérséklet mérés, amatőr rádiózás stb.

Az SI bevezetése óta a tervezők számára az egyik legnagyobb problémát a régi mértékegységek átszámítása jelenti. A kézikönyv igen könnyen kezelhető átszámító táblákkal könnyíti meg az eligazodást a legkülönbözőbb régi mértékegységek és a jelenleg használható SI egységek között.

**Osborne, A.—Donahue, C.S.: PET/CBM PERSONAL COMPUTER GUIDE. 2nd Edition**  
*Berkeley, Osborne/McGraw-Hill, 1980, 501 p.*

A számítástechnika emberközelbe kerülésének egyik fontos tényezője, hogy egyre nagyobb számban kerülnek személyes használatba programozható kalkulátorok és számítógépek. A személyi számítógépek közül jelenleg egy amerikai Commodore cég PET sorozatú berendezései a legelterjedtebbek. Jól mutatja ezt az is, hogy több műszergyártó cég PET berendezéseket ajánl automatikus mérőrendszereinek vezérlésére. A PET számítógépek egyre gyakoribb mérés-technikai alkalmazásának egyik fő oka, hogy ezek a berendezések a mérés-automatizálásban egyeduralgokká vált IEC interface egységgel szerelhetők fel. A PET/IEC illesztésről ugyancsak az Osborne kiadó gondozásában jelent meg egy kitűnő szakkönyv, ezt a Közlemények 28. számában ismertettük.

A PET/CBM kézikönyv második kiadása a Commodore cég valamennyi számítástechnikai termékét részletesen ismerteti. A PRT 2011, 2001/N, CBN 2001/B és a CBM 8000 számítógépeken kívül a 2040 és 8050 mag-

nes-lemezes tárcák, valamint a 2022 és 2023 nyomtatók leírását találja meg az olvasó a könyvben. A hardware elemeken kívül a BASIC 4 programnyelvet, valamint a DOS 2.1 és DOS 2.5 operációs rendszereket ismerteti.

A könyvet alapfokú szinten írták, megértéséhez nincs szükség számítógépes képzettségre. A BASIC nyelvvel foglalkozó fejezet például olyan részletes, hogy a könyv egyúttal BASIC tankönyvként is szolgálhat.

**Mateosian, T.: PROGRAMMING THE Z8000**  
*Berkeley, Sybex, 1980, 297 p.*

A mikroprocesszorok használatának elterjedése az utóbbi években döntő hatással volt az egész elektronikai ipar fejlődésére. A 16 bites mikroprocesszorok közül az egyik legsikerültebb az amerikai Zilog cég Z8000 típusa.

Mateosian könyve átfogóan áttekinti a Z8000 felépítésével, működésével és a felhasználásával kapcsolatos kérdéseket. A könyv 10 fejezetből áll. Az első fejezet a gépi nyelven történő programozással foglalkozik általánosságban. A 2...5 fejezetekben a szerző a Z8000 központi egységet és a kiegészítő áramköröket ismerteti. Ezek a fejezetek kevés újat nyújtanak azoknak, akik nagy gyakorlattal rendelkeznek hasonló központi egységek (pl. PDP-11) használatával kapcsolatban.

A 6. és 7. fejezetekben a szerző a Z8000 használata során szükséges B/K műveletekkel foglalkozik. A nyolcadik fejezet több példát mutat be a Z8000 programozására. A kilencedik fejezet egy komplett mikroszámítógép rendszer tervezésének folyamatát mutatja be. A befejező fejezet a Z8000 programfejlesztésének software és hardware segédeszközeivel foglalkozik.

**Hartley, W.G.: HARTLEY'S MICROSCOPY**  
*Oxford, Senecio Publishing, 1979. 220 p.*

Ma már szinte valamennyi műszaki, ill. természettudományi szakterület művelői támaszkodnak napi munkájuk során a mikroszkópokkal megszerzhető ismeretekre. A legtöbb esetben a mikroszkópos szakember valamilyen speciális mikroszkópiai területen dolgozik, elsősorban abban jártas és kevésbé ismeri a többi területet.

Hartley könyvének célja, hogy átfogóan ismertesse a kezdő szakemberek számára a mikroszkópia valamilyen területét. Ennek a célnak megfelelően a szerző nem részletez olyan ismereteket, amelyekre csak egy-egy speciális területen dolgozóknak van szükségük.

A könyv 13 fejezetből áll. Az első három fejezetben az alapvető mikroszkópiai definíciók, a látással kapcsolatos ismeretek és a mikroszkópok fejlődésének rövid áttekintése található. A könyv következő három fejezetét a fényvel kapcsolatos ismereteknek szenteli a szerző. A 7...10. fejezet a minta megvilágításának problémájával foglalkozik. Az egyik legrészletesebb fejezet (11) a mik-



roszkópos kép rögzítésének módszereit, a különböző fényképezési eljárásokat ismerteti. A 12. fejezetben fluoreszcenciás vizsgálatokkal kapcsolatos alapismereteket foglalja össze a szerző. A rövid befejező fejezet a kvantitatív mikroszkópia jelenlegi helyzetével foglalkozik.

A könyv fő erénye, hogy a szerző megtalálta a helyes arányt az egyes témacsoportok között. A könyv az 1962-ben megjelent első kiadás teljesen átdolgozott, bővített kiadása.

**Personick, S.D.: OPTICAL FIBER TRANSMISSION SYSTEMS**

*New York, Plenum Press, 1981, 179 p.*

A száloptikák egyre jelentősebb szerepet játszanak a hírközlésben. Az utóbbi évek intenzív kutatásainak eredményeképpen az 1960-as években még technikai érdekességnek számító adatátviteli módszer napjainkban már teljesítmény és költség tekintetében is felveszi a versenyt a hagyományos technológiákkal.

Personick, aki a TRW Corporation rendszertervező mérnöke, több mint egy évtizede foglalkozik a száloptikák hírközléstechnikai alkalmazásának kérdéseivel. Ez a könyv gyakorlati és elméleti kutatásainak összefoglalása, egy rendkívül tömören és rendszerezetten megírt szakkönyv, minimális matematikával és sok jól sikerült ábrával.

Az első fejezet az alapfogalmak áttekintése. Az optikai kábelek alaptípusainak és jellemzőinek ismertetése mellett a szerző foglalkozik a gyártásukkal kapcsolatos kérdésekkel is. Ebben a fejezetben mutatja be a szerző a hírközlőrendszerekben használatos fényforrások és vevőegységek felépítését és működését.

A könyv második, harmadik és negyedik fejezete optikai hírközlő rendszerek felépítésével, tervezési szempontokkal és mérési módszerekkel foglalkozik. Az ötödik fejezet a hagyományos hírközlőrendszereket hasonlítja össze a száloptikás összeköttetésekkel.

**Jarrett, D.: THE GOOD COMPUTING BOOK FOR BEGINNERS**

*London, ECC Publications, 1980, 296 p.*

A számítástechnika emberközelbe kerülésének természetes következménye, hogy egyre-másra jelennek meg viszonylag kis terjedelmű, alapfokú könyvek, amelyeket a számítástechnikában járatlan, de iránta érdeklődő kezdők számára írnak.

Jarrett könyve célkitűzésben és felépítésben erősen eltér a hasonló tárgyú művektől. A szerző már a bevezetőben tisztázza, nem vállalkozik arra a lehetetlen feladatra, hogy a könyv olvasójával néhány óra alatt megismeresse mindazt amit a számítástechnikáról tudni érdemes.

A szerény és ezért igen szimpatikus célkitűzésnek megfelelő a könyv felépítése. Az egész könyv terjedelmének kb. negyedét kitevő rész rendkívül könnyed, olvasmányos bevezetés, amelyből az olvasó igen sok alapvető információ birtokába juthat, anélkül, hogy elfáradna vagy összezavarodna. Ezen rész elolvasása után az olvasó nyugodtan leteheti a könyvet, mivel az mint tankönyv véget ért. A könyv hátralevő része, ugyanis nem folyamatos elolvasásra szolgál. Ez a rész olyan alfabetikus számítástechnikai lexikon, amelyben többszáz számítástechnikai fogalom szemléletes, egyszerűen leírt magyarázata található. (A címszavak között nagy számban található olyan „szakmai zsargonok”, amelyek a legutóbbi időben terjedtek el és amelyek ismerete nélkül igen nehéz a számítástechnikai cikkek és könyvek olvasása.)

**Noll, E.M.: OSCILLOSCOPE APPLICATIONS AND EXPERIMENTS**

*Indianapolis, Howard W. Sams, 1979, 224 p.*

Az oszcilloszkópokkal foglalkozó szakkönyvek egyre bővülő családjába tartozó könyv szerzője különleges oldalról közelíti meg a témát; a könyv nagy részében korszerű modern oszcilloszkópok működését ismerteti. Ez a tárgyalásmód feltételezi, hogy az olvasó ismeri az oszcilloszkópok alapvető működési elvét és tisztában van a műszerek fő egységeinek működésével.

A modern oszcilloszkópok már nemcsak a jelalakok vizsgálatára szolgáló indikátorok, hanem pontos, mennyiségi méréseket is lehet végezni velük. A szerző részletesen foglalkozik azokkal a különleges technikai megoldásokkal, amelyek lehetővé teszik a különböző jelalakok idő és amplitudó értékeinek számszerű mérését. Külön fejezet foglalkozik a tároló oszcilloszkópok két alaptípusával, az analóg tároló oszcilloszkópokkal és a tranziens rekorderekkel.

A jól illusztrált, egyszerű, érthetően stílusban írt könyv hasznos olvasmány lehet azok számára, akik a belső felépítés és működés megértéséig eljutva kívánnak megismerkedni az oszcilloszkópokkal.

**Pohl, I.—Shaw, A.: THE NATURE OF COMPUTATION**

*Rockville, Computer Science Press, 1981, 397 p.*

A számítástechnikát egyre több új területen használják, így egyre több eredetileg nem számítástechnikával foglalkozó szakembert kénytelen elsajátítani e terület alapfogalmait.

A szerzők igen részletesen foglalkoznak a számelmélettel, viszont indokolatlanul rövid a számítógépek fejlődéstörténetével foglalkozó, különben igen érdekes fejezet. Igen rövid a számítógép hardware-el foglalkozó rész, viszont aránytalanul hosszú fejezetet szánnak a szerzők programozási példák bemutatására.

# SZERVÍZ



Blandford Systems Ltd



**GOULD**

 **Spectra-Physics**

**STRÖHLEIN**

**TEKELEC TA AIRTRONIC**

**marconi**  
instruments

**PHILIPS**

labtest

**LKB**



BLANDFORD SYSTEMS LTD.  
GOULD  
HOTTINGER-BALDWIN MESSTECHNIK  
LABTEST  
AB LORENTZEN & WETTRE  
PHILIPS  
STRÖHLEIN  
TEKELEC-AIRTRONIC  
MARCONI INSTRUMENTS  
LKB  
SPECTRA-PHYSICS



MTA MMSZ  
MŰSZERTECHNIKAI FŐOSZTÁLY

Budapest VI.  
LENIN KRT. 67.

telefon 220-425\*

Telex: 22-6936 akamu

Levél cím: 1391 Budapest, Pf. 241.



varian

# SZERVIZ

**MTS**

**JEOL**

**OPTON**

RADIOMETER  
COPENHAGEN

HEWLETT  
PACKARD

**BRABENDER**

**Beckman®**

**PERKIN-ELMER**

**re** Radiometer Electronics

**REICHERT**

BECKMAN-MÜNCHEN  
BRABENDER  
HEWLETT-PACKARD  
JEOL  
MTS SYSTEM  
OPTON  
PERKIN-ELMER  
RADIOMETER  
RADIOMETER ELECTRONICS  
C. REICHERT  
VARIAN



MTA MMSZ  
SZERVIZKÉPVISELETI FŐOSZTÁLY

Budapest XI.  
BÁRTFAI UTCA  
65.

telefon: 869-844\*

Telex: 22-5114 mtamm

Levél cím: 1391 Budapest, Pf. 241.

# Tájékoztatjuk

ügyfeleinket, hogy az MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálata  
bővítette szervizszolgáltatásait

## LKB-INSTRUMENT GmbH

A-1165 Wien P.O.Box 32.  
Tel.: 46 14 81-82 Tlx.: 75365

által képviselt alábbi cégek szervizképviseletének  
ellátásával

---

### LKB-PRODUKTER BROMMA

ELVÁLASZTÁS-TECHNIKÁHOZ

oszlopkromatográfok

elektroforézis berendezések

fokuszáló elektroforézis berendezések

MIKROSKÓPIÁHOZ

ultra- és hisztomikrotomok

késkészítők

FERMENTOROK ÉS MIKROKALORIMÉTEREK

### LKB-BIOCHROM CAMBRIDGE

AMINÓSAVANALIZÁTOROK

PEPTID SZEKVENCIA-ANALIZÁTOROK

FLUORIMÉTEREK

### LKB-WALLAC TURKU

GAMMA SPEKTROMÉTEREK

BETA FOLYADÉKSZCINTILLÁCIÓS SPEKTROMÉTEREK

BIOLUMINOMÉTEREK

### ENGSTRÖM-MEDICAL BROMMA

RESPIRÁTOROK ÉS ALTATÓGÁZANALIZÁTOROK

### IEC-DAMON

MIKROTOMOK ÉS CENTRIFUGÁK

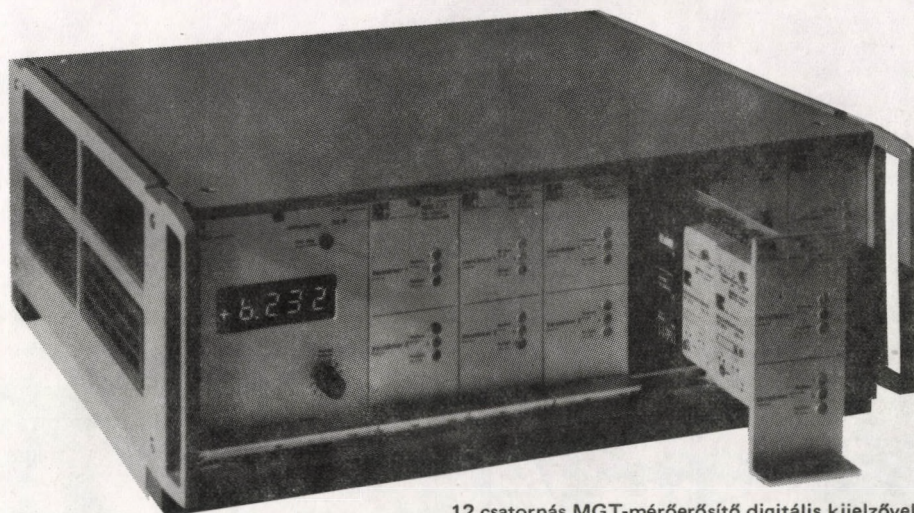
---

Szervizképviselet:  
MTA MMSZ LKB SERVICE  
Budapest VI., Lenin krt. 67.



Telefon: 220-425\*  
Telex: 22-6936 akamu  
Levél cím: 1391 Budapest, Pf. 241.

# ÚJ MÉRŐERŐSÍTŐ MECHANIKAI MENNYISÉGEK VILLAMOS MÉRÉSÉRE



12 csatornás MGT-mérőerősítő digitális kijelzővel

A jól bevált mérőerősítők mellett, a HBM cég ezúttal bemutatja a 3000-es műszer családkhoz tartozó három új MGT-mérőerősítő csoportját.

Ezek az egységek mérőerősítő csatornák, határértékkapcsolók, csúcsértéktárolók, vagy automatikus kiegyenlítő egységek lehetnek. Az egységek 155-féle kombinációs lehetőségével bármilyen feladathoz optimális mérőerősítő választható, kedvező áron.

Az MGT-mérőerősítők, mint vivőfrekvenciás mérőerősítők — vivőfrekvencia 225 Hz vagy 5 kHz — továbbá, mint egyenfeszültségű mérőerősítők állnak rendelkezésre és kívánságnak megfelelően analóg vagy digitális kijelzővel láthatók el.

Az MGT-család kompakt felépítése lehetővé teszi, hogy pl. egy 19"-os fiókba kijelzővel együtt 12 erősítőcsatornát lehessen elhelyezni, mivel egy 1/8-os előlapon két egység található. Az MGT mérőerősítők pontossági osztálya 0,2; alapkiépítésben is változtatható határfrekvenciájú aluláteresztő szűrővel rendelkeznek.

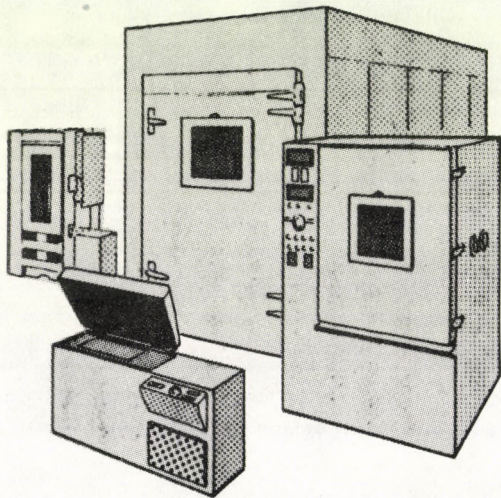
Az MGT-mérőerősítők különösen alkalmasak ipari mérési és ellenőrzési feladatok megoldására. A védősapkával ellátott kezelőszervek biztosítják a védelmet a nem kívánt beavatkozással szemben. A modul felépítés a műszerek könnyű szervizét teszi lehetővé.

**HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH**  
Darmstadt, NSZK

*Képviselet és szaktanácsadás*  
**KOSIMEX EX- UND IMPORT GmbH**  
Bregenzer str. 10. 1 Berlin (West) 15.  
Telefon: 8833035/6 Telex: 0183001

*Magyarországi szervizképviselet*  
**MTA Műszerügyi és Méréstechnikai Szolgálat**  
**MŰSZERTECHNIKAI FŐOSZTÁLY**  
Budapest VI. Lenin krt. 67.  
Levélcím: 1391 Bp. Pf. 241.  
Telefon: 220-425\*  
Telex: 22-6936 akamu

# tudni és nem gyanítani



Minőségi ellenőrzés céljára és gyártmányoknak olyan beállítható környezeti befolyásokkal, mint amilyen a meleg és hideg, magas és alacsony levegőnedvesség, vákuum és túlnyomás, vibráció, folyadékpermetezés, besugárzás, külön-külön vagy akár együttesen történő vizsgálatára

## környezet szimuláló vizsgáló berendezéseket

szállítunk láda-, szekrény- vagy kamra kivitelben, 20 litertől 100 m<sup>3</sup> vizsgálati térrel, szabványos építőszekrény felépítésben vagy egyedi kivitelben egyszerű – vagy programozható vezérlő- és szabályozórendszerrel.

*További információkért  
forduljon:*

**BRABENDER REALTEST GMBH**

D-413 Moers (NSZK)  
Gewerbegebiet  
Tel.: (00492841/5061)  
Telex: 8 121160

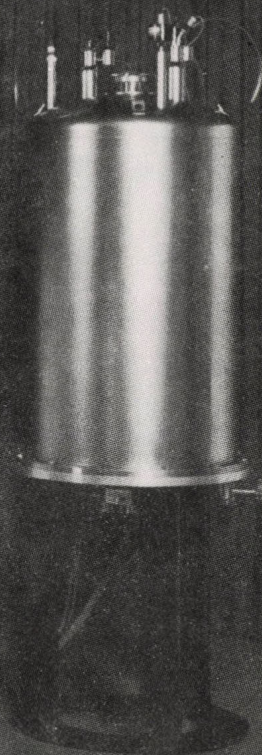
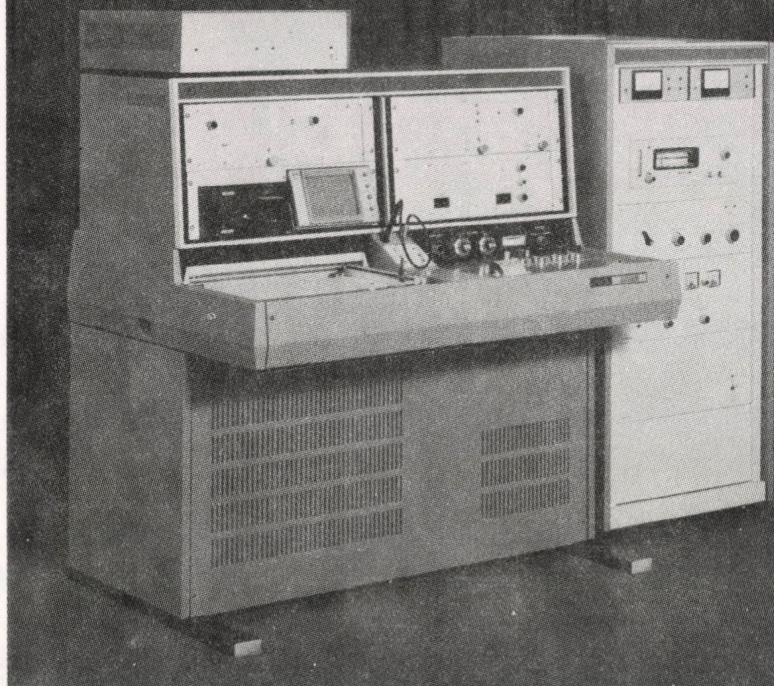
**BRABENDER**

*Szervizképviselő:*

**MTA MMSz Brabender Service**

Budapest, XI., Bártfai u. 65  
Tel.: 869-844\*  
Telex: 22-5114 mtamm  
Levélcím: Budapest, Pf. 241  
1391

# JEOL FX 270 FT-NMR spektrométer



Az FX 270 FT-NMR spektrométer szupravezetős mágnest használ. Frekvenciájával beilleszkedik a JEOL 60, 90, 100, 200 és 400 MHz-es készülékeinek sorába. Az új műszer jellemzői:

- könnyen kezelhető írószerkezet
- a szondák cseréje egyszerű, kombinált  $C^{13}/H^1$  ikerszondával rendelkezik
- szélessávú hangolható szonda
- univerzális PG 200 típusú impulzusadó
- stabil digitális kiértékelés
- korszerű foreground/background CPU rendszer

Részletes információk:

**JEOL GmbH**

A-1190 Wien/Österreich

Felix Mottl Strasse 6.

Tel.: (0043222/348338)

Telex: 847-76172

## JEOL

### Műszaki adatok

Mágneses tér	6,4 T
Furatméret	54 mm
Folyékony hélium újratöltési periódusa:	60 nap
Felbontóképesség ( $H^1$ )	
5 mm-es mintatartóval	0,2 Hz
10 mm-es mintatartóval	0,3 Hz
Érzékenység ( $H^1$ )	
5 mm-es próbatartóval	45 (0,1% etilbenzin)
Multinukleáris mérés	$Rh^{103}$ . . . $P^{31}$ és $H^1$
Frekvenciatartomány	8,4 MHz. . . 109 MHz és 270 MHz
Maximális színképszélesség	50 kHz

Szervizképviselő:

**MTA-MMSz JEOL Service**

Budapest, XI. Bártfai u. 65.

Tel.: 869-844\*.

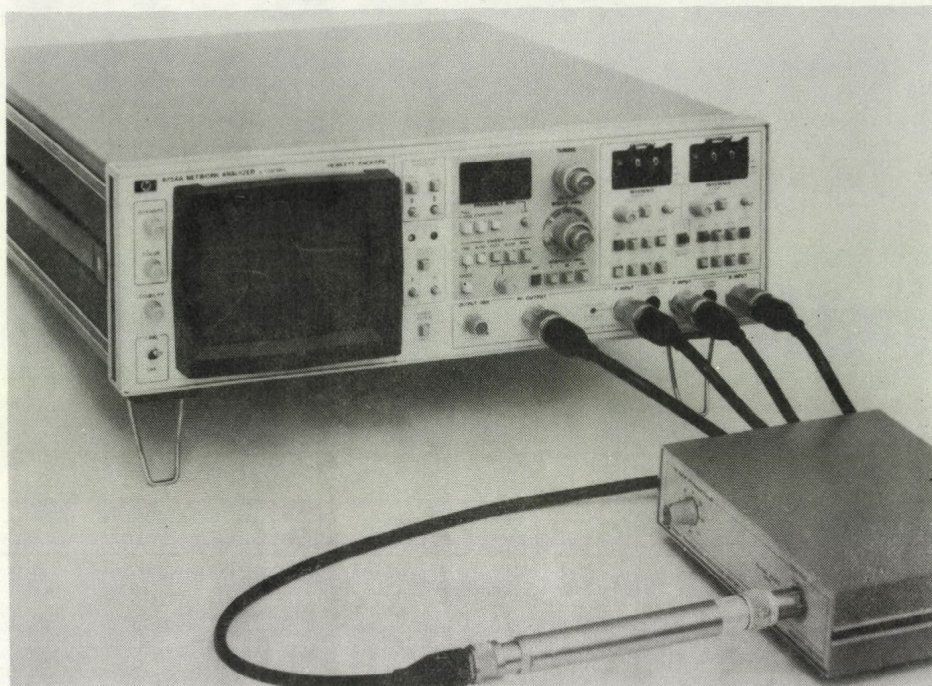
Telex: 22-5114 mtamm

Levélcím: 1391 Budapest, Pf. 241.

---

# HEWLETT-PACKARD

---



## HP 8754-A

- NF hálózatanalizátor  
4... 1300 MHz
- Egybeépített adó, vevő  
és display-egység
- Három bemenet, két  
mérési csatorna
- Dinamika-tartomány  
80 dB

## HP 9826-A

- Tárhelykapacitás  
512 KByte (R/W memória)
- Programnyelv HPL,  
Basic, Pascal
- Beépített mágneslemez-tár  
(Floppy disc)
- Grafikus display



---

*További információkért  
forduljon:*

**HEWLETT-PACKARD GmbH**  
A-1205 Wien/Österreich  
Wehlistrasse 29  
Tel.: (0043222) 35 1621-0

*Szervizképviselő:*

**MTA MMSZ HEWLETT-PACKARD Service**  
Budapest, XI. Bártfai u. 65.  
Telefon: 869-844\*  
Telex: 22-5114 mtamm  
Levél cím: 1391 Budapest, Pf. 241.

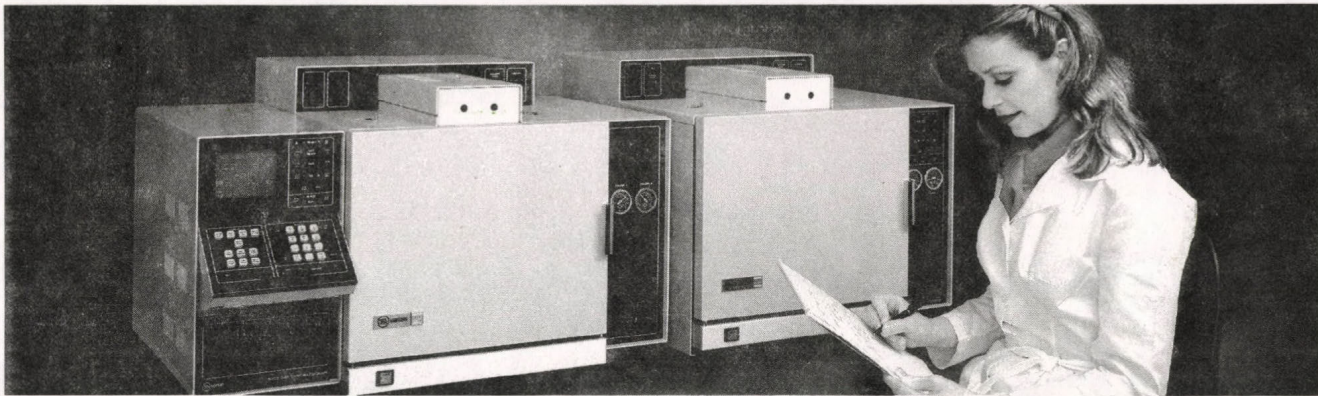
---



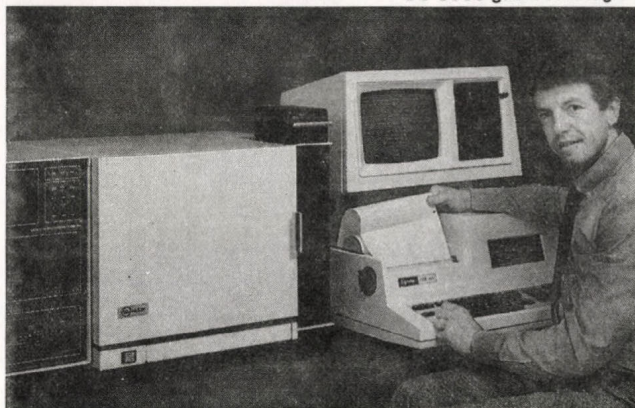
**HEWLETT  
PACKARD**



# Kutatási analitikai problémáját könnyen megoldhatja **Varian műszerekkel és know-how-val**



GC 6000 gázkromatográf és GC 6500 szatellit műszer



VISTA 54 folyadékkromatográf rendszer



AA-1475 atomabszorpciós spektrofotométer

**Az új műszaki megoldások a gázkromatográfiában is hely- és költségmegtakarítást eredményeznek**  
A GC 6000 két oszloppal, mikroprocesszorral és interaktív képernyő/billentyűzettel ellátott gázkromatográf.

A billentyűzettel nyolc mérési módszer tárolható.  
A GC 6000 típ. gázkromatográf a GC 6500 szatellit műszerrel kombinálva több kromatográfot jelent kisebb helyen.

**Az interaktív VISTA 54 folyadékkromatográf-rendszer az elvárható LC kapacitást biztosítja**

Az új Varian VISTA 54 mikrokomputerrel és képernyővel felépített folyadékkromatográf rendszer, mely a sikeres Varian 5000 sorozat, a nyomtató-rajzoló, a négycsatornás

adatfeldolgozás és a VISTA 401 automatikus kezelőrendszer együttes előnyeit használja ki.

**Automatizált atomabszorpciós analízis**

Az új mikrokomputeres AAS rendszer a korábbi konstrukciónál nagyobb teljesítményű és a vele végzett rutin analízisek termelékenyebbek. Az egysugarú AA-1275, vagy a kétsugarú AA-1475 műszerek PSC-55 típusú programozható mintaváltóval és kisműködőgéppel kombinálva egy hatékony automatikus analízáló rendszert eredményeznek az analitikus számára. A mintakezelés rugalmas, automatikus 5 standardig és 67 mintáig. Számítógéppel támogatott adatfeldolgozás és adatmegadás AAS programokkal történik. Új, nagy hatásfokú lángatomizáló rendszer.

*A műszerekről további információt nyújt:*

**VARIAN AG**

CH-6300 Zug/Svájc

Steinhauserstrasse

Telefon: (004124)232575



*Szervizképviselő*

**MTA MMSz Varian Service**

Budapest, XI. Bártfai u. 65.

Tel.: 869-844\* Telex: 22-5114 mtamm

Levél cím: 1391 Budapest, Pf. 241



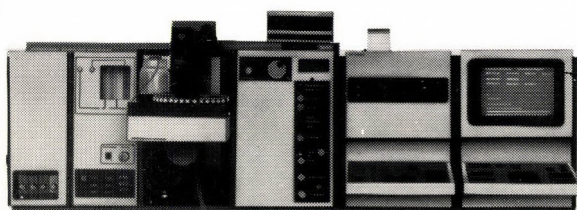
# A Pye Unicam sokéves tapasztalatok alapján világszinvonalon álló analitikai rendszereket gyárt

A PYE UNICAM az analitikai műszerek nagy választékát ajánlja.

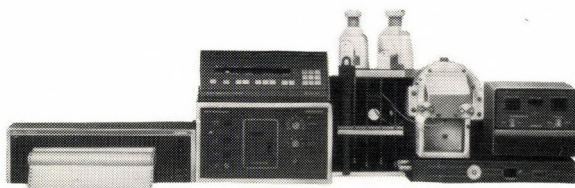
Kórházak és kutatólaboratóriumok ezrei használják világszerte a PYE UNICAM és PHILIPS gyártmányú analitikai műszereket életfontosságú és pontos analitikai vizsgálataik során.

Amikor a minőség és a megbízhatóság mindennél fontosabb, akkor a laboratóriumok igyekeznek az analitikai eljárások során alkalmazható műszerek közül azokat választani, melyekre jellemző a fejlett technológia, a tartozékok széles skálája és a megbízható, világszerte mindenütt megtalálható szervizhálózat.

A PYE UNICAM gyárt ultraibolya-, látható-, infravörös- és atomabszorpciós spektrométereket, gáz- és folyadékkromatográfokat, elektrokémiai mérőkészülékeket, valamint forgalmaz PHILIPS gyártmányú mikrokomputer vezérlésű automatikus béta és gamma számlálókat.



SP atomabszorpciós spektrofotométer rendszer



LC-XP folyadékkromatográf rendszer

A PYE UNICAM MAGYARORSZÁGI ELADÓ- ÉS SZERVIZHÁLÓZATA RÉSZLETEIRŐL, VALAMINT  
A FENTI MŰSZEREKRŐL TOVÁBBI INFORMÁCIÓT NYÚJT:



## Pye Unicam

A Scientific Instrument Company of Philips  
York Street Cambridge CB1 2PX England  
Telefon: (0223) 358866 Telex: 817331

## SERVINTERN ISz.

1078 Budapest, Hernád u. 40.  
Telefon: 424-153, 426-639 Telex: 226801

1982 JAN 05

# ÚJ SZOLGÁLTATÁSUNK



## akusztikai kutató, fejlesztés

- REZGÉSTECHNIKA
- INFRAHANGOK
- HANGFREKVENCIÁS  
TARTOMÁNY
- ULTRAHANGOK

## mérések

- ZENGŐSZOBÁBAN
- SÜKETSZOBÁBAN
- LEHALLGATÓ HELYISÉGBEN

## tervezés - szaktanácsadás

MTA MMSZ  
AKUSZTIKAI KUTATÓLABORATÓRIUM

BUDAPEST XI. BUDAÖRSI ÚT 45.

Telefon: 850-777\*

Levél cím: 1391 Budapest Pf. 241.

Tlx: 22-6936 akamu

