



HÍRADÁSTECHNIKA

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET
FOLYÓIRATA

XXXII.évfolyam
BUDAPEST

1981

5

HÍRADÁSTECHNIKA

XXXII. ÉVFOLYAM 1981. 5. SZÁM

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET FOLYÓIRATA

TARTALOM

DR. BUDINCSEVITS ANDOR:	Fém-kerámia kötéstechológiák az elektroncsőiparban.....	161
	A külföldi szakfolyóiratokból	170
WIENER JÓZSEF:	Összefoglaló a „Posta Kísérleti Intézet Tudományos Napjai”-nak kerek- asztal-megbeszéléséről	171
	Egyesületi hírek	178
BHG ORION TERTA MŰSZAKI KÖZLEMÉNYEK		
SOMFAI FERENC:	Híradástechnikai gyártmányok mechanikai tartósságának vizsgálati mód- szerei és követelményei	181
DR. SZABÓ PÁL— FÜRST LAJOS:	Új típusú URH diplexer	194
KELÉNYI FERENC:	Légrésfólia hazai gyártása	197
	Hírek üzemeinkből	199
	Tartalmi ismertetők	200

A SZÁM SZERZŐI:

Dr. BUDINCSEVITS ANDOR a műszaki tudományok kandidátusa, SOMFAI FERENC okl. vill. mérnök, a BHG Fejlesztési Intézet csoportvezetője, Dr. SZABÓ PÁL okl. vill. mérnök, a BHG Fejlesztési Intézet osztály-vezetője, FÜRST LAJOS okl. vill. mérnök, a BHG Fejlesztési Intézet csoportvezetője, KELÉNYI FERENC okl. gépészmérnök, a BHG szerszám és célgépszerkesztés fejlesztőmérnöke.

Felelős szerkesztő: BOGLÁR GYULA

Szerkeszti a szerkesztőbizottság

A szerkesztőbizottság elnöke: HORVÁTH IMRE

Szerkesztő: ANGYAL LÁSZLÓ

A szerkesztőbizottság tagjai:

Angyal László, Balogh Pál, Bánsághi Pál, Boglár Gyula, dr. Flesch István, Forintos György, Hermann Ákos, Horváth Imre, Jakubik Béla, Laczkó Endre, May Péter, Mérey Imréné, Nagygyörgy Gábor, Tóthmátyás István.

Szerkesztőségi ügyekben és kéziratokkal kapcsolatban felvilágosítást ad: Szöllősi Györgyné, telefon: 495-098.

HÍRADÁSTECHNIKA

A szerkesztésért felelős: Boglár Gyula. Szerkesztőség címe: Budapest V., Kossuth Lajos tér 6—8. 1055. Telefon: 113-027. Kiadja: a Lapkiadó Vállalat, Budapest, Lenin krt. 9—11. 1073. Telefon: 221-285. Levélcím: Budapest, Pf. 223. 1900. Felelős kiadó: Siklósi Norbert. Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető bármely postahivatalnál, a kézbesítőknél, a Posta hírlapüzleteiben és a Posta Központi Hírlapirodánál (KHI, Budapest, József nádor tér 1. 1900) közvetlenül vagy postautalványon, valamint átutalással a KHI 215—96 162 pénzforgalmi jelzőszámra. Előfizetési díj: fél évre 114,— Ft, egész évre 228,— Ft. Egyes szám ára 19,— Ft. Megjelenik havonta. A folyóirat külföldre előfizethető: „KULTÚRA” Külkereskedelmi Vállalat, H—1839 Budapest, Postafiók 149.



HU ISSN 0018—2028

HÍRADÁSTECHNIKA

Fém-kerámia kötéstechológiák az elektroncsőiparban

DR. BUDINCSEVITS
ANDOR

a műszaki tudományok
kandidátusa

Az ultrarövid hullámok és a mikrohullámok elterjedésével az információ és televízió átvitel, valamint a radarberendezések frekvenciatartománya kiterjedt a 100 Mc-től a 10 000 Mc-ig. Ezzel egyetemben a teljesítmény is 200 mW-ról 50 kW-ig növekedett. Az üveg, mint az elektroncsövek vákuumtechnikai szerkezeti anyaga, a növekvő frekvenciáknak és teljesítményeknek kielégítő módon megfelelni már nem tudott. Ultrarövid hullámú adócsövek, mikrohullámú teljesítmény erősítők, klystronok, magnetronok — ez utóbbiak energia kicsatoló ablakai — a növekvő frekvenciák és teljesítmények irányába fém-üveg technológiával, továbbfejleszthetők nem voltak. E téren a félvezetők sem hoztak változást a probléma megoldásában.

A fő nehézséget tehát abban jelölhetnénk meg, hogy az üveg dielektromos vesztesége a teljesítményt követő hőmérséklet emelkedéssel együtt növekszik. Az üveg ezen alapvető anyagi tulajdonsága miatt a cső üvegrészei a nagyfrekvenciás mezőben meglágyulnak és beszívódnak, ami a csövek meghibásodásához vezet.

A probléma megoldását a kutatók a vákuumzáró oxidkerámia szerkezeti anyagokban találták meg. Miként korábban az üveg-elektroncsövek fémbevezetőinél és a fém-üveg adócsöveknél megoldották ezek vákuumzáró fém-üveg forrasztását, hasonlóképpen a fémek és kerámiák vákuumzáró forrasztása várt megoldásra. Az áttérés folyamata fokozatos volt és több mint két évtizedig tartott. Végül megszülettek a korszerű ultrarövid hullámú és mikrohullámú fém-kerámia elektroncsövek, melyek mind a kibővült frekvenciatartományok, mind a teljesítménynövekedés szempontjából — a megfelelő típusok kifejlesztésével — már eleget tudnak tenni a fejlődés követelményeinek.

A vákuumkerámia anyagok elsősorban kis dielektromos veszteségükkel tűnnek ki, amely a hőmérséklet emelkedésével csak jelentéktelen mértékben változik. Tehát az oxidkerámia anyagok kiváló nagyfrekvenciás szigetelők, nagy mechanikai szilárdsá-

guk van, hirtelen hőváltozásokra kevésbé érzékenyek mint az üveg, lágyuláspontjuk jóval az üzemi hőmérséklet felett van. A vákuumkerámiák, mint elektroncső szerkezeti anyagok nagy pontossággal gyárthatók, az elérhető tolerancia $\pm 0,2$ mm, utóköszörülés esetén ez $\pm 0,005$ mm-ig fokozható. További lényeges előnyük az oxidkerámiáknak, hogy a technológiai folyamatok alatt mérettartók maradnak. Szükség volt erre, mert a gyors technikai fejlődés ezt megkövetelte. A mikrohullámú elektroncsövek paramétereinek állandó szigorítása, egyre növekvő precizitást igényelt a csőgyártóktól, ami a geometriai méretek pontosságában nyilvánult meg.

Az általános tapasztalat is azt mutatta, hogy a mikrohullámok használatba vétele csak új szerkezeti anyagokkal és új technológiával oldható meg. A fejlődés ütemét gátolni képes a régi technológiák erőltetett fejlesztése. Új találmányok és megoldások csak a szükség kényszerítő hatása alatt születnek. Ez történt a fém-kerámia elektroncsövek esetében is.

Fém-kerámia elektroncsövek

Fémek és oxidkerámiák vákuumzáró forrasztathóságának első felismerésére a II. világháború alatt a németek jutottak el, az LD típusú mikrohullámú elektroncsövek gyártásával (triódák és tetródák). Az eljárás Mildetől származott s Telefunken módszerként vált ismertté. Milde 98% molibdénport és 2% vasport jól összekevert és organikus kötőanyag hozzáadásával szuszpenziót készített és ezt vékony rétegben, beszórással felvitte a kerámia forrasztási helyére. Ezután a bevonatot -40 °C harmatpontú, száraz, tisztított hidrogén védőgázban beégette, 50 °C-kal a kerámia lágyulásának hőmérséklete alatt, majd 15 perc után átkapcsolt vizen átbuborékoltatott hidrogénre. A kerámia lágyulásának küszöbén kémiai reakció következtében ionos oxidkötő folyadék képződik a két szilárd anyag között és kötés jön létre a kerámia és a molibdénréteg között. Mivel a molibdént csak a nikkel nedvesíti jól, Milde

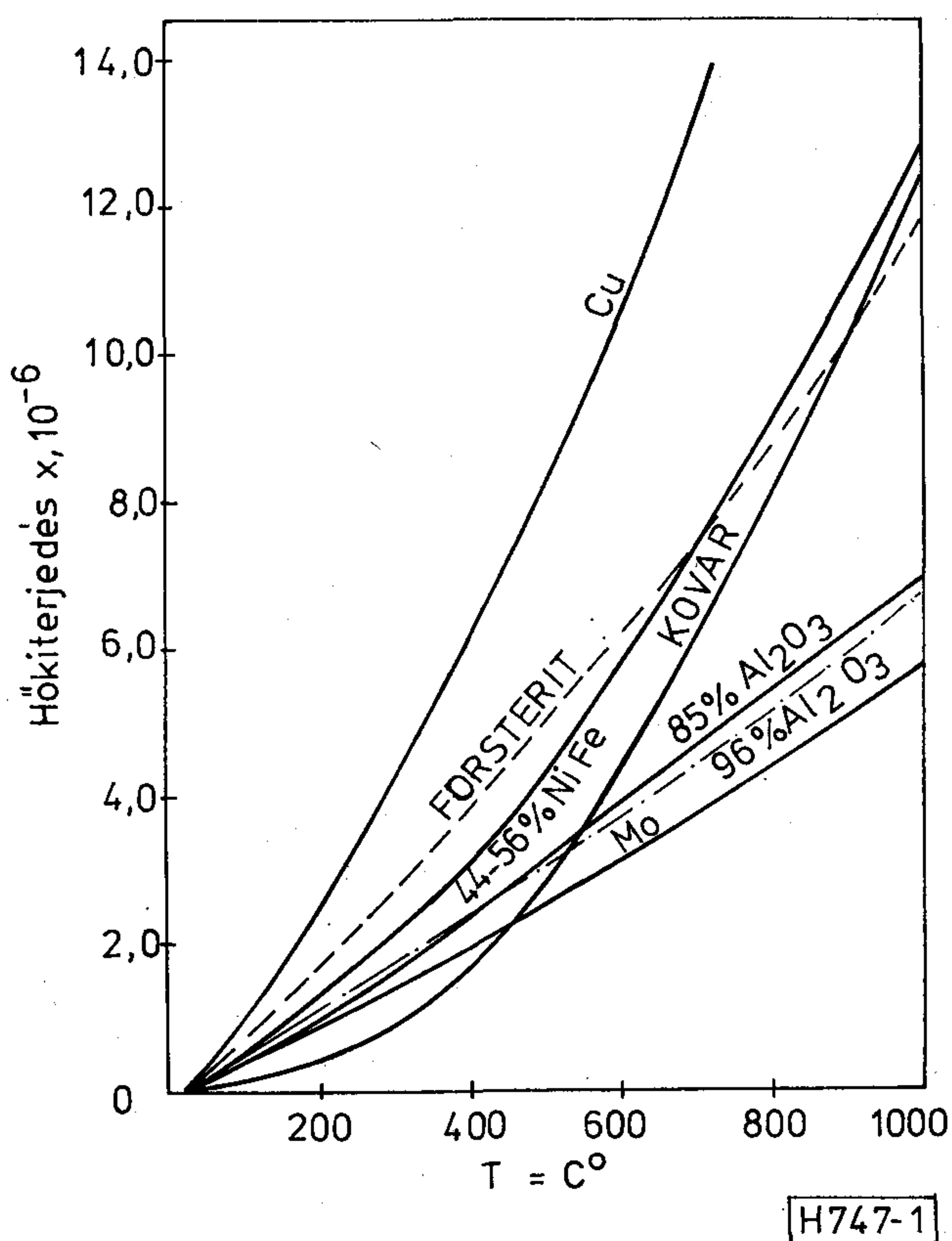
Beérkezett: 1980. VII. 18.

a bevonatra még fémnikkelpor is felvitt. Ezt 1100 °C-on rászinterelte, ismét hidrogén védőgázban. A fémbevonatú kerámiát most már a cső fémalkatrészeivel tiszta ezüst forraszfémrel ugyancsak tisztított hidrogénben összeforrasztotta.

Az első fém-kerámia elektroncsövek Steatit kerámiákból készültek, a fémalkatrészeket pedig kis széntartalmú Armco svéd vaslemezéből mélyhúzással állították elő. A fém-kerámia forrasztás elengedhetetlen feltétele, hogy a két anyag hőtágulási együtthatója lehetőség szerint megegyezzen. Ezért később a Forsterit kerámiák kerültek előtérbe, melyek jobb illeszkedést biztosítottak egy 44–56% összetételű nikkel-vas ötvözzel. Az 1. ábra görbéi különböző fémek, fémötvözetek és kerámiák hőtágulását ábrázolja.

Azonban a Forsterit kerámiák hirtelen hőváltozásokra nem voltak ellenállóak és a gyors felfűtéskor megrepedtek. Ezért a Forsterit fém-kerámia mikrohullámú elektroncsövek használati előírásában lassú felmelegedési időt írtak elő, ami kb. 20 perc időtartamú volt. A fém-kerámia mikrohullámú csövek felfűtésének ezen korlátai főleg a katonai alkalmazást érintették.

A Telefunken fém-kerámia forrasztási eljárást a háború után az amerikaiak is átvették és módosították. Az első ilyen jelentős módosítás az aktív fém-kerámia forrasztási eljárás volt. A General Electric kutatója F. C. Keleey 1948-ban javasolta az aktívforrasztás módszerét, majd ugyanott 1950-ben R. J. Bondley dolgozta ki végleges eljárásaként.



1. ábra

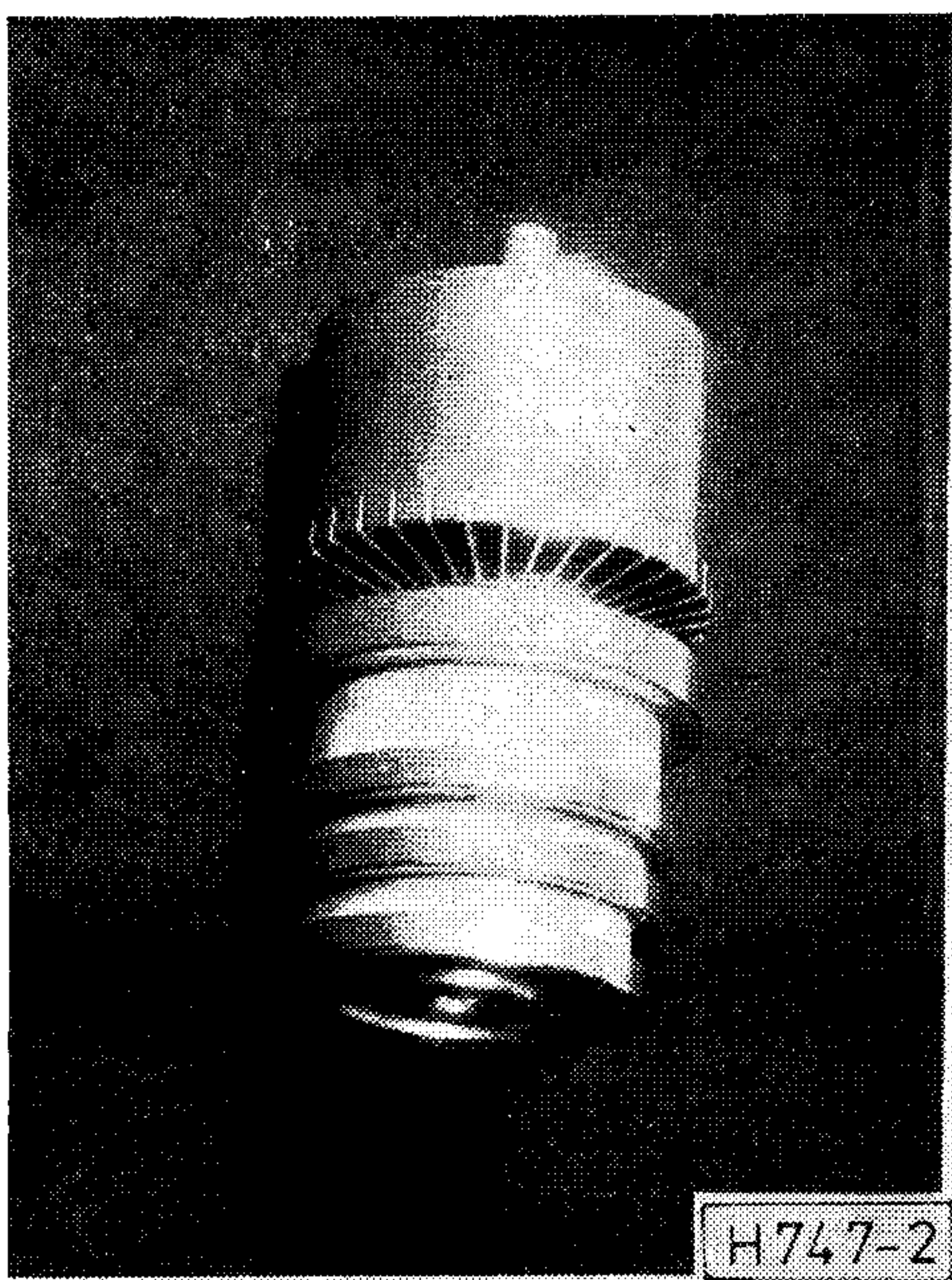
Ezek után a fém-kerámia forrasztásos technológia további tökéletesítése két irányba folytatódott:

- előfémezéses fém-kerámia (Telefunken eljárás),
- aktív fém-kerámia (General Electric eljárás).

Végül az ötvenes évek végére a fém-kerámia elektroncsövek kerámia anyagának problémái is megoldódtak, a kutatók és a csőgyártók áttértek a magas alumíniumoxid-tartalmú, nagyszilárdságú alfa-korund nagykeménységű kerámia anyagokra.

A hazai fém-kerámia kísérletek is ebben az időben indultak meg a Távközlési Kutató Intézet elektroncsőfizikai laboratóriumában. A kísérleteket már kezdetben egy 76% Al_2O_3 tartalmú és adalék anyagokat tartalmazó alumíniumoxid kerámiával kezdték, amely az amerikai Alsimag 491-es típusnak megfelelő összetételű volt. Ezek az alumíniumoxid vákuumkerámiák tömör finom kristályszemcsés szerkezettel bírtak és vákuumzárók voltak. Anyagukban a kristályfázis volt túlsúlyban az amorffázissal szemben (üvegfázis). Ez elérhető volt az adalékanyagok megfelelő megválasztásával, ugyanakkor összetételükkel biztosítani lehetett a hőtágulási együttható pontos beállítását. Az adalék fluxusanyagot is tartalmazott, mely a szinterelés folyamata alatt mineralizátorként elősegítette a kristályfelületek összenövését, miáltal homogén vákuumzáró polykristályos textúra képződött. Ezeket a vákuumkerámiákat a laboratóriumban készítették az ismert porkohászati eljárás szerint.

Egyes adalékanyagok kis mennyiségével már jelentős hatást lehet elérni. Ismeretes a tiszta Al_2O_3 2030 °C-os olvadáspontja és az 1900 °C-os szinterelési hőmérséklete. Ezt a magas hőmérsékleti értéket, a gyakorlati szintre kellett csökkenteni anélkül, hogy a nagyfrekvenciás paraméterek túlságosan leromlanának. A vákuumkerámiák égetésének művelete a legkritikusabb része a gyártástechnológiának. Laboratóriumi körülmények mellett egyenletesség, méretpontosság és porozitásmentesség, csak egyenletes és kellő magas hőmérsékletű elektromos fűtésű kemencében volt biztosítható. Viszont az égetés hőmérsékletének felső határát a fűtőelemek gazdaságosan üzemeltethető hőmérséklete korlátozta, ami egyben az Al_2O_3 -tartalom meghatározója is volt. Azonban a fém-kerámia technológia fejlődésével az égetőkemencék is egyidejű fejlődésen mentek át. Ma már rendelkezésre állnak automatikusan szabályozott, 1800 °C hőmérsékletű gázfűtésű kemencék. Hasonlóan az elektromos fűtésű kemencék is fejlődtek, ma már elérhető az 1500–1750 °C, javított minőségű szilíciumkarbid vagy molibdéndiszilicid fűtőelemekkel, ezzel lehetőséget adva a magas alumíniumoxid-tartalmú vákuumkerámiák gyártásának. Napjainkban az URH és a mikrohullámú fém-kerámia csőgyártás gyakorlatában általánossá váltak az 1700 °C-on szinterelő 96% Al_2O_3 -tartalmú Alsimag 614-es típusú kerámiák, az adalékanyagok 4%-a pedig elegendő a paraméterek beállítására. Ezzel megvalósulhattak az 5–10 kW-os ultrarövid hullámú generátorcsövek, több MW-os impulzusüzemű mikrohullámú klystronok, magnetronok ez utóbbiak energia kicsatoló ablakai, melyek nem valósulhattak volna meg nagy tisztaságú alumíniumoxid fém-kerámia kötésű elektroncsövek nélkül,



2. ábra

biztosítva ezzel a továbbfejlesztés útját. A 2. ábra 1 kW-os URH adócsövet ábrázol, koaxiális csatlakozással.

Fém-kerámia forrasztások problémái

A következőkben tárgyaljuk a fém-kerámia vákuum-kerámia vákuumzáró forrasztásának technológiáit, valamint fémek és kerámiák nedvesítésének problémáit, a hazai kutatások és a külföldi eredmények felhasználásával.

Fémek és kerámiák ezüst vagy réz és eutektikum forrasztóanyagokkal történő forrasztásos technológiája a nemzetközi irodalomban egy- és kétlépcsős eljárásnéven vált ismertté. Az egylépcsős aktív forrasztásos módszer szerint, a Bondley által ismertett aktív forrasztás kiváló kötést biztosít a fémek és a nem fémes kerámiák között. Ugyanis a periodikus rendszer IV/b csoportja egyes elemeinek jelenléte, mint a fémtitán vagy fémszirkon oxigén elvonó hatása folytán a forrasztás helyén az ezüst vagy réz forrasztóanyag jól nedvesíti az oxidkerámiákat. A tiszta fémek vagy a réz-ezüst eutektikum a folyási hőmérsékleten a titán hatására szétfolynak az oxidkerámia felületén és kötést eredményeznek a két különálló anyag között. A kerámia anyagának kristályszerkezetébe behatoló forrasztóanyag a kerámián látható elszíneződést okoz. Tehát az aktív eljárásos fém-kerámia forrasztások minden előkezelés nélkül, egyszerűsítve a kerámia forrasztást, egyetlen műveletben elvégezhető. Egy súlyrész réz és két súlyrész titánport jól össze kell keverni, ebből kívánt méretű gyűrűket préselni, ezt elhelyezik a fém és kerámia közé vagy a titánporból alkoholos pasztát készítenek, ezzel bevonják a kerámiát és egy rézgyűrűt tesznek a forrasztás helyére. Az aktív forrasztást nagyon tiszta argon védőgázban, de legtöbb esetben magasvákuumban $1 \cdot 10^{-5}$ torr-nál végzik el. A magasvákuumban a réz a folyási hőmér-

sékleten a titán nedvesítő hatására szétfolynak a kerámia felületén, behatol a kristályszerkezet határfelületébe, és a kerámia elszíneződéséből következtetni lehet a penetráció mélységére mely kb. 0,2 mm. Ez gyakorlati érték és jellemző a kötés szilárdságára.

A kétlépcsős módszer egy előfémzésből és egy forrasztásos fázisból tevődik össze, mint azt fent már a Telefunken eljárásnéven ismertettük.

Fémek és kerámiák nedvesedése

Egy fémalkatrész és egy nem fémes anyag, mint a kerámia vákuumzáró forrasztásos kötést és kötési szilárdságát a felületi energiák és nedvesedési tulajdonságok határozzák meg.

A forrasztáskor fellépő nedvesedés körülményeinek elméleti leírására az irodalom kevés konkrét értéket és utalást ad. Bailey és Watkins megállapítják dolgozatukban, „hogy azok az okok, amelyek a forrasztásos kötésben különbségeket adnak nem ismeretesek, mert az alapvető tényezők, amelyek a folyást befolyásolják, nem eléggé ismertek”. Ha ezután a probléma elvi összefüggéseit keressük, akkor a forrasztás lényegében nem más, mint két különálló fém között egy folyékony harmadik fém vagy fém-ötvözet által létrehozott szilárdsági kötés. A forrasztóanyag mint olvadék alacsonyabb hőfokú, mint bármelyik forrasztandó alkotó olvadáspontja, ami nem zárja ki, hogy a szilárd alkotók az olvadékban legalább részben ne oldódjanak vagy az olvadék a szilárd alkotókkal diffúziós egyensúlyba ne kerüljenek. A fent idézett szerzők szerint is forrasztás csak akkor lehetséges, „ha az olvadék oldhatósága vagy az intermetallikus fázisok lehetősége fenn áll”.

Bár ez a megfontolás nem minden esetben abszolút érvényű. Ennek illusztrálására álljon itt egy elvi példa; ha egy olyan mechanikai illesztést sikerülne készíteni, amely annyira tökéletes, hogy a felületi atomrétegek közötti távolság az egész felületen nagyságrendileg megegyezik a két fém felépítő atomsík távolságával, akkor magasvákuumban a két felület összeérítésekor teljes értékű szilárdsági kötést kell kapni, még abban az esetben is, ha semminemű diffúzió a felületeken nem lép fel. Ez bizonyos esetekben megvalósítható plasztikus fémekkel, a hőmérséklet némi emelésével és kellő nagy nyomáson, az eljárás hidegforrasztásnéven vált ismertté — lásd termokompressziós kötések.

Az egy- és kétlépcsős fém-kerámia forrasztásoknál, ha optimális szilárdságú kötést akarunk elérni, akkor tanulmányozni kell az alkalmazott anyagok forrasztásos kötési képességét, ill. a nedvesedés feltételeit.

A nedvesedés a folyadékok azon törekvése, hogy a fellépő felületi feszültség hatására, minimális felületet és a legalacsonyabb energiaállapotot hozza létre. A minimális felületből és a felületi feszültségből származó energia hatása teljes egészében a szappanbuboréknál tapasztalható, mikor ez tökéletes gömb alakot vesz fel. Azonban a kétfázisú rendszereknél ugyanolyan nagyságrendű határfelületi (interface) energiák keletkeznek, mint valamely szilárd felületen az olvadt fémcsepp határfelületén,

azzal hogy a folyékony fázisban többlet szabad energia tapasztalható. Ezt a határfelületeken jelentkező többlet energiát az idegen atomok okozzák és az összetételtől függően más és más határfelületi feszültség érvényesül. Tárgyalásunk szempontjából különösen fontos az a tény, hogy a határfelületi energiák meghatározzák a rendszer nedvesedési sajátosságait, egy szilárd—folyadék—gőz fázisrendszerénél, mint amilyen előfordul fémek és kerámiák forrasztásánál.

A fent leírtaknak megfelelően egy szilárd felületen megdermedt fémcsepp alakján mérhető Θ kontaktszög jellemző a felületi energiára és a rendszer nedvesedésének a mértékére, nagysága pedig 0° -tól, 180° -ig változhat. Tehát fémek és nemfémek nedvesedésénél a forrasztanyag anyagi minőségétől függően három fő esete lehetséges a határfelületi (interface) energiának:

- A folyadékcsepp lencse alakot vesz fel, de nem képez réteget a felületen; $\Theta < 90^\circ$ -nál.
- A folyadékcsepp megtartja csepp alakját és nem nedvesíti a szilárd felületet: $\Theta > 90^\circ$ -nál.
- A folyadékcsepp egyenletesen szétterül és bevonja a szilárd felületet: $\Theta = 0^\circ$ -kal.

A szétterülés mértéke a három határfelületi feszültségből származik és határértékei a 3. ábrán láthatók.

Tehát a szabad felületi energia meghatározható az egységfelületre jutó energia növekedésével (erg.cm^{-2}) és egyenlő a folyékony fázisban fellépő egységhosszra jutó felületi feszültséggel (din.cm^{-1}). A felületi feszültség alakulásában bonyolult hatást fejtenek ki a különböző anyagok atomjai a szilárd- és fo-

lyadékfázis határfelületén, amely a Θ kontaktszög változásán tapasztalható, és a szétterülés mértékét megadja a három határfelületi feszültség viszonya;

- szilárd_S és gáz_V közötti σ_{SV}^* ,

* S = Solid, L = Liquid, V = Vapor.

- folyadék_L és gáz_V közötti σ_{LV} ,

- szilárd_S és folyadék_L közötti σ_{SL} .

A szilárd fázis felületén a folyadékcsepp folyására vonatkozó hajtóerő arányos a $\sigma_{LK} \cos \Theta$ -val, amit a következő egyenlet ad meg:

$$\sigma_{LV} \cdot \cos \Theta = \sigma_{SV} - \sigma_{SL}$$

és ebből:

$$\cos \Theta = \frac{\sigma_{SV} - \sigma_{SL}}{\sigma_{LV}}$$

A szétfolyás szempontjából kívánatos, hogy a szilárd fázis felületi energiája nagy legyen, és a szilárd—folyadék határfelületi energiája kicsi legyen. Akkor bármely változás a σ_{LV} -ben ki fog ugyan hatni a kontaktszögre, de nem lesz hatásos a kapilláris nyomásra, mert a szilárd felület energiája σ_{LV} jelentékenyen nem növelhető. Következésképpen egy adott rendszerben a nedvesítés, ill. a forrasztási tulajdonságok javítására az a faktor érdekes, amely a szilárd—folyadékfázis határfelületi energiáját csökkenti.

A folyadékcseppen levő szabad felületi energia következménye a felületi nyomáskülönbség, amelyet a következő formula ad meg:

$$\Delta P = \sigma \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} \right)$$

R és R' a folyadékcsepp görbületi rádiusai.

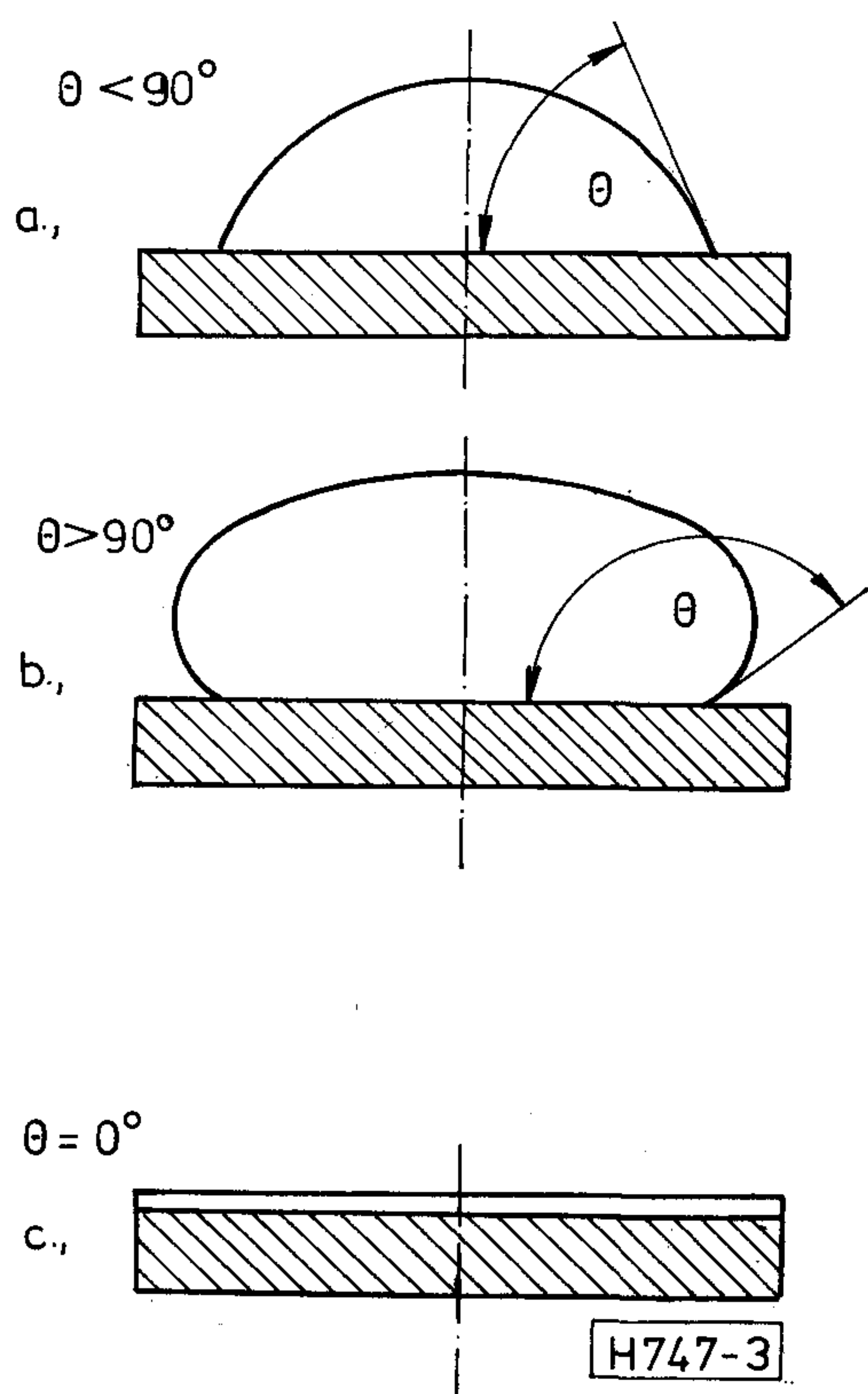
Ez a nyomáskülönbség idézi elő, hogy egy folyadék felemelkedjék vagy lesüllyedjen egy kapillárisban, mindaddig amíg a felületi energiából származó nyomás, egyenlő nem lesz a hidrosztatikus nyomással. A felület görbületének a rádiusa a kapillárisban az a nyomás, amely a forrasztanyagot az illesztékbe viszi és azonos a fém-kerámia forrasztás alatt fellépő erővel. Tehát a hajtóerő ugyanaz, amely a folyadék áramlását okozza az illesztékben és arányos a felületi feszültség szorozva a kontaktszög cosinusával.

A forrasztfém folyási távolságát illetően, a horizontális illesztékek között a távolságnak nincs határa, azonban a vertikális illesztékben felfelé a folyadék nem fog vég nélkül folyni. Az a maximális magasság, amely kitöltődhet a vertikális illesztékben amikor a felületi feszültségből származó nyomás kiegyenlítődik a hidrosztatikus nyomással.

A szétfolyási tényezőt az S-et Harkins vezette le és meghatározta a következő formulából;

$$S_{LS} = \sigma_{SV} - (\sigma_{LV} + \sigma_{SL})$$

ahhoz, hogy szétterjedés jöjjön létre szükséges, hogy σ_{LS} pozitív legyen. A szétterjedés elegendő feltétele, hogy a folyadék—gőzfázis határfelületi energiája



3. ábra

kiseb legyen, mint a szilárd–gőzfázis határfelületi energiája ($\sigma_{LV} < \sigma_{SV}$).

További jelentős tényező a fém-kerámia forrasztásoknál az atmoszféra hatása, ill. a védőgáz anyaga és összetétele. A védőgáz hatásosan megváltoztatja a folyadékfázis felületi energiáját. Nézzünk például két határesetet; egy szilárd felületen a folyadék ezüstcsepp felületi energiája héliumgázban $1142 \text{ erg}\cdot\text{cm}^{-2}$ ugyanez levegőben (nitrogén és oxigén keverékében) $350 \text{ erg}\cdot\text{cm}^{-2}$ -re csökken. Ebből arra következtethetünk, hogy fém-kerámia forrasztásoknál kis mennyiségben az oxigén jelenléte nem minden esetben káros. Lehet előnyös is, míg nem képződik összefüggő atomos oxidhártya, mely megakadályozza az olvadt forrasztó nedvesítését, azaz az olvadék szétfolyását a szilárd felületen. A fent leírt aktív forrasztási eljárás éppen ezen jelenség kihasználásán alapszik, az eljárásnál felhasználjuk a titánfém oxigénelvonó hatását a felületi feszültség energiájának csökkentésére.

Az elektroncsőgyártásban az aktív forrasztásos eljárás hátrányos volta rövid idő múlva megmutatkozott, mert a kerámia mikrohullámú csövek bonyolult technológiája csak magas vákuumban $1\cdot 10^{-5}$ torr-nál végezhető el. Így biztosíthatók az aktív forrasztáshoz szükséges feltételek, megakadályozva egy összefüggő oxidhártya képződését. Azonban a vákuumban történő forrasztás alatt a forrasztó erősen párolog és a kerámia felületeire fémverődék kondenzálódik, ami kellemetlen átvezetésekre és csillapításokra vezet. A fémverődéket a kerámiákról utólag tökéletesen eltávolítani szinte lehetetlen. A fém-kerámia iparban a fémverődék eltávolítására, ill. megakadályozására több módszert dolgoztak ki. Az általánosan alkalmazott eljárás, hogy utólag homokfúvással tisztítják meg a kerámiák külső felületeit. A nagy tömegben gyártott fém-kerámia elektromos átvezetőknél, ez gazdasági okokból jól bevált. Fém-kerámia elektroncsöveknél az elszennyeződés miatt inkább az árnyékoló sablonokat alkalmazzák vagy a kerámiák külső felületeit tiszta alumíniumoxid pasztával vonják be, mely a forrasztás hőmérsékletén nem kötődik a kerámiához s ezért utólag letörölhető. Azonban ezek a módszerek számos hibát rejtenek magukban. Az elmondottak az előfémmezéses kétlépcsős eljárásnak az előnyeit indokolják, mert ott atmoszferikus védőgázban jelentéktelen párolgás tapasztalható.

Ezzel a hazai fém-kerámia forrasztás kutatási problémaköre is megosztódott. Dr. Koncz István a HIKI, ill. az Adócsőgyár kutatója az aktív forrasztásos technológia kutatási feladatát választotta, aki a hazai fémtitángyártás kutatását irányította abban az időben. A TKI kezdettől fogva az előfémmezéses Telefunken eljárás tökéletesítésével folytatta a fém-kerámia mikrohullámú elektroncsövek kutatását és a tapasztalataikat időnként kicserélték.

A fém-kerámia elektroncsövek gyártásánál sem nélkülözhető a belső fémalkatrészek magas hőfokon történő gáztalanítása, hőkezelése. Ennek következménye: az előre nem látható belső helyeken is fémlecsapódások keletkeznek, melyek rendszerint a cső üzemképtelenségét okozzák. Mindezek elkerülésére

már a tervezésnél több módszert is bevezettek a gyártástechnológiába. Az első és lényeges szempont a forrasztófémek tisztasága: nem tartalmazhatnak könnyen párologó elemeket és alacsony tenziójú szennyezéseket. A laboratóriumi munkában maguk állították elő a különböző olvadáspontú, alacsony tenziójú forrasztófémeket, ötvözeteket. Ezeket tiszta argonban megolvastották, majd vákuumban a folyási hőmérséklet fölé hevítették és kipárologtatták az alacsony tenziójú szennyezéseket. Továbbá a forrasztásokhoz kifejlesztették a forrasztósablonokat, melyek a külső részeket is árnyékolják. Az 1. táblázatban összefoglaltuk a különböző alacsony tenziójú forrasztóötvözeteket, összetétel, olvadáspont- és folyási hőmérséklet szerint.

Molibdén — mangán előfémmezéses eljárás

Az évek során az eredeti Telefunken előfémmezés is módosult, az új változat hamarosan nemzetközileg általánosan elfogadott eljárás lett. A General Electric kutatója H. J. Nolte 1952-ben javasolta, hogy az előfémmezéses eljárásnál alkalmazott magas olvadáspontú fémekhez, mint a kolumbium, tantál, réhnium, volfram vagy a molibdénhez az új eljárás szerint 4:1 arányban adagoljunk fém mangánport. Ezt finomra összeőrölve és organikus kötőanyag hozzáadásával szuszpenziót készítve, ecsettel vékony rétegben felvisszük a kerámia forrasztási helyére. A beégetést a már ismert módon a kerámia lágyulásának hőmérséklete alatt 50°C -kal végezzük. Az eljárás nagy előnye, hogy atmoszferikus nyomású formálógázban elvégezhető ($\text{N } 85\% + \text{H}_2 \text{ } 15\%$). Nincs szükség nagy tisztaságú száraz -40°C harmatpontú hidrogénre, melyre a vapore érzékenysége miatt volt szükség. A második lépcső a forrasztáshoz hasonlóan formálógázban készíthető el. Ezzel Nolte egy komplett technológiai sort alakított ki fém-kerámia adócsövek, klystronok és magnetronok megbízható gyártására.

A mikrohullámú fém-kerámia elektroncsövek konstrukciója egyre bonyolultabb lett. Ennek következménye a forrasztások számának megszaporodása, amit szerkezeti és szerelési okok indokolnak. A csövek összeépítése egyidejű forrasztással már nem volt megoldható. A felmerült problémát a lépcsőzetes forrasztásos technológiával oldották meg. Az új eljárás egymást követő forrasztások sorát írja elő. Ennek megfelelően, olyan forrasztóötvözetekre lett szükség, amelyek növekvő olvadáspontja biztosítja az előző forrasztásokat, hogy a következő műveletek alatt szét ne olvadjanak. Az esetleges elmozdulások lehetetlenné tennék a központos mérettartást. Ilyen forrasztóötvözeteket az 1. táblázatban találunk.

A továbbiakban a csőgyártás növekvő precizitása következtében a korábban alkalmazott grafit-sablonok már nem feleltek meg a követelményeknek. Bevezették a pontos fémsablonban történő forrasztásokat. A sablon tartós krómoxiddal volt bevonva. Ezzel elkerülhették a sablonnak a fémhez vagy a kerámiához való kötődését. A tartós krómoxid bevonatot magából a szerszám anyagá-

**Különböző olvadáspontú, alacsony tenziójú
forraszfémek**

Összetétel súly=%	Olvadáspont °C	Folyási hőmérséklet °C
Ag 45% + Cu 35% + Sn 20%	600	625
Ag 63% + Cu 27% + In 10%	685	710
Ag 72% + Cu 28%	779	785
Ag 58% + Cu 32% + Pd 10%	825	850
Au 35% + Cu 65%	850	920
Ag 100%	960	1050
Au 82% + Ni 18%	950	1100
Ag 80% + Pd 20%	1070	1175

ból állították elő. Ezeket a forrasztósablonokat krómtartalmú acélból készítették, mint a Kor 5-ös és utólag hosszantartó nedves hidrogénban 900 °C-on izzították és így állították elő a sablon felületein. Az eljárás alatt egyenletes tartós, a fémhez jól kötődő krómoxid képződik.

A fém-kerámia elektroncsövek kialakult konstrukciója egy általános geometriai felépítésre vezetett, amely gyűrű alakú alkatrészek egymásra helyezéséből áll. Az így módon bezárt tér alkotja a cső vákuumterét és tartalmazza a cső aktív alkatrészeit. A krómoxid forrasztósablon alkalmazása a geometriai felépítésből következik, mert biztosítja az alkatrészeknek a központos egymásra illesztését és megtartását. Sok esetben a sablon zárófedele gyenge nyomást fejt ki az illeszkedésre. A forrasztás megfelelő méretű és súlyú forraszgyűrűkkel több fázisban végezhető el, gyakran a cső végső lezárását összeillesztett fém–fém peremek argonív vagy elektronsugaras beolvasztásával zárják le. A forrasztások minden esetben védő atmoszférában a forraszfém folyási hőmérsékletén végezhető el, majd egy hidegzónában a kályhában hagyják kihűlni.

Mind az ultrarövid hullámú, mind a mikrohullámú nagyteljesítményű adócsöveknél a jobb hőelvezetés céljából, valamint az elektromos rezgőkörökhez való közvetlen csatlakozás okából, elkerülhetlenné vált tömör, nagy keresztmetszetű réz alkatrészek közvetlen kötése a kerámiához. Azonban a réz és a kerámia között számottevő hőtágulási differencia áll fenn. A felmerült probléma megoldására a kutatók egymástól függetlenül több megoldást dolgoztak ki, réz és kerámia forraszthatóságára. A tetemes hőtágulási differencia megoldására vizsgálatokat végeztek a forrasztás helyén fellépő erőhatások megoszlására. A mérések azt mutatták, hogy a konstrukciótól függően a réz és kerámia forrasztási helyén esetenként több irányú és nagyságú feszültséggel kell számolni:

1. Axiális irányú feszültség.
2. Tangenciális irányú feszültség.
3. Radiális irányú feszültség.

Ezen kívül a feszültségek megkülönböztethetők, úgymint húzó és nyomó irányú feszültségek.

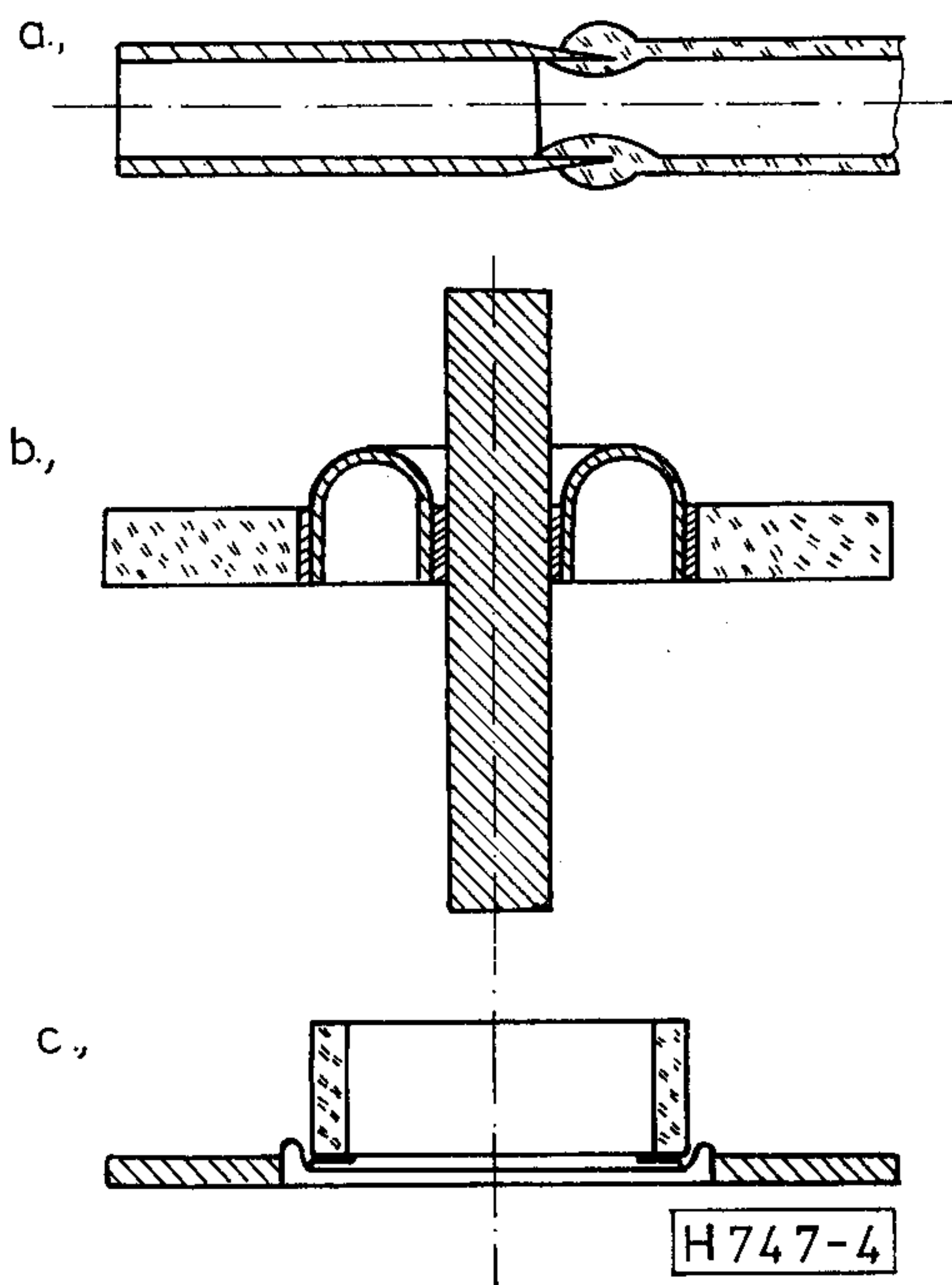
A tengelymenti, axiális irányú, feszültségek megszüntethetők, ha az alkalmazott fémek és kerámiák minél jobban megközelítik egymás hőkiterjedését és a hőmérséklet emelésével együtt azonos mértékben változnak. Ez réz esetében nem áll fenn.

A tangenciális feszültségek a minimumra csökkenthetők megfelelő konstrukciós megoldásokkal, ha arra törekszünk, hogy a forrasztás helyén nyomófeszültségek lépjenek fel, mivel a kerámiák ezt könnyen elviselik meghibásodás nélkül, nagy nyomószilárdságuk folytán.

Végül a radiális irányú feszültségek gyakoriak a fém és kerámia kötésénél, mert a fém-kerámia elektroncsövek felépítése gyűrű alakú egymásra illeszkedő alkatrészek sorából áll.

Megoldásként maradt a fémek plasztikus deformációja a réz vagy a közbelső forraszfém követni képes az eltérést. Korábban már ismert volt, a fém és üveg forrasztásos technikából a Hauskneper-féle forrasztásos eljárás, melynél a rezet a forrasztás helyén elvékonyítják 0,05 mm-re és a vékony élet befoglalják az üvegbe és a lágy réz követi az üveg hőtágulását, a megoldás a 4. ábra 1. rajzán látható. Az eljárást fém-kerámia forrasztásoknál is alkalmazzák. A módszert már Milde is alkalmazta, mikor a lágy vaslemezt a forrasztás helyén 0,1 mm-re elvékonyította.

Kísérleteink során egy új módszert is kidolgoztunk, külső üregű, tömör réz és kerámia csatlakozásokhoz. A módszer lényege, hogy a réz és a kerámia közé egy közbelső rugalmas membrán összekötőelemet alkalmaztunk, melynek megoldását a 4. ábra (I. és II.) ábrázolja. A vékony ferniko membrán hőtágulása a kerámiához illeszkedik és a rézhez forrasztva rugalmasan követi a két anyag közötti



4. ábra

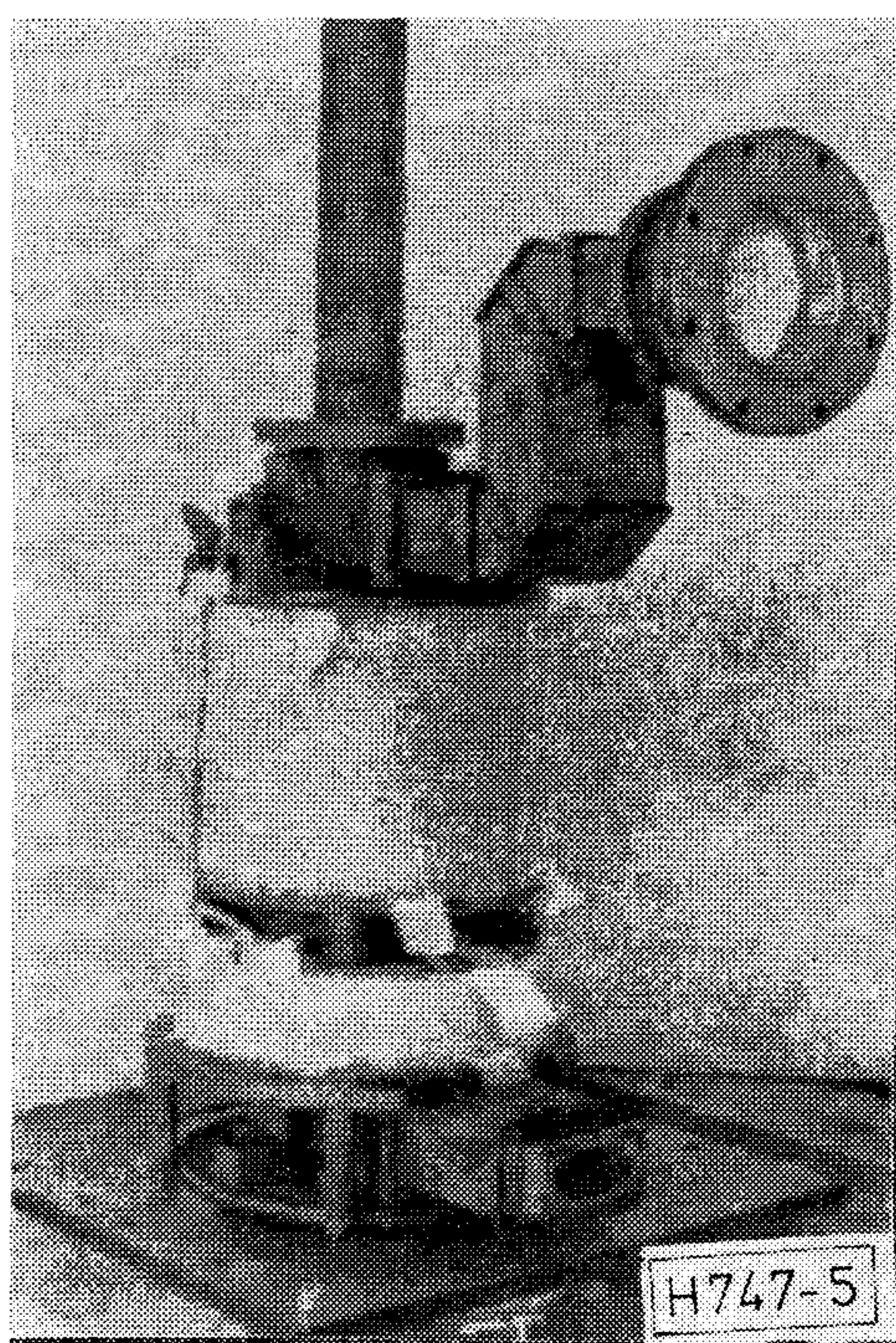
differentiát. Az eljárás alkalmas nagy teljesítményű és nagy átmérőjű fém-kerámia kötésekre.

Jó eredményeket kaptak aktív forrasztásos módszer alkalmazásával a Stanford mikrohullámú laboratóriumban készült 30 megawatt impulzusteljesítményű, háromüreges klystronnal. A nagy átmérőjű fém-kerámia gyűrűket plasztikus arany forrasztással kötötték össze. A forrasztás illesztésénél kb. 0,1–0,15 mm hézagot hagytak. A kerámiákat titánporral vonták be és az arany forrasztóanyagot alul helyezték el a fém és a kerámia közé. A klystront tiszta argon védőgázban, az arany folyási hőmérsékletére hevítették, a kapilláriserő hatása folytán az arany széles sávban felemelkedett a résben. A tiszta arany eléggé plasztikusnak bizonyult és követni tudta a réz és kerámia hőtágulásából származó különbséget, az 5. ábra a fenti eljárással készült 30 kW-os klystront ábrázolja.

Hasonló eredményeket értek el mások, molibdén-mangán előfémzéses eljárással is, galvanikusan felvitt nikkel bevonatú arany forrasztóanyaggyűrűvel. Itt is hézagot biztosítottak a réz és kerámia között. A forrasztást nagy tisztaságú argon védőgázban végezték, mely kedvező nedvesedési feltételeket biztosított és a forrasztás meniszkusza is kedvezőnek mutatkozott.

Sokban egyező eljárást alkalmazott a TKI, rézkovar és kerámia kötésénél. A kerámia előfémzése után, a forrasztóanyagot nikkelezett tiszta ezüst volt, melynél a nikkel az összsúly 7%-a. Ez a kombináció jó nedvesedést adott formálógáz atmoszférában és a forrasztás ideje alatt fokozatosan növekvő folyékonyság volt tapasztalható, a forrasztás meniszkusza is jól mutatott.

E három eljárás kombinációs változataival kívántuk megmutatni a fém-kerámia forrasztások során felmerülő problémák megoldásainak lehetőségeit.



5. ábra

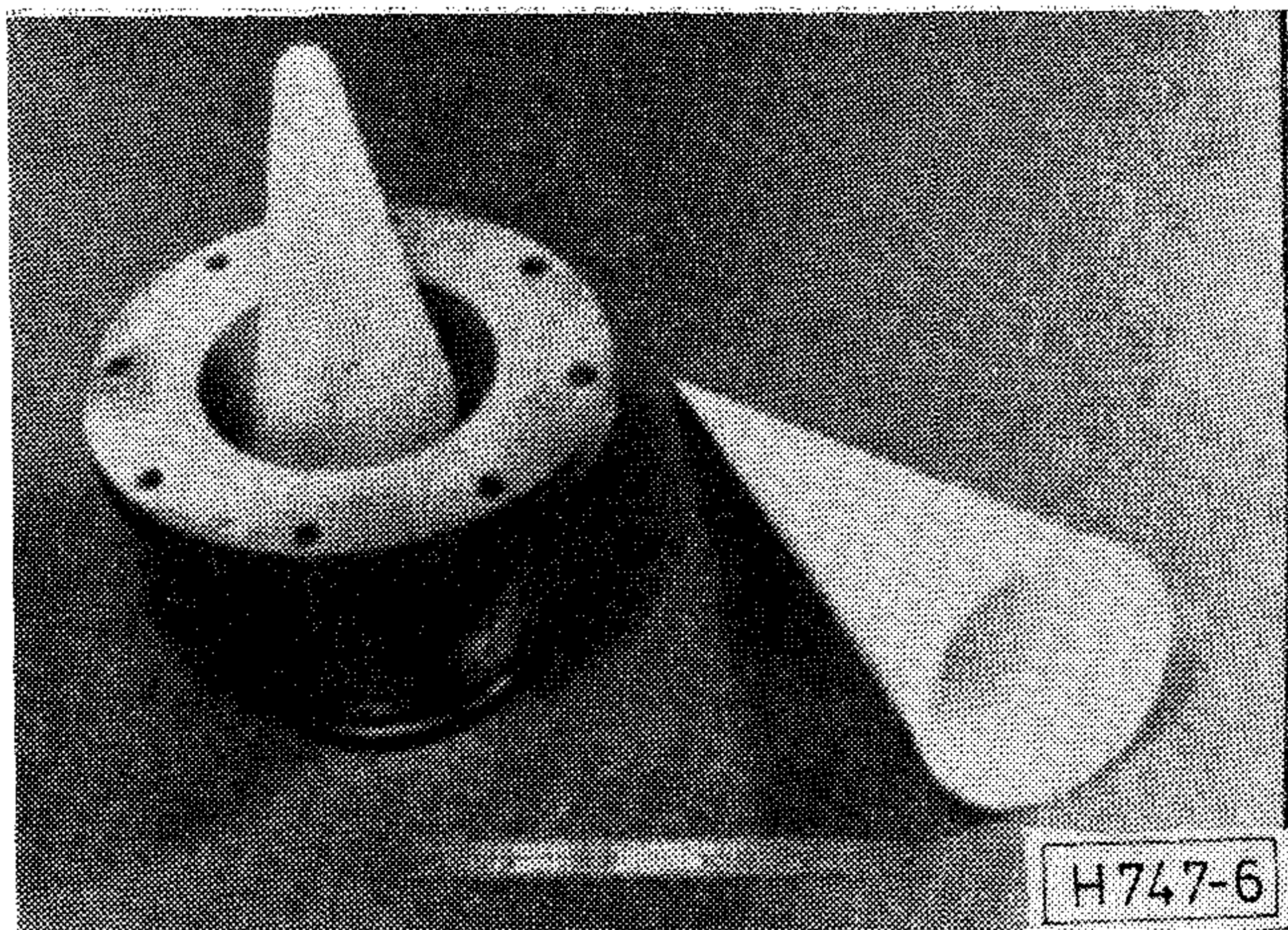
Alumíniumoxid vákuumkerámiák fémalkatrészeihez, a könnyű megmunkálás okából a csőgyárak elterjedten használnak, pontosan a kerámiához illeszkedő hőtágulású Fe-Ni-Co ötvözeteket. Ezek az ötvözetek, mint ismeretes általában hajlamosak interkristallin korrózió képződésére. A kristályszemcsék határ menti korróziója a forrasztóanyag behatolása folytán gyakran idéz elő repedéseket, ami a fém-kerámia kötés vákuumhúzósságát jelenti. A Fe-Ni-Co ötvözetek austenit — martenzit kristály módosulatának egyensúlya erősen labilis és már a megmunkálás alatt, mint pl. a mélyhúzás, martenzites átalakulás bekövetkezik. Ez rácsstorzulással a kristályszemcsék közötti energiaszint csökkenésével jár. Tehát várható a forrasztóanyag behatolása a kristályszemcsék közötti térbe és azt a megdermedéskor szétfeszítik. Ennek az egyensúlynak a megváltozása helyrehozható az alkatrészek forrasztás előtti gondos, vákuumban történő hőkezelésével, így módon selejtmentes fém-kerámiacső gyártás biztosítható.

A mikrohullámú technika fejlődése a frekvencia és teljesítmény növekedése megkövetelte az energia kicsatoló ablakok veszteségének csökkentését. Különösen impulzus üzemmódban az ablakok igen kis abszorpcióját, a teljes átlátszóságot. Végül a kutatók eljutottak a nagy tisztaságú 99,98% Al_2O_3 tartalomig, a vékony zafír egykristály ablakokig, vagy az azonos tulajdonságú polykristályos zafír energia kicsatoló kónuszokig. Azonban a zafírkristály ablakok vákuumzáró forrasztása kedvezőtlenül alakult. Mind az aktív, mind az előfémzéses eljárás hőmérséklete megnőtt, a nagy tisztaságú Al_2O_3 tartalom miatt kötési, szilárdsági problémák léptek fel. A nagy tisztaságú alumíniumoxid anyagoknál, mint a zafírkristálylemezek és kónuszok forrasztása, technikai okokból a hőmérséklet csökkentése vált szükségessé. Ezért egy közbeeső réteg felvitele vált szükségessé a zafír-kerámia forrasztási helyére. Az új eljárás

2. táblázat

Vákuumkerámiák szinterelési és beégetési hőmérséklete, ideje, védő atmoszféra

Kerámia anyaga	Szinterelés °C	Beégetés °C	Beégetés idő min.	Védőatmoszféra
Steatit	1350	1300	30	– 40° C harm. pont H_2
Forszterit	1400	1350	30	– 40° C harm. pont H_2
Al_2O_3 76% Al 491	1450	1380	60	Formálógáz N 85% H_2 15%
Al_2O_3 85% Al 576	1500	1420	60	Formálógáz N 85% H_2 15%
Al_2O_3 96% Al 614	1700	1550	90	Formálógáz N 85% H_2 15%
Al_2O_3 99,8% Al 998	1800	1650	90	Vákuumban 10^{-5} torr. vagy tiszta argon
Al_2O_3 99,98% Zafír	—	1550	60	Vákuumban 10^{-5} torr. vagy tiszta argon



6. ábra

szerint fluxusanyag réteget visznek fel és 1550 °C-on beégetik, amely finomszemcsés Steatit vagy mulitporból áll. A fluxusanyag felületileg behatol az alumíniumoxidba és beépül a magas hőmérsékleten annak kristályrácsába. Ezután a zafír aktivált felületére kerül a molibdén-mangán réteg, mely már a magas alumíniumoxid-tartalom ellenére alacsonyabb hőfokon 1500 °C-on beégethető. A 2. táblázatban összefoglaltuk különböző kerámiák előfémzésének, ill. beégetésének hőmérsékletét, idejét és az alkalmazott védő atmoszférát.

A növekvő Al_2O_3 tartalom egészen az egykristály zafír energia kicsatoló ablakokig, a molibdén-mangán összetétel változását is jelentette. Néhány százalék aktivátoranyagok hozzáadásával javítható volt a kötési szilárdság és a kötés megbízhatósága, a növekvő teljesítmény ellenére. A 6. ábrán zafír energia kicsatoló ablakok láthatók. Azoknál a csökkent Al_2O_3 tartalmú kerámiáknál, melyek adalékanyagokat is tartalmaznak, a fluxusanyagok már bent foglaltatnak a kerámia alapanyagában.

A következőkben néhány a nemzetközi irodalomból ismert molibdén-mangán és aktivátoranyagokat tartalmazó összetételt ismertetünk:

Stanford Mikrowave Lab.

Fémek, oxidok	Kötőanyagok
200 g Mo 40 g Mn 2 g CaO 2 g SiO_2	50 ml nitrocell. 55 ml aceton 30 ml metylalk.

Alumíniumoxid golyós malomban 100 órát őrölve.
General Electric Lab.

Fémek	Kötőanyagok
160 g Mo 40 g Mn 9 g Ti	45 ml nitrocell. 25 ml metylalk. 50 ml aceton 50 ml ethyléter

Alumíniumoxid golyós malomban 100 órát őrölve.
A beégetés védő atmoszférája 15%-os H_2 formálógáz, esetenként tisztított argon.

Feranti Lab.

Fémek, oxidok	Kötőanyagok
200 g Mo 50 g Mn 8 g Fe 2 g SiO_2	50 ml nitrocell. 50 ml aceton 50 ml amylacetát 85 ml ethylglykol

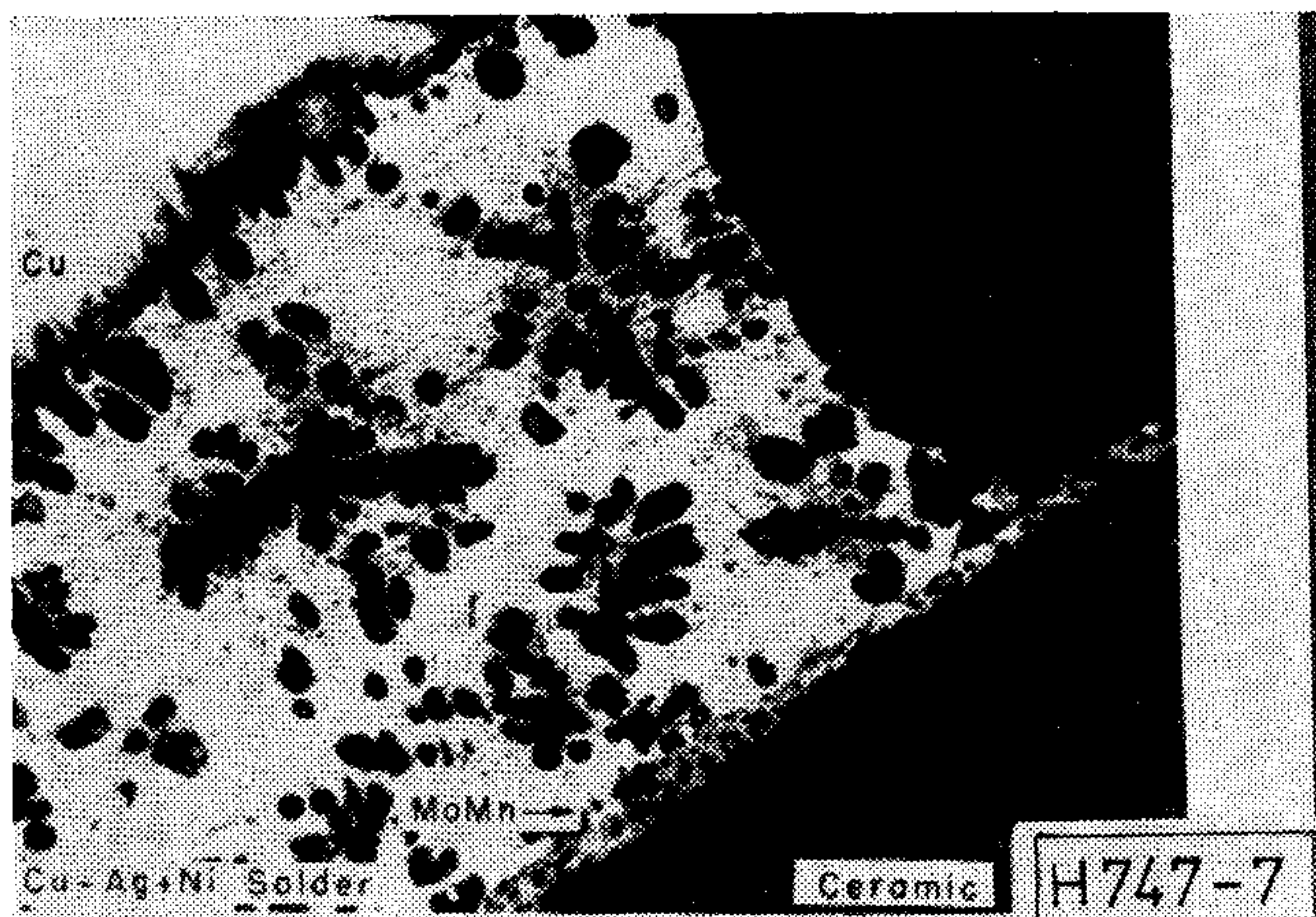
Alumíniumoxid golyós malomban 100 órát őrölve.
A beégetés védő atmoszférája 15%-os -5°C -os har-
matpontú formálógáz vagy tisztított argon.

Mint látható a nagy alumíniumoxid-tartalmú kerámiák fémzésénél alkalmazott aktivátoranyagok a fent leírt technológiák tipikus anyagainak kombinációja. A beégetett réteg Mo-Mn-Ni interkristalit mátrixot képez, melynek pórusait kitölti a forraszfém a nedvesedés következményeként. A 7. ábrán egy nikkelezett molibdén-mangán fémzés, réz-ezüst eutektikus forrasztásának keresztcsiszolata látható 280-szoros nagyításban. A réz-ezüst forraszfém a hézagot kitöltő plasztikus deformációja teszi lehetővé a réz és kerámia kötését. A fém-bevonatnak a kerámián simának és egyenletesnek, egyes szerzők szerint utólag polírozottnak kell lenni. A réteg vastagságát 0,01–0,05 mm-nek javasolják, a Ni másodréteget hasonló méretűnek. A kötési szilárdság okából a bevont kerámián a réteg éles sarkokat nem képezhet, a megengedett görbületi sugár 0,8 mm-nél kisebb nem lehet. A kerámia bevonása többféle módon is elkészíthető; úgymint selyemszita-módszerrel, gumihengerrel, beszórással vagy ecsettel festik fel. A beégetés hőmérséklete és ideje a 2. táblázatban található meg az Al_2O_3 tartalomtól függően és ezt pontosan betartják. A leggyakrabban alkalmazott forraszfém a 72–28%-os réz-ezüst eutektikum, mely jó nedvesedést ad vagy a 35-65%-os arany-réz ötvözet. A 8. ábrán egy szintetikus zafírlémez módosított felületű előfémezett Mo-Mn-Ni réteghez, arany forraszfémes réz és kerámia kötésének keresztcsiszolatát láthatjuk 280-szoros nagyításban.

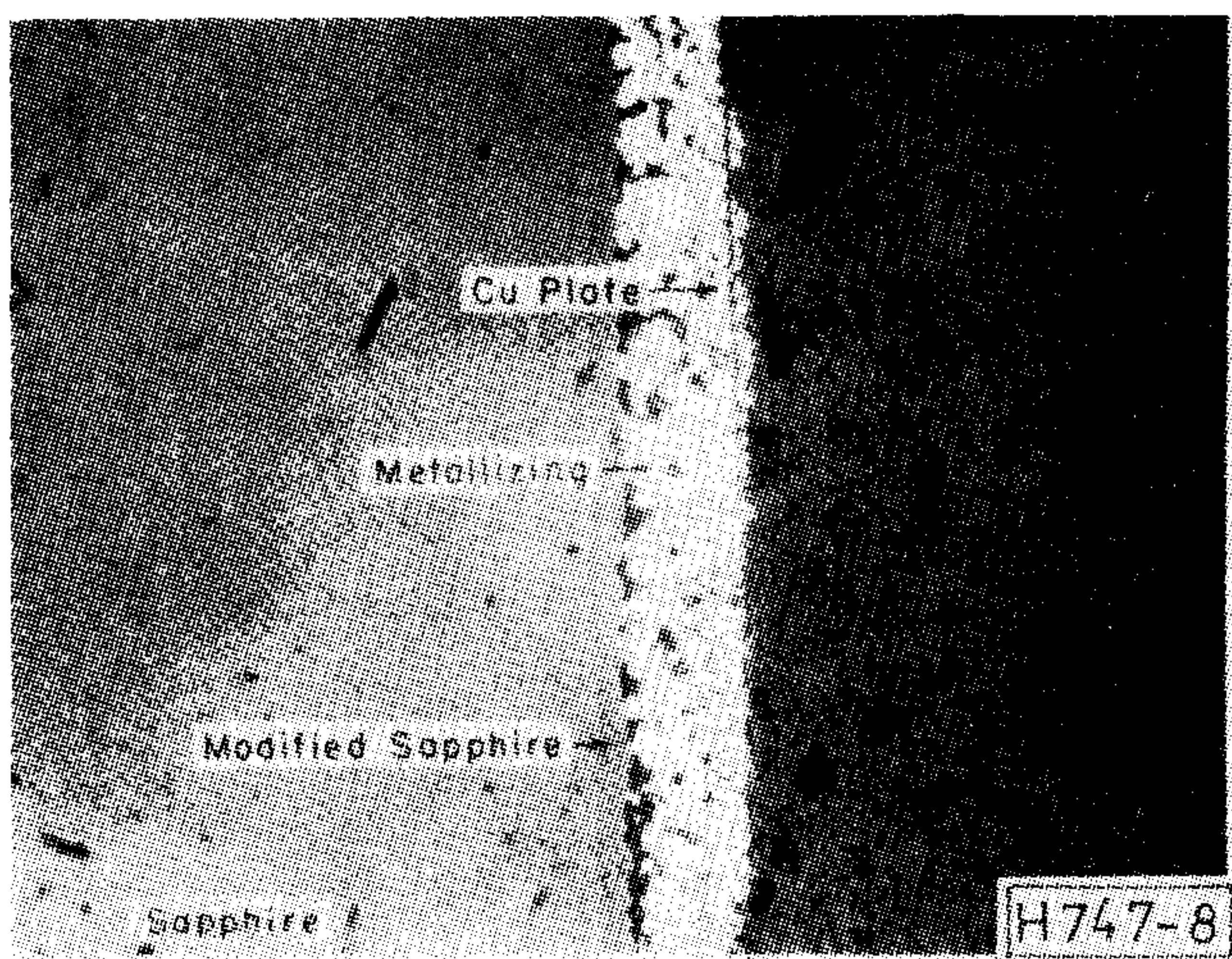
A fémek és kerámiák vákuumzáró kemény forrasztásos eljárásával eljutottunk egy új és korszerű fém-kerámia elektroncső technológiához, egyben új szerkezeti anyagokhoz az ultrarövid hullámú TV adó generátorok és nagyteljesítményű mikrohullámú elektroncsövek gyártásához. A 9. ábrán egy korszerű fém-kerámia mikrohullámú magnetront láthatunk, zafír kicsatoló ablakkal.

Az új fém-kerámia technológiával az adó elektroncsövek családját fejlesztették ki több típusban 1 kW-tól 25 kW-ig, koaxiális rezgőkör csatlakozással és léghűtéses kivitelben. A 10. ábra URH fém-kerámia adócsövek típuscsaládját ábrázolja.

A fém-kerámia technológia nemcsak az URH és a mikrohullámú nagy teljesítményű csövek problémáit oldotta meg, hanem mint ez történni szokott,



7. ábra



8. ábra

az új technikai eljárások és új szerkezeti anyagok alkalmazása kihat a modern ipar számos más területére is. Elsősorban mint megbízható szerkezeti elemek a repülőgépgyártásra, a szigetelő átvezetők széles skálájára, az atomreaktor-technikára, de alkalmazzák a rakétatechnikában, a nagynyomású kábelek végcsatlakozásánál, az automatizálásnál és a hermetizálás számos területén. Ha megjelenik egy alapvetően új technológia és ezzel egyetemben új szerkezeti anyagok lehetősége, az minden esetben termékenyítően hat a tudomány és az ipar számos más területére is. Ezzel új minőségi változást teremtvén a korszerű ipari fejlődés számára.

A fém-kerámia eljárás ismertetésével, nemzetközileg elfogadott módszereinek leírásával, és receptjeinek közzétételével, megkönnyíteni reméljük az újonnan bekapcsolódó szakembereknek a témában való eligazodását, hogy egy új és világszínvonalon álló technológia mind szélesebb körű elterjedését ösztönözzük.

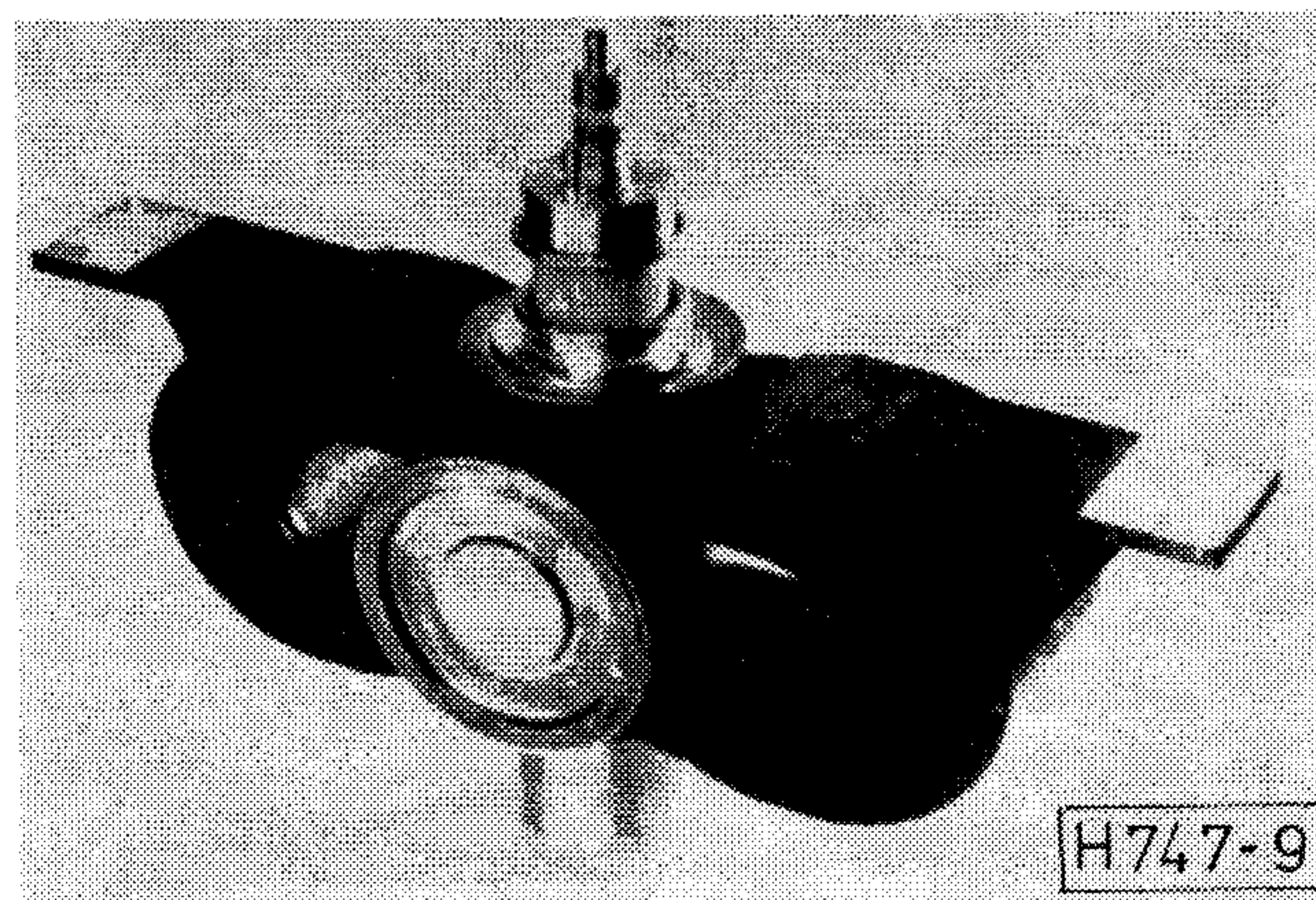
Összefoglalás

Az elmondottakban azokat az ismereteket és eljárásokat, felmerülő problémákat tárgyaltuk, amelyek az

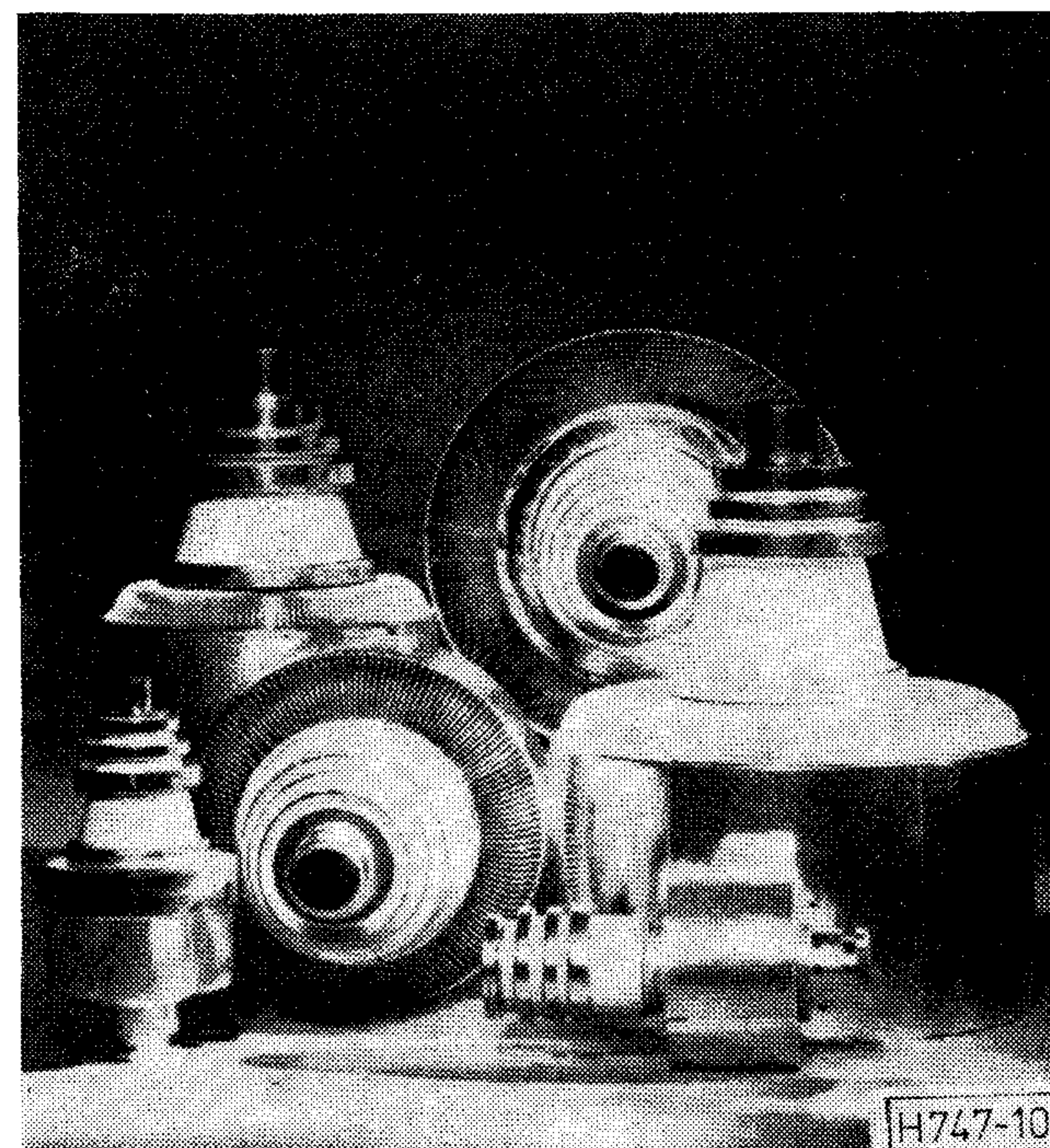
ultrarövid hullámú és mikrohullámú, nagy teljesítményű fém-kerámia elektroncsövek gyártása során felmerülnek. Érintettük a fejlődés egyes állomásait, eljutottunk a magas alumíniumoxid-tartalmú kerámiáig és fémekkel történő közvetlen forrasztásáig, végül a szintetikus zafír energia kicsatoló ablakok vákuumzáró forrasztásához. A modern fém-kerámia URH és mikrohullámú fém-kerámia elektroncsövek TV generátorcsövek gyártásához, azok legújabb technológiai megoldásaihoz.

Részletesen kitértünk a fémek és nem fémes anyagok nedvesedésének problémáira. Tárgyaltuk a kontaktszög meghatározását, mint a nedvesítés mértékének empirikus módszerét, a jelenségnek ma elfogadott értelmezését, de tudomásul vettük, hogy ez a rendszernek csak egyik, de nem eléggé pontos leírása, tekintettel a több alkotós rendszerekre.

Vizsgáltuk a fém-kerámia forrasztási helyén fellépő feszültségeket, az alaktól függő fajtáit és irányait, valamint ezen feszültségek kiegyenlítésének



9. ábra



10. ábra

módjait. Foglalkoztunk a jelentős hőtágulási differenciával bíró réz és kerámia kötés több módszerével, ill. megoldásaival, megbízható vákuumzáró forrasztásával, végül az energia kicsatoló ablakok a szintetikus zafír és fém vákuumzáró nagyszilárdságú forrasztásával. Közöltük a nemzetközileg elfogadott előfémezés néhány receptjét és táblázatba foglaltuk a beégetés és a forrasztás főbb paramétereit, az alkalmazott forraszfémek összetételét. Ezzel általános képet kívántunk adni a kutatás és az elért eredmények összességéről.

I R O D A L O M

- [1] Kingery, W. D.: Introduction to Ceramics. John Wiley New York, 1960.
- [2] Manfredi, R. E. and Nolte, H. J.: Applications of Ceramics to Vacuum Tubes. Cer. Bulletin Vol 35. 1956.
- [3] Cronin, L. J.: Trends in Design of Ceramic to Metal Seals for Magnetrons. American Cer. Soc. Bulletin Vol. 35. No. 3. 1956.
- [4] Kingery, W. D.: Role of Surface Energies and Wetting in Metal-Ceramic Sealing. American Cer. Soc. Bull. Vol. 35. No. 3. 1956.

- [5] Funk, E. R., Udin, H. and Wulff, J.: Surface Tension of Solid Silver. Journal of Metals Trans. 3. 1206—08. 1951.
- [6] Jenkins, D. E.: Ceramic to Metal Sealing. Electronics Eng. July. 1955. 290.
- [7] Bondley, R. J.: Metal-Ceramic Brazed Seals. Electronics 20. July 1947. 97—99.
- [8] Nolte, H. J.: Method of Metalizing a Ceramic. (General Electric) U. S. Pat. 2, 667, 427 Jan. 1954., U. S. Pat. 2, 667, 432 Jan. 1954.
- [9] La Forge, L. H.: Application of Ceramic Section in High-Power Pulse Klystrons. American Cer. Soc. Bulletin, Vol. 35. No. 3. 1956.
- [10] Williams, R.: Ceramic for vacuum tube envelopes. Ceramic Age. 7. 41. 1954.
- [11] Armstrong, W. M., Chaklader, C. D. and Clarke, I. F.: Interface Reactions Between Metals and Ceramic, I Sapphire-Nickel Alloys. Jour. of American Ceramic Soc. Vol. 45. No. 3. 1962.
- [12] Kingery, W. D. and Humenik, M.: Surface Tension at Elevated Temperatures Drop Method; Surface Tension of Iron, and Nickel. Jour. Phys. Chem. 57. 3. 359—63. 1953.
- [13] Budincsevičs A.: Eljárás fémek és kerámiák vákuumzáró forrasztására. Magyar Szab. Nr. 149, 455. 1960.
- [14] Budincsevičs A.: Berendezés magas hőmérsékletek előállítására. Magyar Szab. Ta. 770. 1963.
- [15] Budincsevičs A.: Oxidkerámiák. Híradástechnika, XXX. évf., 1979. 5. sz.

A Postai Tervező Intézet

**felvételre keres a következő munkakörökre
mérnököket, technikusokat**

és szakképzett dolgozókat:

**átviteltechnika, távbeszélőtechnika,
távközlőhálózat,**

**közmű (mélyépítő) tervezőket
és műszaki rajzolókat.**

**Jelentkezni lehet a műszaki rajzoló,
továbbá az átviteltechnikai munkakörre
a 630-630/330 mellék,**

**a távbeszélőtechnika munkakörre a 833-996,
a távközlőhálózat,**

**közmű (mélyépítő) munkakörre
a 833-799 v. 833-588 telefonszámokon.**

Bérezés a Kollektív Szerződés szerint.

A külföldi szakfolyóiratokból

Összeállította: BALOGH PÁL

Régebben a nagymértékben integrált (LSI) áramkörök készítéséhez használt „fotomaszkokat” mikroszkóppal vizsgálták, ahogy azonban az integráltsági fok és a bonyolultság növekedett, a mintázatok szélessége pedig 3 μm körülire csökkent (és rövidesen a 2 μm -t is eléri), egyre nehezebbé vált a vizuális vizsgálat. Különböző automatikus vizsgálati módszereket fejlesztettek ki és alkalmaznak. A ma használt eljárások 4 fő csoportba oszthatók: 1. két fotomaszk összehasonlítása; 2. a fotomaszk szomszédos mintaelemeinek összehasonlítása (ez azért alkalmas módszer, mert a fotomaszkon belül az osztásközüket igen pontosan betartják); 3. a mintázat geometriai rendellenességeinek jelzése fénydiffrakcióval (ha a mintázatot csupa derékszögű elemekkel rajzolják, a hibás — a derékszögtől eltérő szögű — elemrész elszíneződése jelenik meg a vizsgálóberendezés képmegjelenítőjén) vagy a méreteltérések alapján (ha pl. a mintaelem nem lehet 2 μm -nél keskenyebb, az ilyenek előfordulását hibaként jelzi a készülék); 4. a mintázatot mintagenerátor (mágnesszalagon rögzített) információjával hasonlítják össze.

*

A japán NJS Co. cég a 2. módszert itéli a gyakorlati vizsgálatra a legalkalmasabbnak, és erre építette fotomaszkvizsgáló berendezését. A szomszédos képelemeket (mintázatelemeket) tv-jellé alakítja és egy-egy képernyőn („A” és „B” monitor”) megjeleníti a készülék. Egy harmadik képernyő („C” monitor”) az eltérés helyét adja meg, helyzet-koordinátákkal. Ha nincs különbség az „A” és „B” monitorok képei között, a differenciálerősítő nem ad kimeneti jelet.

A kívánságra kinyomtatható vagy mágneskártyán rögzíthető hibainformációk alapján a fotomaszk hibáit többnyire javítani lehet lézeres készülékkel. (JEE, 1980. márc. [783])

(Folytatás a 180. oldalon)

* A Kohó- és Gépipari Tud. Informatikai és Ipargazdasági Központ Információs anyagából.

Összefoglaló a „Posta Kísérleti Intézet Tudományos Napjai”-nak kerekasztal-megbeszéléséről

WIENER JÓZSEF
Posta Kísérleti Intézet

A több éves szokásoknak megfelelően 1980 novemberében is megrendezte a Posta Kísérleti Intézet a Tudományos Napokat. Ez évben a témakör a „Digitális technika hatása a hálózat kialakítására” volt. Ebben a témakörben három félnapon keresztül néves külföldi és magyar szakemberek előadásait hallhattuk (az előadások anyaga nyomtatásban is megjelent). Az előadásokat a negyedik félnapon kerekasztal-megbeszélés követte, melyen részt vettek a külföldi — angol, francia, szovjet, német, cseh, svéd és olasz — vendégek, valamint a magyar ipar és a Posta számos képviselője.

A kerekasztal-megbeszélés során a vitavezető Dr. Lajtha György kezdeményezésére az alábbi témák kerültek megvitatásra:

1. A kutatás és a fejlesztés fő irányai a távbeszélő-technikában.
2. A digitális berendezések bevezetésének stratégiája.
3. Üzemviteli és fenntartási kérdések.

Az alábbiakban összefoglaljuk a kerekasztal-megbeszélés főbb megállapításait.

1. A kutatás és a fejlesztés fő irányai a távbeszélő-technikában

A vita valamennyi résztvevője egyetértett abban, hogy ma már csak a digitális átviteli és kapcsolástechnikai módszerek kutatására és fejlesztésére szabad pénzt költeni. Ezen belül is elsősorban a magasabb rendű PCM rendszerekkel és ezeknek különböző átviteli közegeken — különösen fényvezetős kábelben — történő alkalmazásával kapcsolatos kutatásokat és fejlesztéseket célszerű folytatni.

Biztosra vehető az, hogy a PCM kapcsolásnak belátható időn belül nem lesz versenyképes alternatívája. Digitális kapcsolás és digitális átvitel esetén célszerű közös csatornás jelzésrendszert alkalmazni. Várható, hogy az eddig elkülönült csomagkapcsoló (packet-switching) és vonalkapcsoló (circuit-switching) hálózat integrálódni fog, és az integrált hálózatban feltételezhetően a csomagkapcsolás fog dominálni; ennek következtében a szoftver szerepe tovább nő.

Az előfizetői hálózat vonatkozásában különbséget kell tennünk a magán- és ipari előfizetők, valamint a PABX központok között. A magánelőfizetők igénye ma még elsősorban a jó minőségű, fejlett, sok-

féle lehetőséget (pl. rövidített hívószám, hívásátírányítás stb.) nyújtó távbeszélő szolgáltatásra irányul. Ezek az igények többnyire fizikai érpáron is kielégíthetők, és így az új típusú átviteli rendszerek fejlesztése ebben a viszonylatban nem a leg-sűrgetőbb feladat. Mindenesetre valamennyi igény már ma is van az adattovábbításra, és ez az igény a jövőben növekedni fog. Így a kérdéssel a kutatás szintjén feltétlenül foglalkozni kell. Úgy tűnik, hogy több lehetséges alternatíva is van, úgymint a DPCM különböző változatai és a különböző kétvezetékes PCM átviteli megoldások („burst” üzemmód, hibrid transzformátoros megoldás). Valószínű, hogy az adattovábbítás kedvéért az előfizetők hajlandók beérni a gyengébb beszédminőséggel, és így esetleg elegendő a 6 bites PCM beszédkódolás alkalmazása. Akármelyik megoldás javára dől is el azonban a verseny, mindenképpen célszerű a digitális átviteli út végére digitális előfizetői készüléket kapcsolni. Ez a felismerés eredményezte azt, hogy egyes gyárak, illetve kutatóintézetek már kifejlesztettek ilyen készüléket.

Az ipari előfizetők körében már ma is van igény távbeszélő hálózaton történő adattovábbításra. Az igények mértékétől függően számba jöhet az előzőekben vázolt kombinált beszéd- és adatátviteli megoldások, vagy különböző kiscsatornaszámú PCM rendszerek alkalmazása. Hasonló megállapítások tehetők a PABX központok vonatkozásában is. Mindenesetre az utóbbi két alkalmazás messzemenően szükségessé teszi az új átviteli módszerek kutatását és az új berendezések fejlesztését.

A kiscsatornaszámú digitális átviteli rendszerekre ma még nincs CCITT ajánlás. Ez tág teret enged a kutatásoknak és a fejlesztéseknek. Helyesen állapította meg azonban a svéd vendég, hogy szükség van kompromisszumos CCITT ajánlásokra, mert az ajánlások hiánya óvatosságra kényszeríti a felhasználókat a bevezetésben, és így végső soron fékezi a digitális technika elterjedését.

A kutatás és fejlesztés célszerű irányával kapcsolatos vitát tehát az alábbiakban lehet összefoglalni:

- a) nem érdemes pénzt költeni analóg berendezések kutatására és fejlesztésére,
- b) fejleszteni csak digitális — elsősorban a CCITT ajánlásoknak megfelelő PCM — átviteltechnikai és kapcsolástechnikai berendezéseket szabad,
- c) figyelemmel kell kísérni a távbeszélő hálózat

valamennyi síkjára vonatkozóan az új, digitális elven működő berendezésekkel és átviteli módszerekkel kapcsolatos kutatásokat.

2. Beruházási stratégia

A megbeszélés második fő kérdéseként a résztvevők azt vitatták meg, hogy milyen berendezéseket és milyen ütemben szabad telepíteni annak érdekében, hogy mind a jelen, mind a jövő igényeit ki lehessen elégíteni, továbbá megtárgyalták azt is, hogy a digitális berendezések bevezetését a hálózat mely síkjain kell elkezdni.

A beruházási stratégia terén a világon 3 tendencia figyelhető meg. Az első csoportba tartozó országok erőltetett ütemben folytatják a digitalizálást; ide tartozik pl. Kanada, ahol 10 éven belül valamennyi berendezést digitálisra cserélik ki, vagy Franciaország a maga évi 2 millió, túlnyomórészt digitális központhoz kapcsolt előfizetőjével. A második csoportba tartozó országok — pl. Németország, Anglia, Olaszország — óvatosabban járnak el, és mind analóg, mind digitális berendezéseket alkalmaznak. Új telepítésű központjaik általában digitálisak, de legalábbis tárolt programvezérlésűek, míg nagy csatornaszámok és nagy áramkörszámok esetén általában analóg átviteltechnikai berendezéseket, egyébként digitálisakat alkalmaznak. Végül a 3. csoportba tartozó országok — ide tartozik sajnos Magyarország is — alig tettek valamit az új technika bevezetése terén.

Valamennyi résztvevő egyetértett azonban abban, hogy csak digitális berendezéseket szabad alkalmazni minden olyan esetben, ahol a meglevő berendezések nem határozzák meg a hálózat jellegét, és ahol ez nem kirívóan gazdaságtalan. A gazdaságosságot azonban vizsgálni lehet rövid távon vagy hosszú távon. A gyors ütemű digitalizáció következménye az, hogy az új és a régi berendezések viszonylag rövid ideig léteznek együtt a hálózatban, azaz az átmeneti időszak viszonylag rövid, és rövid idő alatt létrejön egy teljesen digitális hálózat. Ez a hálózat becslések szerint kb. 30+50%-kal olcsóbb lesz, mintha analóg berendezésekből épült volna fel. Mindez azt eredményezi, hogy a fejlődés trendjétől függően hosszú távon ez a stratégia lehet gazdaságos.

A gyors ütemű fejlődés hátránya, hogy egyes berendezéseket idő előtt kell kicserélni. A pillanatnyi gazdasági erőforrások optimális felhasználása arra készteti a mérsékelt utat választó országokat, hogy a jelenleg használt berendezéseket mindaddig üzemben tartsák, amíg ez gazdaságos; a gazdaságossági számításoknál figyelembe veszik az analóg berendezések megtartásának a környezetre gyakorolt költséghatását is (illesztési költségek). Új beruházásokat azonban már digitális berendezésekkel igyekeznek megvalósítani. Olyan esetekben, amikor az analóg berendezéseknek nincs digitális változatuk — pl. a 10 800 csatornás FDM rendszereknek ma még nem létezik PCM ekvivalensük, — továbbra is az analóg változatot alkalmazzák. Nyomatékosan hangsúlyozzák azonban azt, hogy egy fillért sem költenek analóg berendezések fejlesztésére.

A külföldi szakemberek hangsúlyozták: a távközlést jó beruházásnak tartják, ezért olyan gyorsan

igyekeznek a távbeszélőtechnikával szemben felmerülő minőségi és mennyiségi igényeket kielégíteni, amennyire az lehetséges. A teljes hálózat gazdaságosságát és hatékonyságát az alkalmazott berendezések típusán kívül növeli az, ha a magánhálózatok száma kevés; így legtöbb országban alig van magánhálózat. A gazdasági szempontokon kívül azonban fontosnak tartják a szociálpolitikai szempontokat is; ez az oka annak, hogy a hálózat minőségi és mennyiségi fejlesztésénél nem tesznek különbséget a sűrűn lakott és a ritkán lakott területek között.

Nyilvánvaló az a következtetés — amelyet egyébként többen le is szögeztek —, hogy Magyarországon a 2. változat alkalmazható. Az új berendezések bevezetését célszerű a rosszul ellátott területeken elkezdni, és ezeket a területeket a lehető legnagyobb mértékben korszerű digitális berendezésekkel ellátni.

3. Üzemviteli és fenntartási kérdések

A kerekasztal-beszélgetés harmadik témája a digitális és különösen a kevert hálózatok üzemviteli és fenntartási kérdéseinek megvitatása volt.

A hálózat változása megváltoztatja az üzemvitelt és a fenntartás szervezetét. Az új berendezések bevezetésekor a következő problémákkal kell szembenézni:

- a digitális berendezésekben zajló folyamatok emberi érzékszervekkel nem érzékelhetők,
- csökken a típushibák száma, de nő a hibafajták száma; ennek következtében ritkán lehet rutinszerűen javítani;
- a programvezérelt berendezésekben egyetlen programhiba az egész rendszert tönkretelheti,
- bonyolultabbá válik a hibakeresés és a hibajavítás, és így magasabb szakképzettségű fenntartó-karbantartó személyzet kell.

Fenti okok következtében az új, digitális berendezések gazdaságos üzemeltetése a hagyományos — decentralizált — szervezeti forma helyett új formát kíván. Az új szervezet alapja a centralizáció. Célszerű, ha a távközlő berendezések felügyelet nélküliek, és a hibákról automatikusan tájékoztatják a központi helyeken székelő személyzetet, amely szükség esetén távméréssel határolja be a hibát; ma egy TPV központban így módon a hibáknak kb. 90%-a kártyaszintig behatárolható. A helyszíni javítás egységcserével történik, a hibás egységek javítását célszerű központi helyen elvégezni. Különös gondot kell fordítani a szoftver javítására; egy módosítás csak akkor véglegesíthető, ha a programok 100% biztonsággal hibátlanok.

Az új hálózatot fenntartó személyzetnek magas fokú képzettséggel kell rendelkeznie, ami előtérbe állítja az oktatás fontosságát. A fenntartási költségek egy jelentős százalékát az oktatásra fordított összegek emésztik fel.

Az új fenntartási szervezet létrehozása csak fokozatosan történhet meg. Célszerű azonban az új keretek közé bevonni a hagyományos rendszereket, ha erre lehetőség van; erre elsősorban ott van mód, ahol korrektív karbantartás szükséges.

WIENER JÓZSEF
Posta Kísérleti Intézet



HÍRADÁSTECHNIKA SZÖVETKEZET

1519 BUDAPEST * PF. 268 * TEL.: 869-304 * TELEX: 22-6151

A Híradástechnika Szövetkezetben intenzív fejlesztőmunka folyik a digitális technika eszközeinek meghonosítására a televíziós technika területén.

Gyártmányaink között megtalálhatók a televíziós berendezések és készülékek ellenőrzését végző eszközök és ezen a területen a továbblépést a mérőautomaták létrehozása jelenti. A mérőautomaták szerkezeti elemei a jelforrások, a jelparaméter-mérők és a mérésvezérlő, adatfeldolgozó egységek.

Szövetkezetünk a fenti sémának megfelelően fejleszt egy készülécsaládot VIDEOMAT megnevezéssel. A VIDEOMAT család tagjai a következő készülékek: **mérőjel-generátor**, amely mind folyamatos, mind képköltési idő alatti szabványos jeleket állít elő, **mérőpontválasztó**, amely az értékelendő jelet kiválasztja, **videoszint- és zajszintmérő**, szintméréssel meghatározható jelparaméterek mérésére, **nemlineáris torzításmérő**, a világosság és a színsatorna ellenőrzésére, **kiegészítő egység** a speciális jelparaméterek mérésére és az adatsorok feldolgozására, **mérésvezérlő és adatfeldolgozó asztali számítógép** (HT 680X).

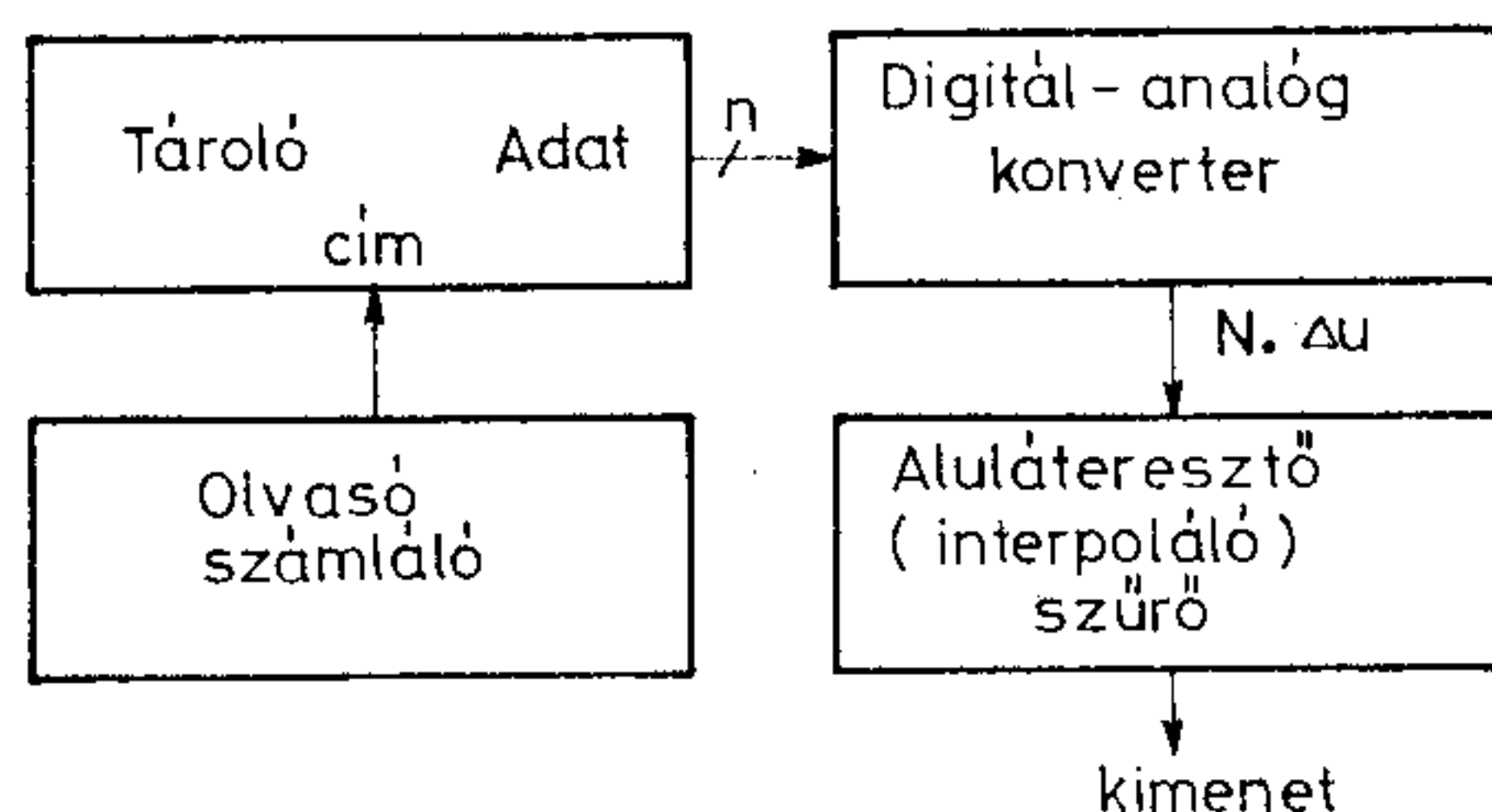
A készülékek mindegyike a funkciójának megfelelően önállóan használható, távkezelhetőségük révén a VIDEOMAT rendszerben a mérésvezérlő által meghatározott mérésfeladatokat hajtják végre.

A jelen cikkünk a fejlesztési munka során felmerült olyan problémákkal foglalkozik, melyek megismerése felhasználóinkat segítik a **mérőjel-generátor** gyakorlati alkalmazásában.

A video mérőjel előállítás lehetőségei digitális módszerekkel

Bevezetőképpen foglaljuk össze az analóg video mérőjelekkel kapcsolatos alapvető követelményeket. A hagyományos televíziós technikában a mérőjelek értékelése oszcilloszkópos megfigyeléssel történik. A jelek szépsége, alakjuk tökéletessége önmagáért beszél. Minden kis tüske, ami ezt a képet zavarja: hiba. Pontosabban fogalmazva: az előírt felfutási idejű átmenetek lengésmentesek, az állandó szintek valóban esésmentesek, a periodikus jelek valóban periodikusak, alaktartóak kell, hogy legyenek. A jelek egy torzításmentes csatornán áthaladva nem torzulhatnak, vagyis az előírt jelforma létrehozásában nem vehetnek részt olyan komponensek, melyek a csatorna sávhatárain kívül esnek. A jelek lefutására vonatkozó nemzeti és nemzetközi előírások igen szigorúak, de a jelenlegi eszközeinkkel ezek a jelek már megvalósíthatók.

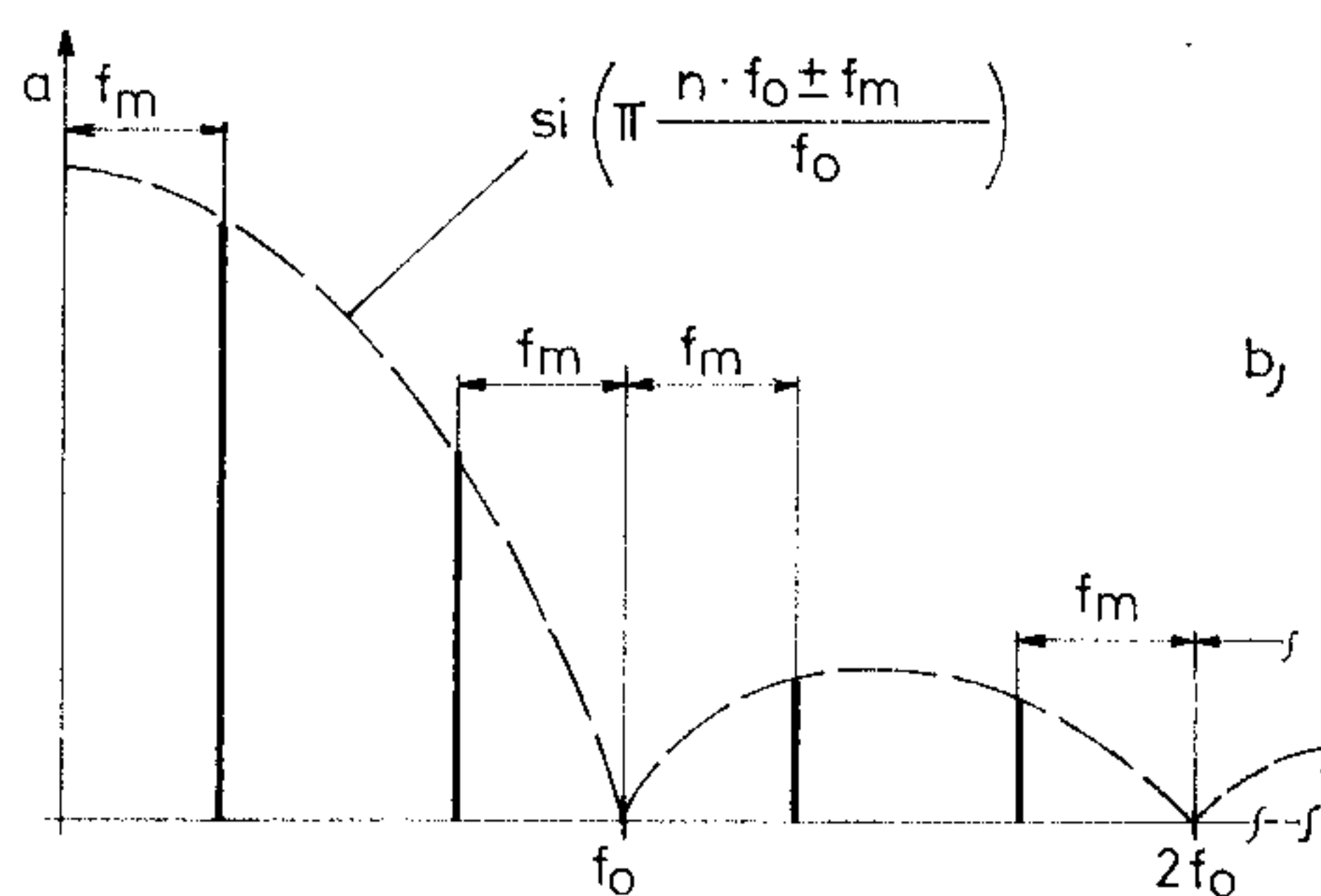
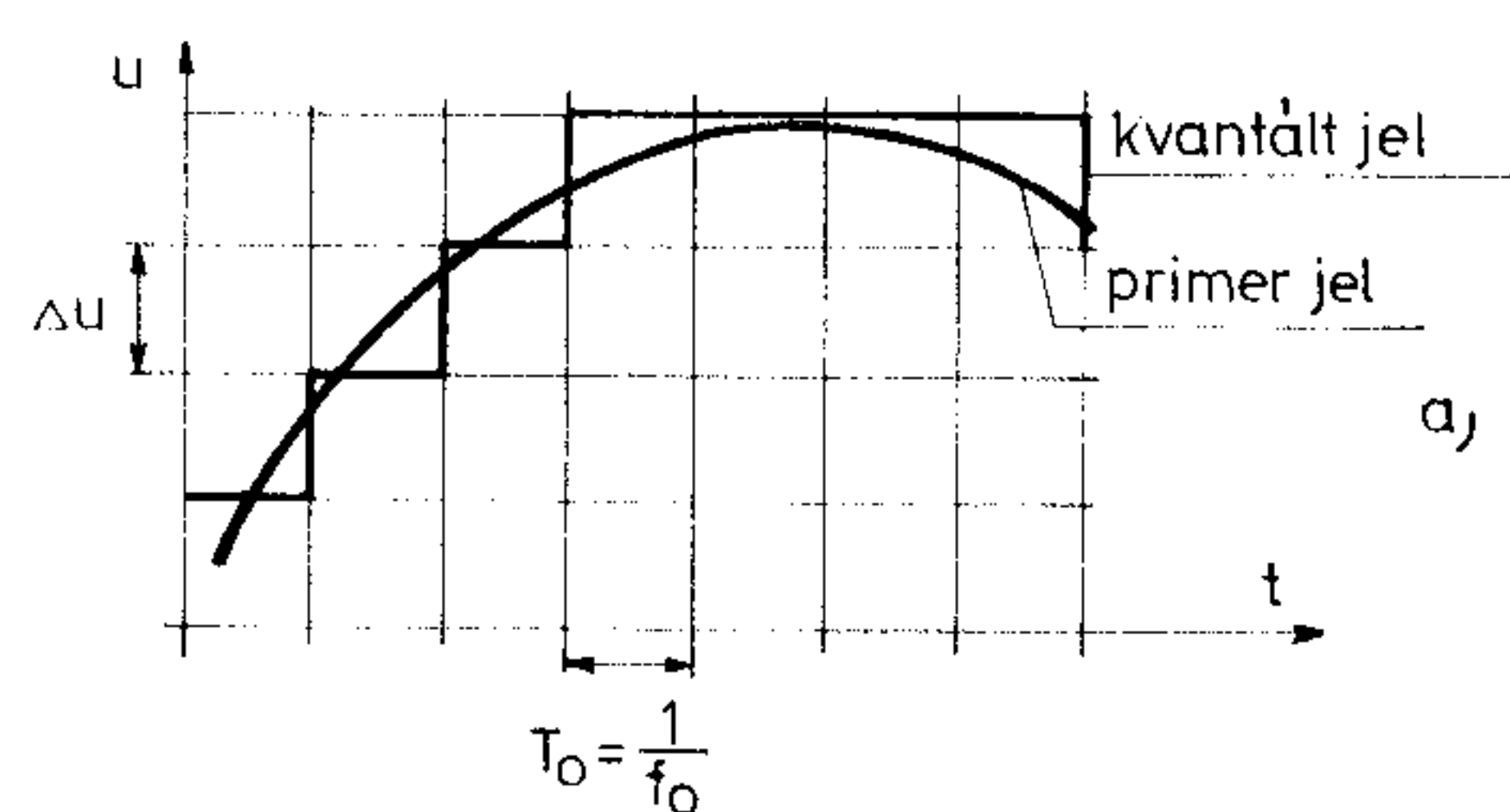
A jelösszeállítás leegyszerűsített sémáját az 1. ábra mutatja. A D/A konverter a bemeneti n bites



1. ábra. Egyszerű generátor séma

bináris kódból a megfelelő bináris szám ΔU -szorosa feszültséget ad a kimenetén. Ha a bemeneti kód ütemesen változik, akkor a kimenőjel lépcső alakú lesz, és a lépcsőidők megegyeznek az ütemidővel. A kimeneti jel generálásához szükséges kódok egy digitális tárolóba vannak beírva, és ezeket az olvasó számláló hívja elő.

A D/A konverter kimenőjele eredendően kvantált és az egyes minta értékek közötti interpolációt a kimeneti aluláteresztő szűrő végzi el. A lépcső alakú kvantált jel színeképét a 2. ábra mutatja.



2. ábra. A kvantált jel (a) és a színeképe (b)

Az f_0 frekvencia az olvasási ütemidő reciproka, és minimális értékét a mintavételi tételek alapján lehet meghatározni. A számunkra hasznos jelet az alapsávi komponensek adják. Érdekes megfigyelni, hogy a sávon kívüli komponensek amplitúdója a generált jel frekvenciájával együtt nő, tehát a szűrő elégtelen szelektivitásából eredő zavarok magas frekvenciás jeltartalom esetén nőni fognak. További érdekesség, hogy az alapsávi jeltartalomban a magas frekvenciás komponensek amplitúdója csökken, tehát gondoskodni kell majd a kiegyenlítésről.

A dinamikatartomány

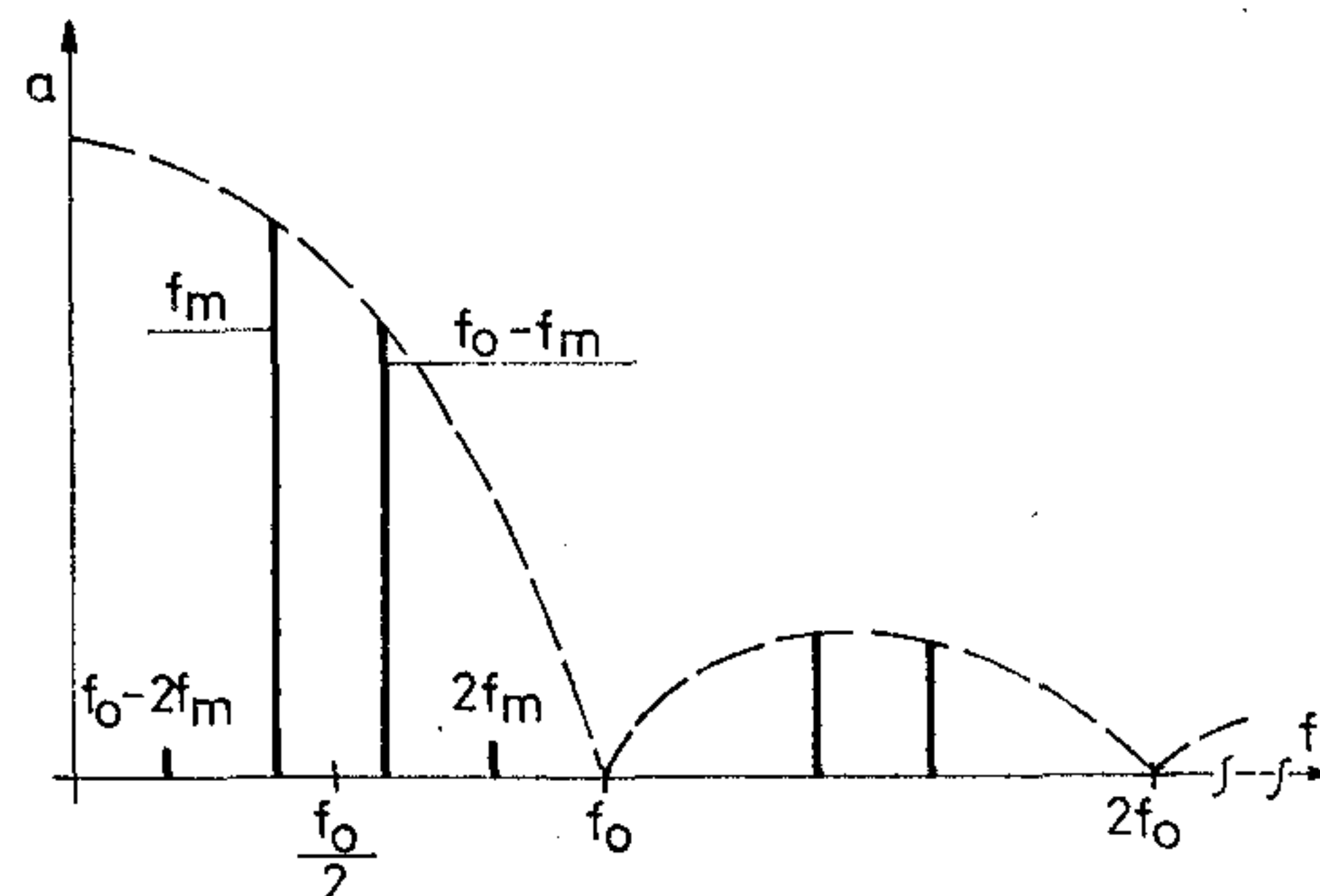
A használatos lineáris PCM esetén 2^n a szintlehetőségek száma, a szomszédos kvantálási szintek távolsága azonos, az egymást követő szintekhez rendre növekvő (csökkenő) bináris egész számok rendelhetők n helyértékkel.

Ha a kimenő jelben a kioltószinthez 0, a fehérszinthez 100%-ot rendelünk, akkor az előállítani kívánt jelekben a 10% lépcsőzésű sor, esetleg a 25 és a 75%-os állandó színértékek fordulnak elő. A pontos előállításhoz az szükséges, hogy ezekhez a szintekhez egy-egy kvantálási szint tartozzon. A folyamatosan növekvő (vagy csökkenő) fűrészjelek törésmentesek kell, hogy legyenek. A megvalósításhoz az szükséges, hogy a soronkövetkező kvantálási szintre való lépés minden esetben ugyanannyi idő múlva történjen. Az átmenetek, szinuszjelek pontos visszaadásához a dinamikatartomány végtelen finom felosztása volna szükséges. Az átmeneteknél, mivel az elméleti mintaértéket csak a kvantálás finomságával lehet megközelíteni, nem tudjuk elérni az elméleti felfutási időt, és az átmenetek után (előtt) lengések fognak keletkezni.

Legjobban a szinuszjeleknél mutatkozik meg, de egyébként mindig igaz, hogy a véges finomságú felbontás eredménye hasonló ahhoz, mintha a programozás alapját képező jel nem volna sávhatárolt. A kerekítésekkel ugyanis olyan amplitúdóértékek lépnek be, melyek az alapjelben a sávhatárolás miatt nem fordulhattak elő. Szinuszjeleknél az az eredmény, hogy harmonikusok jelennek meg, ill. magas frekvenciák esetén spektrumátlapolódás jön létre, és az interpoláló szűrő után az alapjelnél pl. alacsonyabb frekvenciájú zavarok mutatkoznak (3. ábra). Ezeket a programba vett kompenzáló jelekkel ki lehet törölni.

Mind az átmeneteknél, mind a szinuszjeleknél kínálkozik az a lehetőség, hogy a maradék hibákat minimalizáljuk. A jelek időbeli helyzete bizonyos tűréshatárok között szabadon választható. E határokon belül a jelek többféle pozíciójában például összegezzük a kerekítésekkel származó hibát, akkor biztosan található olyan helyzet (kezdőfázis), melynél a hibaösszeg minimális értékű.

A D/A konverter lépcsőjelet ad a kimenetén (nulladrendű tartó), következésképpen az elméleti mintaértékekből visszaállított jelek spektruma (és alakja) el fog torzulni. Hasonlóképpen a sávhatárhoz közel eső komponensek csillapításához vezet az a tény, hogy az interpoláló szűrő jó fázismentét



3. ábra. A kvantálási torzítás hatására keletkező színekép

csak akkor tudjuk egyszerűen realizálni, ha már a hasznos sávon belül jelentős (2–3 dB) csillapítást engedünk meg. Ha a korrekciót a generátor digitális oldalán kívánjuk megoldani, akkor a dinamikatartomány felosztásánál lehetőséget kell hagyni a fehérről fehérebb és a feketéről feketébb amplitúdóértékek programozására is.

A generált jelek segítségével mérni kívánt hibák nagyságrendje 1%, kívánatos ezért, hogy maga a generátorjel hozzávetőlegesen 0,3%-nál nagyobb hibákat ne tartalmazzon. A 100%-os kivezélés tehát legalább 300 kvantálási szintet kell, hogy átfogjon. Figyelembe véve azt, hogy a D/A konverterekre megadott hibák $\pm 1/2$ LSB értékűek, magát az LSB-t csak mint kiegészítő segéd bitet vehetjük tekintetbe. Végsősoron a szükséges minőség eléréséhez 10 bites felbontás szükséges.

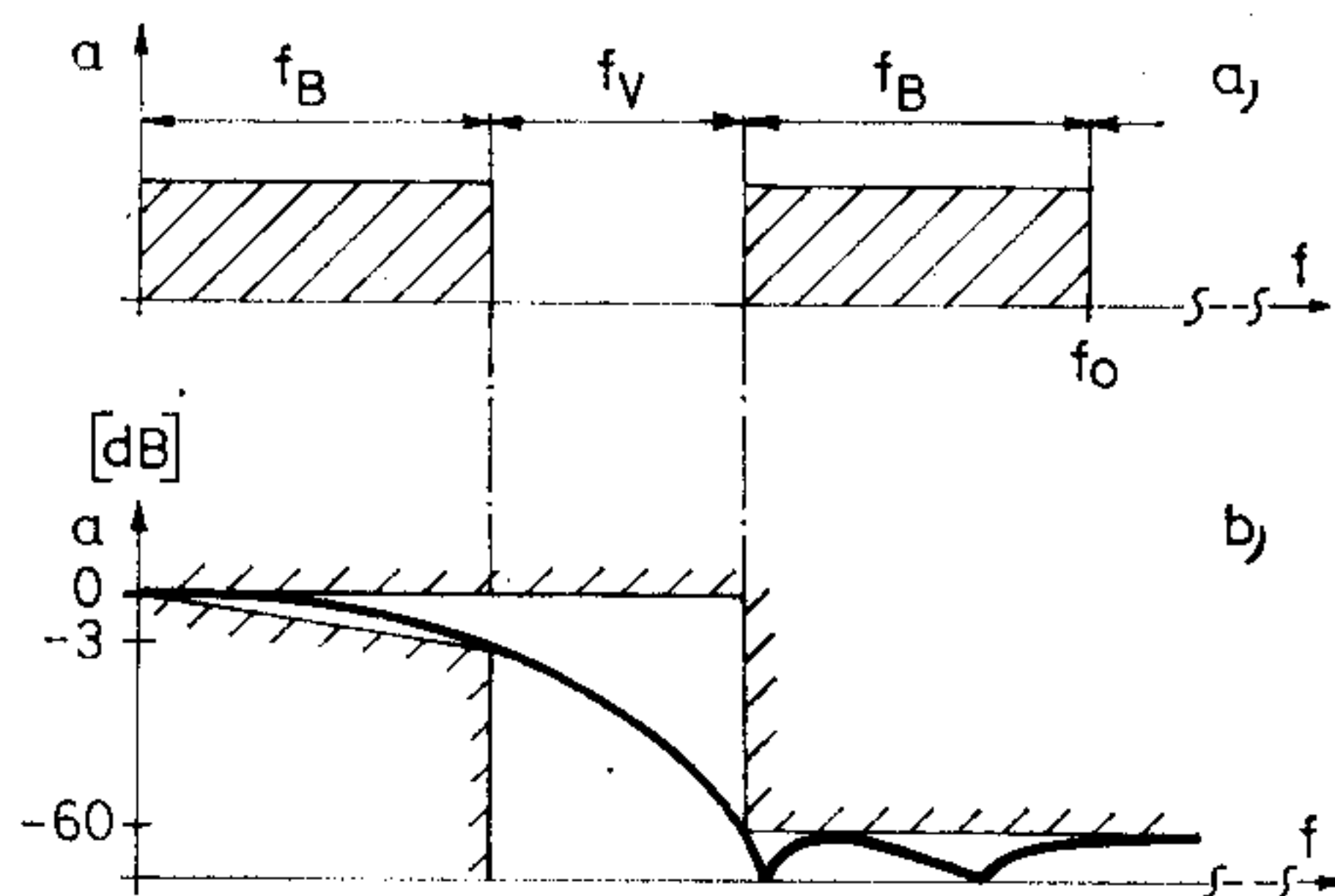
Az üzemidő meghatározása, az interpoláló szűrő

Kiindulásképpen vehetjük azt, hogy azok a jelek, melyek a programozás alapját képezik, sávhatároltak. A feladat tehát a mintavett jelek alapsávi és az f_0 köré csoportosuló része közötti védősáv (f_v) szélességének meghatározása. A megoldás kulcsa maga az interpoláló szűrő. Ha a 0,3%-nyi generátorhibából 0,1%-ot adunk az interpoláló szűrőnek, akkor az f_0 köré csoportosuló színekre (és e fölött) a szűrő legalább 60 dB csillapítást kell hogy mutasson (első közelítés). Ha az alapsávi rész felső határán 3 dB csillapítást engedünk meg, akkor a szűrő amplitúdókarakterisztikája a 4b ábra szerinti tűrésmezőn belül kell, hogy essen. A fáziskarakterisztikával kapcsolatos követelmény, hogy az alapsávi részen belül a csoportfutasidő-ingadozás ne legyen nagyobb, mint 5–10 nsec. Vizsgáljuk meg, hogy az egyes szűrőtípusok esetén hogyan alakul a megoldás. Az 1. táblázat 3 és 4 tekercses szűrőket tartalmaz. Azok a szűrők, melyek az áteresztősávban számottevő ingadozással rendelkeznek, nem jöhetnek számításba, mert a hullámosság hosszú idejű utórezgést eredményez az átmenetek után. Az 1. táblázatban felsorolt szűrők minimumfázisúak. Itt is nyilvánvalóan látszik, hogy a nagyobb szelektivitást hozó szűrőtípusok futásidőhibája nagyobb (1. táblázat). A nagy és meredeken változó futásidőhibák korrekciója hullámosságot eredményez a futásidő karakterisztikában, ami hasonlóan az amplitúdó karakterisztikabeli hul-

1. táblázat

Szűrőtípus	fok-szám	f_v/f_0	$\tau_B' - \tau_0'$
Butterworth	7	1,5	3,3
	9	1,1	5,0
Csebisev 0,01dB hullá- mosság	7	1,1	7,7
	9	0,5	14
Gauss	7	4,5	-0,5
	9	4,0	-0,4
Bessel	7	3,6	0
	9	3,3	0
lineáris fázisu	7	3,3	0
	9	2,7	0

lámossághoz, hosszú idejű utórezgést eredményez. Végeredményben a tabellázott szűrők egyike sem használható erre a helyre. A valódi helyzet nem ennyire tragikus. Azzal ugyanis, hogy a szűrő bemenőjelét a programmal írjuk elő, kezünkben van a korrekció lehetősége (4. ábra). Ha a program az alapjellel egyidejűleg olyan páros és páratlan jellegű reflexiópárokat is tartalmaz, amelyek előtorzítják a bemenőjelet a kívánt kimenőjel megközelítése érdekében, akkor a szűrővel kapcsolatos igényeink csökkenhetnek.

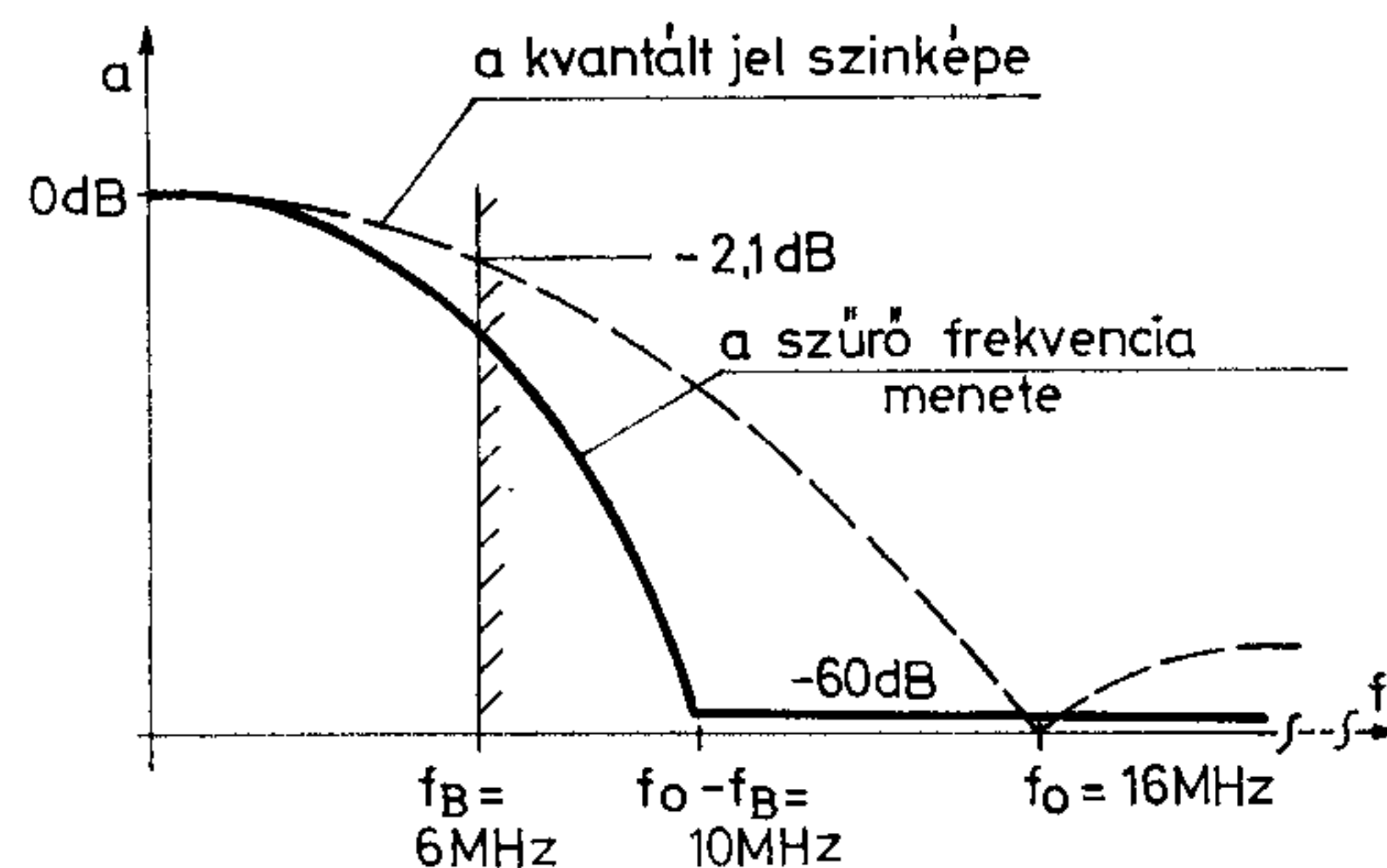


4. ábra. Az aluláteresztő szűrő amplitúdókarakterisztikája

a) a jel által elfoglalt frekvenciatartomány,
b) a szűrő túszeje

A realizálhatóság oldaláról a lehetőségeink korlátozottak. A jelenleg kapható, viszonylag olcsó Schotthy-PROM-ok hozzáférési ideje 50...70 nsec, így az f_0 frekvencia legfeljebb 14...20 MHz lehet határesetben. A memóriatípus kiválasztásával tehát adódik az f_0 értéke. Tekintettel arra, hogy a mérőjelek átmeneteinek a helye egész számú μsec értékekre van előírva, az egyszerű memóriaszervezés érdekében célszerű a világosság csatornában és a színsegédvívó burkoló csatornában $f_0=16\text{ MHz}$ -et választani. A frekvenciaterv az 5. ábra szerint alakul

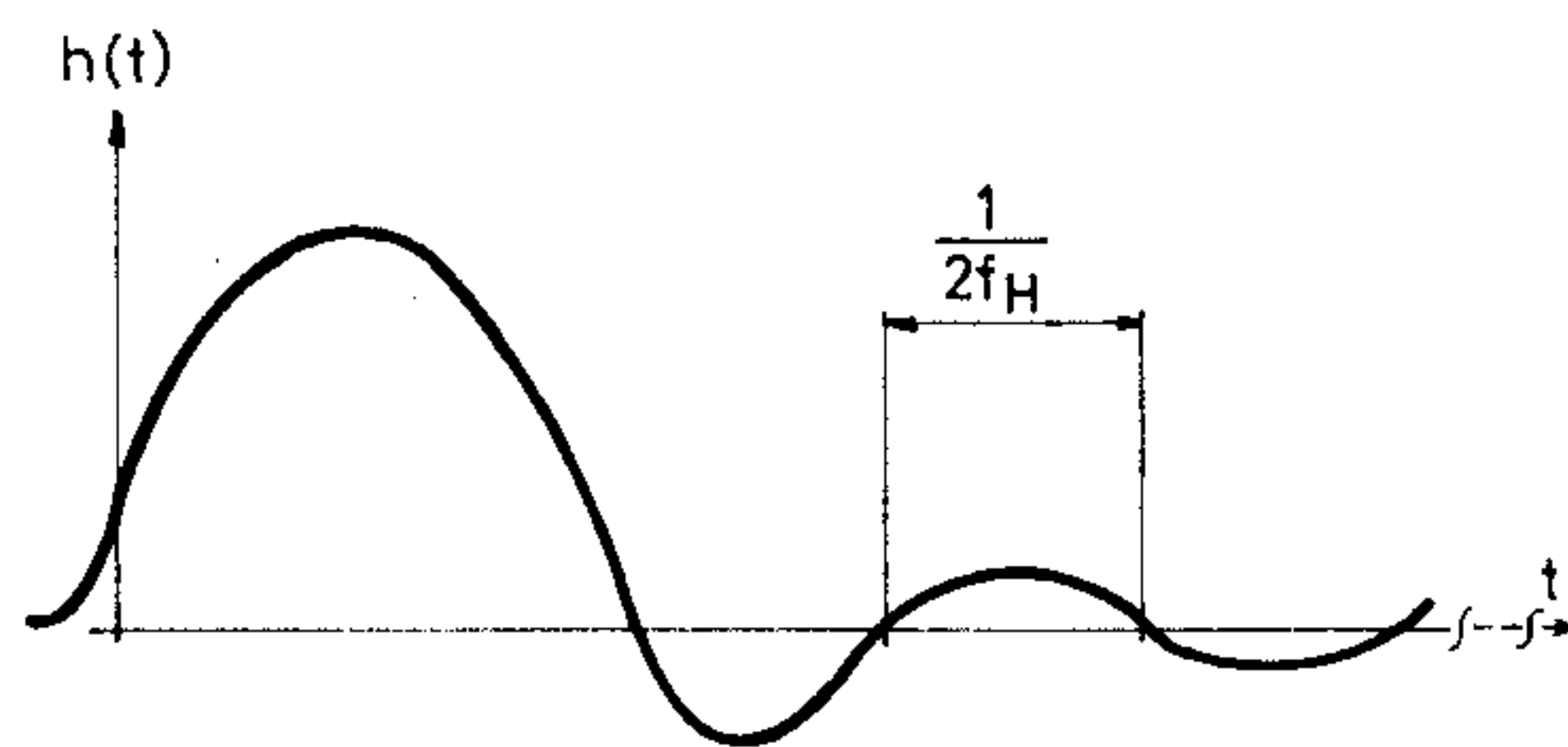
tehát. A rendelkezésre álló 4 MHz széles védősávban kell a szűrővel elérni a szükséges 60 dB csillapítást. Ha a szűrő nem tartalmaz mindent áteresztőt, akkor az átmenetek előtt ún. előrezgés nem mutatkozik a kimenőjelen, az utórezgések időtartama az amplitúdókarakterisztika levágási meredekségével áll arányban. Elegendően nagy fokszám esetén ($n > 5$) az utórezgések periódusideje közel állandó, és a szűrő határ-



5. ábra. Frekvenciaterv

frekvenciájával (inflexiós pont, $-3...-6\text{ dB}$) áll kapcsolatban, jó közelítéssel a periódusidő reciproka maga a határfrekvencia (f_H). Egy tipikus súlyfüggvényt mutat a 6. ábra.

Lefutása hasonló egy előrezgés nélküli $\frac{\sin x}{x}$ függvényhez. Ahhoz, hogy az előállított jeleknél az utórezgés lehető minimális értékű legyen, az utórezgés frekvenciája a jelzési frekvencia felének közelébe

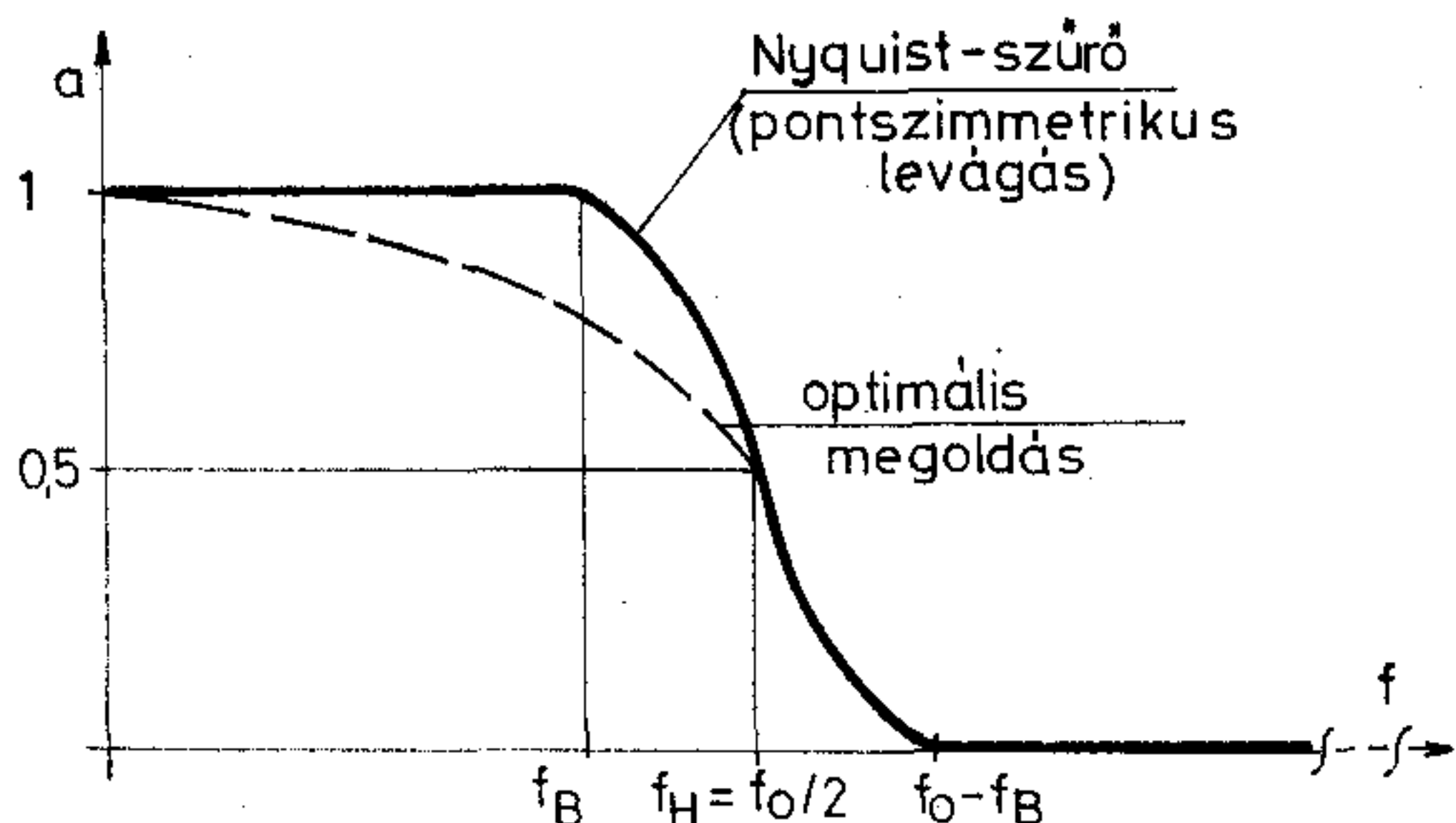


6. ábra. Nagyfokszámú aluláteresztő szűrők tipikus súlyfüggvénye

kell, hogy essen. Így a jelképzés módszerei nagyon hasonlóak lesznek a $\frac{\sin x}{x}$ típusú elemi jeleshez.

Kézenfekvőnek látszik az a szűrőválasztás ezek után, hogy az amplitúdókarakterisztika feleljen meg a Nyquist feltételnek, hiszen ha a zárósáv közepére esik a szűrő -6 dB -es pontja, a zárósáv felső határa fölött 60 dB csillapítást kell megvalósítani, akkor a zárósáv alsó határa közelében és egyáltalán a teljes zárósávban viselkedjék úgy a szűrő, mint ahogy azt Nyquist javasolja (7. ábra). E megoldás ellen szól az a tény, hogy az elméleti amplitúdókarakterisztika a realizálás során csak közelíthető és elengedhetetlen a mindent áteresztők használata. Kíváncsúság viszont az amplitúdókarakterisztika olyanná formálása az alapsáv határa közelében, hogy az alapsávban a futásidőhiba lehető minimális értékű

legyen. Ez a kíváncsalom azt jelenti, hogy az alapsáv határa közelében jelentős csillapítást kell megengednünk (7. ábra), amely végsősoron a dinamika-tartomány szűrő után megfigyelhető részének beszűkülését hozza magával.



7. ábra. Példa az optimális szűrőkarakterisztikára

A digitális módszerekkel történő videojel-előállítás szinte minden problémája felvetődik az interpoláló szűrő méretezése kapcsán. Megfelelő gondossággal kell eljárunk tehát a kiinduló adatok meghatározásakor, és ha már készen áll az optimálisnak vélt szűrő (pl. számítógépes modellezéssel), akkor ehhez többet tilos hozzányúl. Megváltoztatásával a generátor szinte minden paramétere romlik.

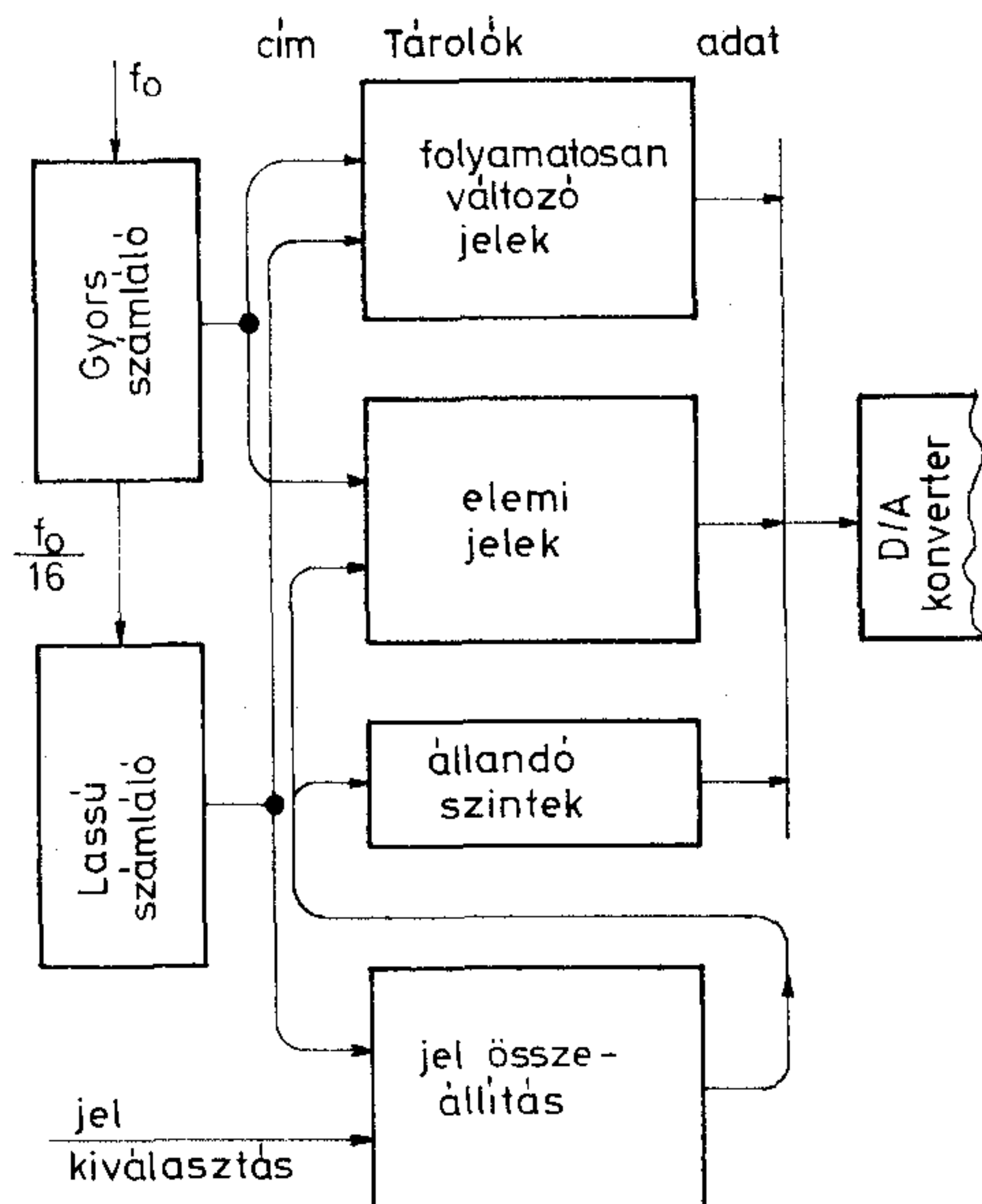
A tároló kihasználása

A mérőjelek információtartalma az átmenetek környezetében sűrűsödik, hiszen az állandó szintek a mozdulatlanyságot reprezentálják. Érdekes tehát a mérőjeleket úgy letárolni, hogy a tároló nagy részében csak az átmenetek foglaljanak helyet. Folyamatosan változó jeleknél (fűrészel, multiburst jel) ezt a felbontást természetesen nem célszerű elvégezni, hanem a sorjelet egy tömbben kell letárolni.

Az előző, ún. elemi jeles tárolási módnál a tároló belső szerkezete a 8. ábra szerinti módon alakulhat. Az elemi jel tároló egy elemi időtartam (pl. 1 μ sec) alatt lezajló összes átmenet típusokat tartalmazza, ezen kívül hasonló elemi jelként célszerű kezelni a lehetséges állandó szinteket. A jel összeállító tároló a rendelkezésre álló elemi jel készletből a kíváncsalnak megfelelő sorjelet állítatja össze a D/A konverter számára.

Alapvető megoldás típusok

A legegyszerűbb generátorsémát mutatja az 1. ábra. A tartalom szempontjából is legegyszerűbb megoldásra akkor kerülhet sor, ha az előállítandó jelkészlet azonos felfutási idejű átmenetekre és állandó szintekre bontható. Ez esetben olyan átmeneti függvényű aluláteresztő szűrőt kell választani, amely megfelel az átmenettel kapcsolatos elvárásoknak (Gauss, Thomson stb.), a D/A konverter egyszerű négyszögjeleket szolgáltat, és az előforduló szintértékek megegyezhetnek a kimenőjelben elvárt állandó szintekkel. A kívánt átmeneti folyamatot adó szü-

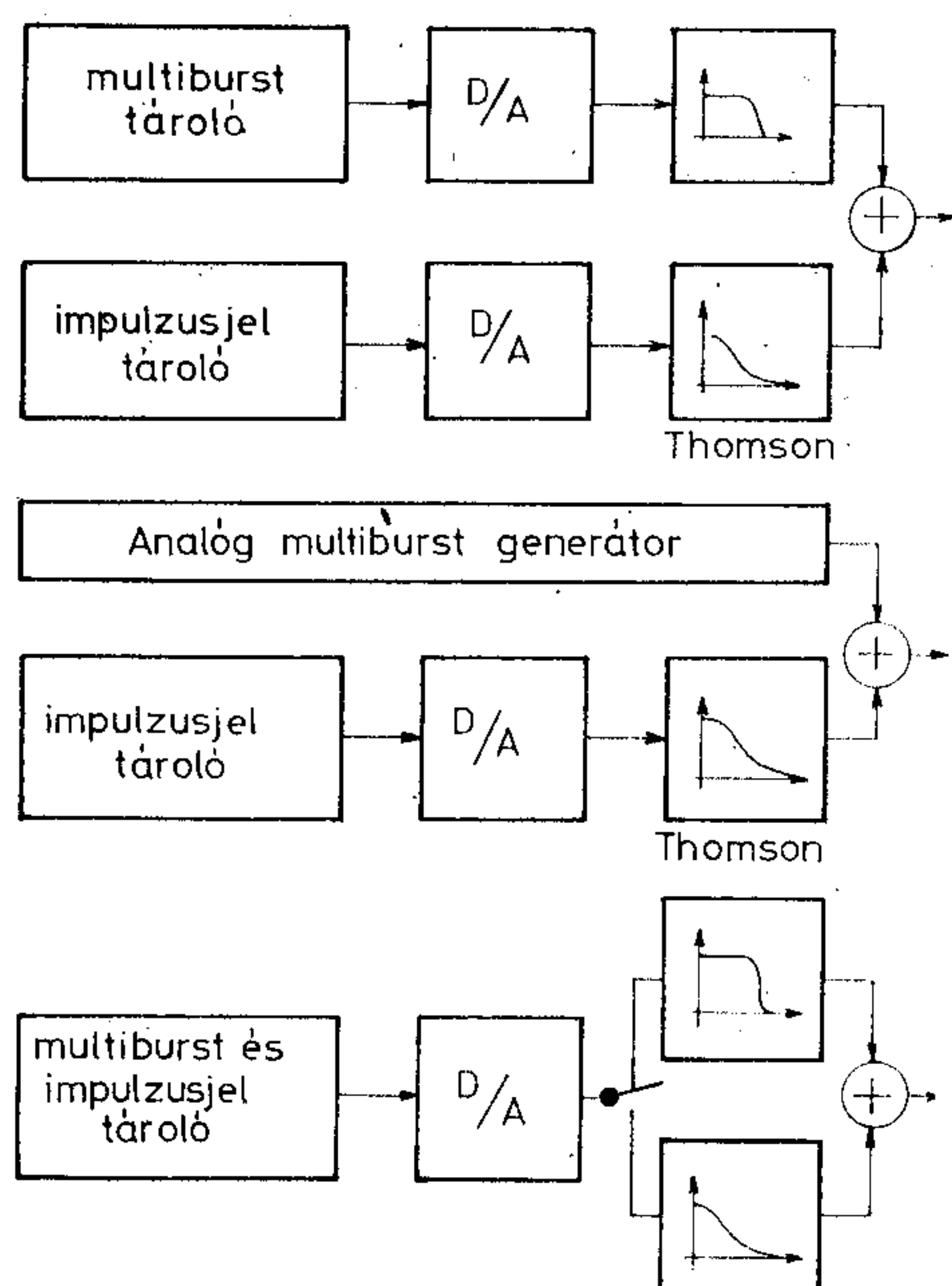


8. ábra. A tárolók szervezése

rők szelektivitása csak kb. $1,5 f_B$ fölött éri el a kívánt értéket. Következésképpen a kimenőjel spektrum valamivel szélesebb lesz a megengedettnél. (Igaz, hogy a többlet energiatartalma meglehetősen kicsi.) Ebben a megoldásban a megszokott értelemben vett mintavételezésről tulajdonképpen nem is beszélhetünk (legfeljebb úgy, hogy az átmenetek csak diszkrét időpontokban megengedettek), a végzett művelet egyszerű impulzusformálás.

Az interpoláló szűrő, de a teljes generátor számára is a legnagyobb igénybevételt a multiburstjel előállítása jelenti. Ha ezt a jelet az előállítás módját tekintve külön kezeljük, akkor az impulzusjelek előállítására az előző egyszerű módszer használható. A multiburstjel előállítás idejére vagy egy kerülő utat kell megnyitni (olcsóbb generátoroknál ez akár analóg is lehet), vagy az interpoláló szűrő átviteli tulajdonságait kell megváltoztatni. Ezekre mutat egy-egy példát a 9. ábra.

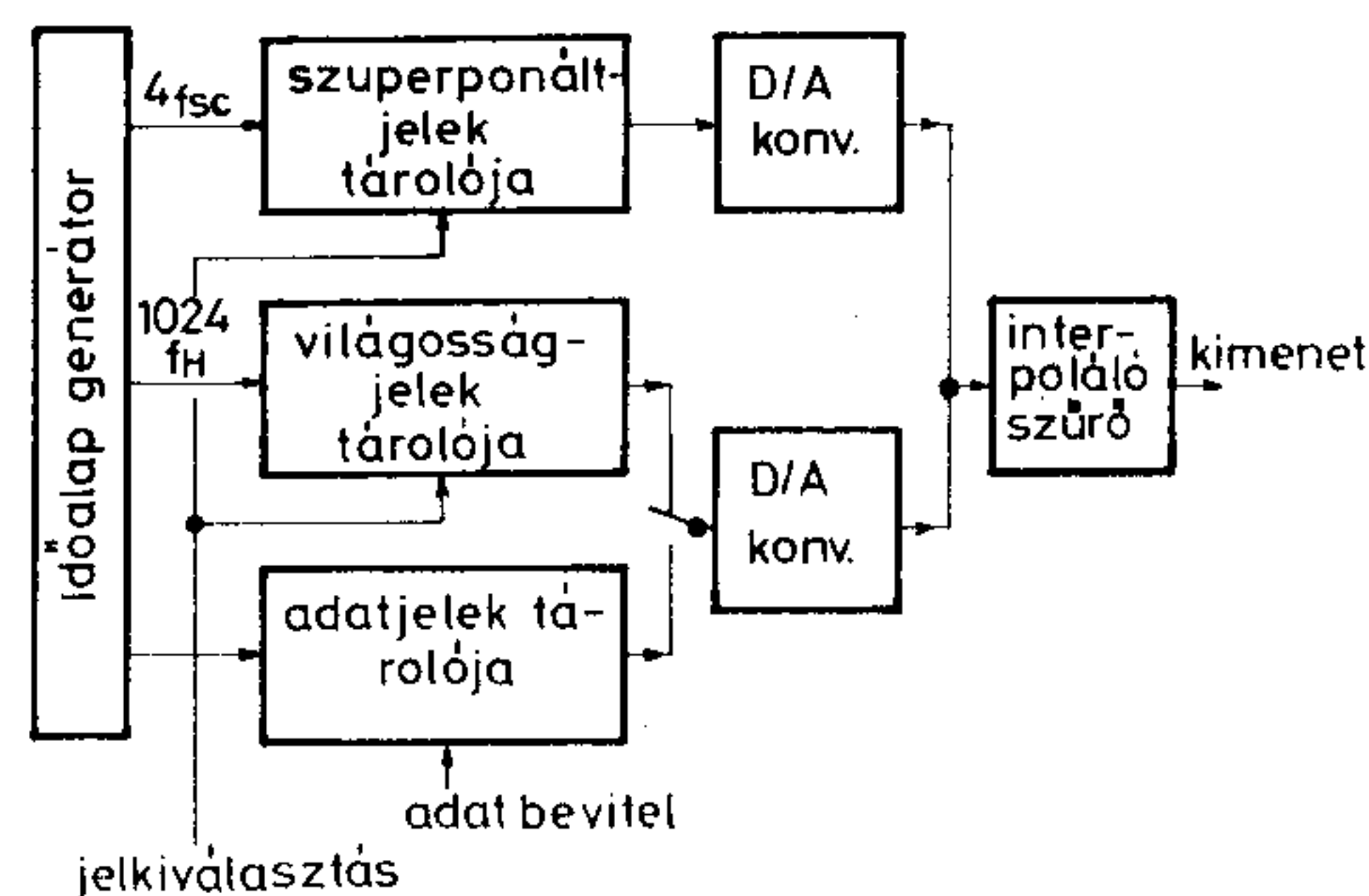
A színcsatorna vizsgálójeleinek előállítása során figyelembe kell venni, hogy ez (PAL esetben) a sorrasztérétől gyakorlatilag független időalapon történik. Ha mégis azonos ütemidőt választanánk mindkét csatornában, akkor az egyik vagy mindkét jelen jitter keletkezne, ami megengedhetetlen. Ezenkívül ha az összetett színes jelet egy konverter konvertálná, akkor a konverter összes differenciális hibái átmásolódnának a jelre, ami szintén megengedhetetlen. A szín és a világosság jeleket teljesen függetlenül kell előállítani, és a kimeneten összegezni. A két időalap között az előírt offset-et létrehozó áramköri rész teremt kapcsolatot. Ugyancsak új időalapon lehet bevinni a Teletext sorokat, mivel a kimeneten egyidejűleg csak egy jel lehet, a Teletext jelek generálásához fel lehet használni a világosságcsatorna elemeit. Egy lehetséges teljes generátorfelépítést mutat a 10. ábra. Miután itt két teljes jel-forrás van kiépítve, érdemes az egyik utat világosság jel útnak, a másikat szuperponált jelútnak kiképezni (10. ábra). Más szuperponált jeleknél (pl. 1,2 MHz) a konverter hibák, hasonlóan a színsegédvívónál el-



9. ábra. A multiburstjel előállítás különböző lehetőségei

mondottaknál, átmásolódnak a jelre, és egyébként is zavaró, ha a szuperponált jelek koherensek a sorfrekvenciával.

Az analóg és a digitális jelelőállítású generátorok között ma még folyik a verseny. Nem kétséges a digitális megoldás győzelme, de ezek ma még lényegesen drágábbak. A magasabb ár viszont egy megváltozott minőséget takar, hiszen egyszerűen nincs szükség utánállításra, a beépített alkatrészek ára igaz, hogy magas, de a generátor egészét tekintve a generátoron belüli alkatrészek összdarabszáma kicsi és ez a készüléket rendkívül megbízhatóvá teszi. A digitális módszerek egyre nagyobb teret hódítanak a professzionális televíziós technikában, és ez az átmeneti állapot átmeneti eszközöket kíván. Napjainkban kell tapasztalatokat szereznünk mind az üzemi gyakorlatban, mind a készülékfejlesztés területén, hiszen az új technika új szakértelmet is igényel.



10. ábra. Egy lehetséges teljes generátor séma

IRODALOM

- [1] Hölzler—Holzwarth: Az impulzusmoduláció elmélete és gyakorlata. Műszaki Könyvkiadó, 1962.
- [2] Anatol I. Zvarev: Handbook of filter synthesis John Wiley and Sons, Inc. 1967.
- [3] Dr. Gordos Géza—Varga András: Adatátvitel és adatfeldolgozás. Tankönyvkiadó, 1975.

Somodi József

Szövetkezetünk a tv-technikában alkalmazott berendezések széles választékát kínálja vásárlóinknak.

Ilyenek pl.: a zártláncú tv-hálózati elemek (kamerák, monitorok, kép- és hangkeverő berendezések stb.), tv-vizsgáló és mérőműszerek (tv-stúdiótechnikai és tv-adástechnikai műszerek, szervizkészülékek), tv-vizsgáló és mérőberendezések (gyártástechnológiai berendezések), tv-microcomputer-rendszerek, display-ek.

Gyártmányaink külföldi forgalmazását a METRIMPEX (H—1391 Budapest, Pf.: 202), valamint az ELEKTROIMPEX (H—1392 Budapest, Pf.: 295) végzi.

Belföldi vonatkozásban bármely alkalmazástechnikai vagy kereskedelmi problémában a HÍRADÁSTECHNIKA Szövetkezet Kereskedelmi és Vállalkozási Főosztálya készséggel áll vásárlóink rendelkezésére.

HÍRADÁSTECHNIKA SZÖVETKEZET

A HTE ünnepélyes elnökségi ülése

Egyesületünk ez évben április 1-én tartotta ünnepélyes díjkiosztó elnökségi ülését.

Az ünnepi ülésen megjelent dr. Szikszay Béla elvtárs, az MSZMP Központi Bizottsága Gazdaságpolitikai osztályvezető helyettese és dr. Füzesy János elvtárs, a MTESZ főtitkárhelyettese.

Az ülést Köveskúti Lajos elvtárs, a HTE elnöke nyitotta meg. Megemlékezett hazánk felszabadulásának 36. évfordulójáról és méltatta április 4. jelentőségét.

Ezt követően dr. Szikszay Béla elvtárs tájékoztatást adott a VI. ötéves tervvel összefüggésben, a gazdaságpolitika fő céljairól, a népgazdaság külső és belső egyensúlya javításával kapcsolatos kérdésekről. Részletesen beszélt arról, hogy a meghatározott cél elérése érdekében milyen feladatok hárulnak ránk a termékszerkezet korszerűsítésében, a költségcsökkentések, a minőségjavulás és a jövedelmezőség fokozása területén.

Kiemelte az elektronikai ipar szerepét, jelentőségét, hatását a népgazdaság más területein is.

Összefoglalóan értékelte az elektronikai ipar előtt álló feladatokat és teendőket.

Dr. Szikszay Béla elvtárs tájékoztatója után az ünnepi ülés kedves színfoltjaként egyesületi díjak, oklevelek kerültek átadásra.

A díjak kiosztása után az elnök előterjesztette az új állandó bizottságok vezetőinek névsorát.

Az elnökség tagjai sorába kooptálta

a Gazdasági Bizottság vezetőjét

— dr. Bálint József elvtársat,
a BHG gazdasági igazgatóját,

a Konstruktív és Környezetállósági Állandó Bizottság vezetőjét

— Vida Béla elvtársat, az MHE gyártásfejlesztési főosztályvezetőjét,

a Gépi Tervezés Állandó Bizottság vezetőjét

— dr. Abos Imre elvtársat, a TKI tudományos osztályvezetőjét,

az AMT Koordinációs Bizottság vezetőjét

— dr. Bálint Lajos elvtársat, a TKI főosztályvezetőjét

Dr. Almássy György főtitkár beszámolójában összefoglalta a januári közgyűlés óta bekövetkezett fontosabb eseményeket, majd előterjesztette az Egyesület 1982. évi költségvetését, amelyet az elnökség jóváhagyólag elfogadott.

Az ünnepélyes elnökségi ülés Köveskúti Lajos elnök zárszavával ért véget.

Puskás Tivadar Emlékérmesek

A Híradástechnikai Tudományos Egyesület elnöksége a Díjbizottság javaslata alapján az Egyesületben kifejtett műszaki és társadalmi tevékenység elismeréseként Puskás Tivadar Emlékérmekkel tünteti ki az alábbiakat:

Dr. Gödör Éva: Az egyesület Mikrohullámú szakosztályában, mint szakosztály titkár hosszú évek óta kimagasló tevékenységet fejtett ki. Aktív részt vállalt mind a Mikrohullámú kollokviumok, mind a hazai mikrohullámú tárgykörű szemináriumok tudományos szervezésében. Az egyesület érdekében munkahelyén, a BME Mikrohullámú tanszékén, valamint az egyetemi hallgatók körében az egyesületi munkát megismertető, megszerettető társadalmi és tudományos tevékenységet végez.

Halász Miklós: Az Energiaipari Távközlési Szakosztály alelnöke. Nagy szerepe volt a szénhidrogénipar távközlési rendszerének megvalósításában, fejlesztésében és irányításában. A híradástechnikai szakmában eltöltött több évtizedes munkássága alatt kiemelkedő társadalmi tevékenységet végzett a szakosztály létrejöttéért, a társadalmi munka léteért. Szervezőkészsége nemcsak a szakosztályi, de az egyesületi munkát is aktívan befolyásolja, sikeresek a kétévenként megrendezésre kerülő energiaipari távközlési szemináriumok.

Dr. Mátrai Géza: Egyesületünk gyöngyösi területi csoportjának titkára. Rendkívül hatékony és nagy lelkesedéssel végzett társadalmi mozgósító munkájában mindig fontos és időszerű témát választ ki. Szervezője a most már hagyományos kétévenként megrendezésre kerülő „Termelékenységnövelési módszerek az elektronikában” témájú szemináriumnak. A Heves megyei MTESZ Szervezet Végrehajtó Bizottságának tagja.

Stefler Sándor: A Műszaki Tudományos Bizottság titkára, a Rádió és TV szakosztály vezetőségi tagja. Hosszú évek óta végzi az MTB titkári feladatait, melyen keresztül az egyesületi élet alapfeladatainak és célmeghatározásának munkatervi meghatározásaihoz is segítséget nyújt. Fontos összekötő szerepet tölt be a Magyar Posta és a híradástechnikai ipar szakembereinek társadalmi úton való együttműködésében.

Dr. Vajda Ferenc: A Mikroprocesszorok Munkabizottság vezetője és egyben alapító tagja. Mind a hazai, mind a külföldi tudományos tevékenységével támogatja egyesületünket, különös tekintettel az ezidőtájt igen népszerű μP -k tárgykörben tartott rendezvényekre. Sokoldalú kapcsolata révén egyesületünk legnagyobb érdeklődésére számotartó előadásainak is tudományos, aktív szervezője. Mind tudományos, mind szervezői tevékenysége kimagasló.

Pollák—Virág-Díjasok

A Híradástechnika folyóiratban 1980. évben jelent cikkek közül a Díjbizottság az alábbiakat tüntette ki Pollák—Virág-Díjjal:

Praktis Timor's Emili'eimere?

A thiaadistekimiki Tiedmang, Esimela elunohape "in English" na
Jomale'e alapini an Esimela's kithetel amirari i firaadere
Tukimang's elimerepeint Pratik Timor's Emili'eimere
kintari ki an alidididit:

Field - View - Diagram.

~~Field~~

A diplomateur palgata aligatitja
A mal aligatit palgata aligatitja

Cebe László: Az intermodulációs zajok számítása preemfázis esetén 1—2. szám

Kósa Zsuzsa—Szebeni János: Gradiens adaptív kiegyenlítő modellezése 8. szám

Horváth Gábor—Márkus Edit—Dr. Sallai Gyula: A fényvezető-technika bevezetésének gazdaságossága 7. szám

Dr. Székely Vladimír: Új típusú funkcionális integrált áramkör: a termikus szorzó 12. szám

A diplomaterv pályázat díjazottjai

A Budapesti Műszaki Egyetem *Diplomaterv pályázatán* díjban részesültek az alábbiak:

1. díj: *Kovács Sándor:*

„Adaptív jelalak szintézer” c. dolgozata

2. díj: *Bakk László:*

„Programozható kistorzítású RC oszcillátor” c. dolgozata

Frischmann Gábor:

„Vonali kódolási eljárások 140 Mb/s-os koaxiális átviteli rendszerekben” c. dolgozata

3. díj: *Molnár András:*

„Ékezetes betűgenerátor teletext vevőkészülékhez” c. dolgozata

Bozsóki István:

„Digitális sokvivőhangos QPSK demodulátor” c. dolgozata.

A szakdolgozat pályázat díjazottjai

A *Győri Közlekedési és Távközlési Műszaki Főiskola Szakdolgozat* pályázatán az alábbiak részesültek díjban:

1. *Körmendi János:* „Mérésadatgyűjtés és kiértékelés” (HP 97S-hez illesztő egység készítése)

2. *Kuti Tibor:* „Digitális fázismodulátor egység tervezése középsebességű modemekben való alkalmazásra”

3. *Pamlényiné Németh Gertrúd:* „A Soproni Postaigazgatóság távhívó hálózatába bekapcsolt központok ellenőrzési terve”

A *Kandó Kálmán Villamosipari Műszaki Főiskola Szakdolgozat* pályázatán az alábbiak részesültek díjban:

1. *Szuromi Béla:* Szentés góckörzet távbeszélő hálózata távlati kapacitási, felfűzési és átviteli rendszertechnikai terve 2010. évre

2. *Balaskó Károly:* Mechanikai forgást érzékelő, kijelző és utasítást adó áramkör tervezése

3. *Tóth István:* Digitális frekvenciamérő tervezése és bemérése

A *Zrínyi Miklós Katonai Akadémia Szakdolgozat pályázatán* az alábbiak részesültek díjban:

I. *Vörösmarti Mihály:* Különleges feladatot ellátó rendőri csoport híradórendszere

II. *Csányi Lajos:* A mobil hírközpont technikai rendszere

III. *Kopasz Jenő:* Mobil híradórendszer tervezése

A HÍRADÁSTECHNIKAI TUDOMÁNYOS EGYESÜLET ELNÖKSÉGÉNEK TAGJAI

Dr. Abos Imre	TKI
Dr. Almássy György	TKI
Dr. Ambrózy András	BME
Asztalos Lajos	
Dr. Ács Ernő	
Ágostházi Margit	BHG-FI
Balogh Albert	HIKI
Balogh Dezső	BHG-FI
Balogh Pál	
Ballagi P. Konrád	BRG
Dr. Baranyi András	TKI
Battistig György	TKI
Dr. Bálint József	BHG
Dr. Bálint Lajos	TKI
Bánsághi Pál	TERTA
Dr. Bársony Péter	TKI
Bányai Ferenc	HIKI
Dr. Bárdos Sándor	HTV
Becz Sándor	PRTMIG
Dr. Berceli Tibor	TKI
Berecz Frigyes	BHG
Bíró Ferenc	ML
Boglár Gyula	TERTA
Dr. Bognár Géza	
Dr. Bokor Imre	ZMKA
Borbély Endre	KKVMF
Bráda Ferenc	HIKI
Budai Lajos	
Dr. Budinszky József	OMFB
Dr. Csurgay Árpád	KFKI
Dr. Csibi Sándor	BME HEI
Demeter Béla	VIDEOTON
Dienes Béla	EIVRT
Diószeghy Győző	KKVMF
Dr. Egry Imre	
Eisler Péter	BHG-FI
Dr. Erdélyi János	HIKI

Erdős Sándor	
Fenyvesi Ferenc	FMV
Dr. Ferenczy Pál	BME HEI
Frischmann Gábor	PVIG
Garamvölgyi Géza	Dunakanyar Szolg. Vegyip. Szöv.
Garay László	
Dr. Gál József	BME
Dr. Géher Károly	BME HEI
Dr. Gordos Géza	BME HEI
Dr. Gosztony Géza	BHG
Göblös János	REMIX
Dr. Gödör Éva	BME
Gróger József	Elektronika, Átviteltech. Szöv.
Dr. Gyárfás András	KKVMF
Hatzimihalis Nondas	MVMT
Hajduska Kurt	BEAG
Halász Miklós	OKGT
Hartai András	EMO
Dr. Házman István	PKI
Heckenast Gábor	MR
Hegyi Mihály	ML
Heinrich János	MM
Hencz János	GAMMA MŰVEK
Dr. Herman Ákos	HIKI
Herman László	
Horváth Imre	BHG
Horváth Gyula	
Horváth István	
Dr. Horváth Lajos	PVIG
Horváth László	PVIG
Horváth Pál	EIVRT
Iklódy Gábor	EMO
Jutasi István	OLAJTERV
Kas Oszkár	
Karácsony Dezső	BRG

Kauser Dénes	KONTAKTA	Dr. Rédl Gábor	BHG
Kerpel Róbert	MTV	Ribényi András	KFKI
Kéri Lászlóné	REMIX	Rontó Tibor	PKI
Király László	ML	Rózsavölgyi József	
Kinches István		Rudasi Károly	BRG
Kis Károly	MHE	Dr. Sósmezey István	HIKI
Kiss Ernő		Dr. Sárközy Géza	
Dr. Kiss István	TKI	Dr. Sátor János	MM
Kiss M. István	REMIX	Schiller János	MVMT
Dr. Kodolányi Gyula		Schmideg Iván	FMV
Komporday Aurél		Schmidt János	BHG
Dr. Konez Károly	TERTA	Simkó Antal	EIVRT
Dr. Kormány Teréz	TKI	Simon József	ORION
Kovács Gyula		Skultéti János	EIVRT
Kovács Gyula	MM	Stenczinger Sándor	BRG
Dr. Kozma László		S. Tóth Ferenc	GELKA
Dr. Kőműves Frigyes		Sugár Gusztáv	
Köteles Zoltán	ORION	Susánszky László	
Kövér Jenő	VIDEOTON	Dr. Szalay Béláné	
Köveskúti Lajos	HÍRADÁSTECHNIKA	Szakonyi Géza	GOV
	SZÖVETKEZET	Szegedi Vargha László	EIVRT
Králik Ferenc	ELEKTROIMPEX	Szenti János	VIZIG
Kudich Antal	VIDEOTON	Szerdahelyi György	VIDEOTON
Kusztor Ernő	GELKA	Dr. Szita Jánosné	
Lajkó Sándor		Dr. Szokolay Mihály	BME
Dr. Lajtha György	PKI	Szolgay Norbert	OMFB
Dr. Lantódi József	ZMKA	Szőnyi István	
Littvai István	Ipari Minisztérium	Takács Kálmán	VIDEOTON
Mahder János	REMIX	Dr. Tardos Lászlóné	TKI
Makó Zoltán		Dr. Tarnay Kálmán	BME
Marót Zoltán	MHE	Thomán Valér	TKI
Mazgon Sándor	PKI	Dr. Tokodi Pál	KONTAKTA
Dr. Mátrai Géza	EIVRT	Dr. Tófalvi Gyula	TKI
Mérey Imréné	HTE	Törvényi Károly	VIDEOTON
Mészáros Sándor	EIVRT	Udvardy Károly	
Mohos József	VIDEOTON	Dr. Udvarhelyi Gábor	REMIX
Dr. Molnár József	EIVRT	Dr. Vajda Ferenc	KFKI
Dr. Molnár Pál	PKI	Valkó I. Péter	
Dr. Molnár Rudolf	REMIX	Vankó Gyula	MHE
Dr. Náray Zsolt	SZKI	Varga Pál	HIKI
Novák István		Varga Károly	
Dr. Nyári György		Dr. Vámbéry Lőrinc	
Dr. Pap László	BME HEI	Dr. Váradi Imre	TKI
Papp István	VIDEOTON	Várallyay Iván	EIVRT
Pató Lajos	BHG-FI	Várhegyi Antal	GOV
Pádár Sándor	HAGY	Vida Béla	MHE
Pálmai Rezső	MVMT	Vígh István	
Philip Miklós	KG-Informatik	Dr. Villányi Ottó	
Pogány Károly	MHE SzSzK	Völgyi János	GELKA
Dr. Prónay Gábor	BME HEI	Valter Ferenc	PVIG
Rácz János	KTMF	Zotter Ferenc	
Dr. Rédl Endre		Zsengellér István	OKGT

(Folytatás a 170. oldalról)

*

Egy svájci kutatócsoport a világon a legkisebbnek mondott buborékkamrát építette meg, amely az atomok legkisebb építőköveinek megfigyelésére szolgál. Donald Glaser az ötvenes évek elején Nobel-díjat kapott a buborékkamra feltalálásáért, ő ugyanis rájött arra, hogy a normál forrási hőmérsékletük fölé melegített folyadékokban áthaladó részecskék ionizáló hatására a részecske pályája mentén buborékok keletkeznek. A felfedezés nyomán előbb kis, majd egyre nagyobb méretű buborékkamrákat építettek, még 3,7 m átmérőjű kamra is épült (CERN = Európai Atomenergetikai Kutatóközpont). A kutatók érdeklődése most ismét a kis méretek felé fordult, ugyanis az atom építőköveinek, a kvarkoknak a keletkezését és megsemmisülését akarják mérni és megfigyelni. Ezeknek a „szubatomi” részecskéknek a nyoma a buborékkamrában csupán 500 μm , ami a nagy buborékkamrák egy-egy buborékjának nagyságrendjében van. Ezért építették a Berni Egyetem kutatói a 6,5 cm átmérőjű és 3,5 cm mélységű buborékkamrát, amelynek buborékmérete 30 μm . A kamrát három kamera figyeli. Képtároló hatás folytán a korábbi buboréksorok is láthatók, de legélesebben a legutolsóként keletkezett nyom látszik. (*New Scientist*, 1980. ápr. [781])

Az IBM kutatói úgy nyilatkoztak, hogy a System 370 számítógép 1000-szavas szókincsű normál beszédet nyomtatásban képes visszaadni. Ez biztató eredménynek számít a beszédfelismerés sok műszaki nehézséget rejtő területén, de még hosszú út áll a fejlesztők előtt. A gépnek ma még 100 percre van szüksége ahhoz, hogy egy csupán 30 másodperces mondatot „megértsen” és kinyomtasson. Ahhoz, hogy egy-egy személy beszédét megértse a gép, a gép betanítására 900 mondatot kell beolvasnia a mikrofonba. Ez a művelet egymaga 2 órát vesz igénybe. Az IBM kutatói az élen járnak a beszédfelismerés területén. Máshol folytatott kutatások csupán 250 szavas szókincs „megértéséig” jutottak el, méghozzá kötött mondat szerkezettel, vagyis a gép nem ismeri fel a folyó beszédben szabadabban választott szórenddel kimondott mondatokat. A System 370 olyan mondatokat is le tud írni, amelyeket korábban „nem hallott”.

Az IBM kutatói a beszéd hullámalak-elemzésének bevált módszerével folytatják a munkát, és célkitűzésük, hogy a számítógép szókincsét olyan mértékben megnöveljék, hogy a gép alkalmas legyen diktálás fogadására bárkitől.

(*New Scientist*, 1980. ápr. [782])

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

BHG

Laczkó Endre
Bernhardt Richárd
Eisler Péter
Dr. Gosztony Géza
Honti Ottó
Klug Miklós
Tölgyesi László

ORION

Jakubik Béla
Baracs Sándor
Csernoch János
Froemel Károly
Sass Károly
Szabó Károly

TERTA

Bánsági Pál
Baján Tibor
Benedek Elek
Egerszegi Béla
Hutter Mihály

BHG ORION TERTA

MŰSZAKI
KÖZLEMÉNYEK

XXVII. évfolyam

1981

5. szám

Híradástechnikai gyártmányok mechanikai tartósságának vizsgálati módszerei és követelményei

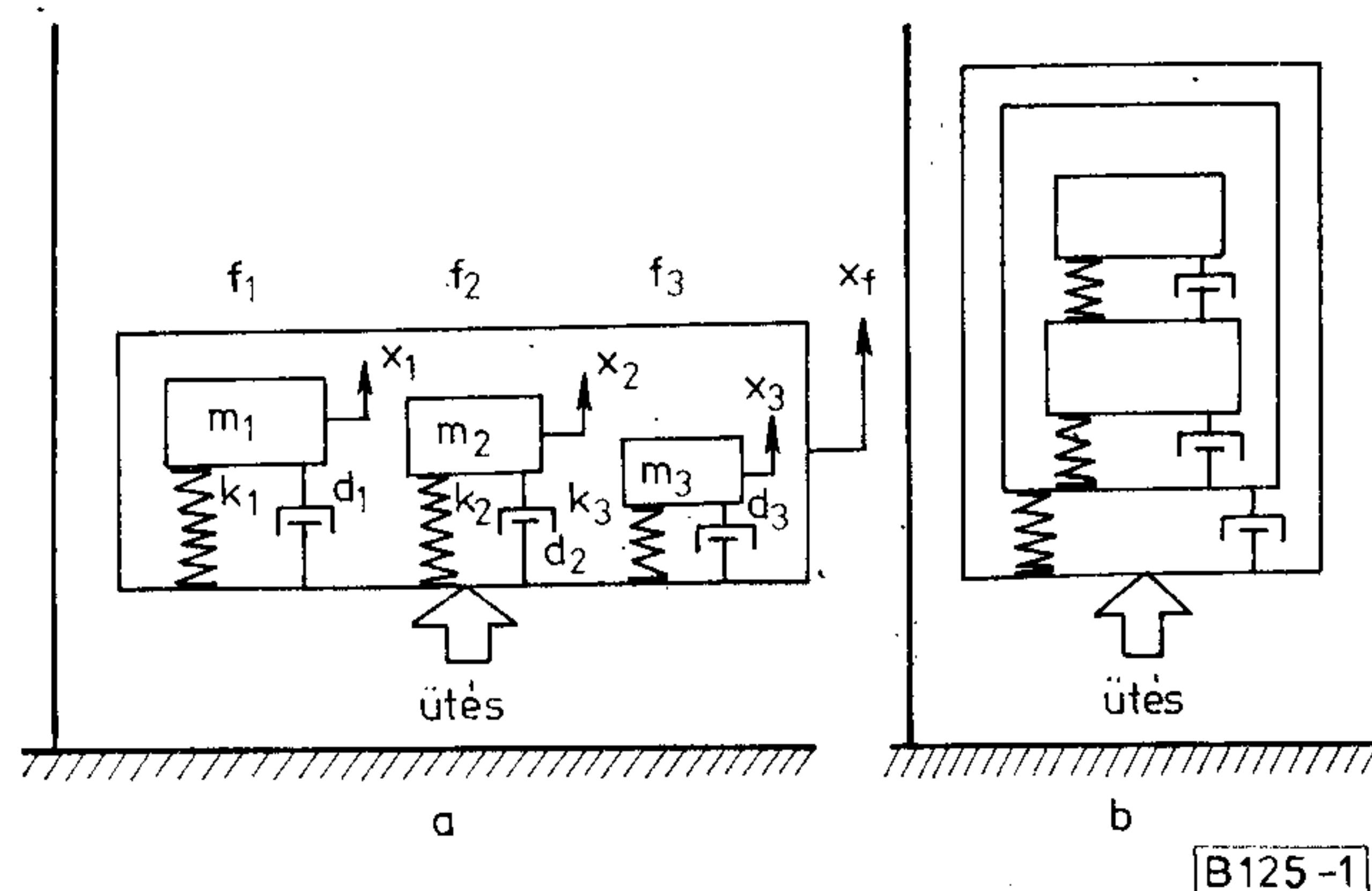
SOMFAI FERENC
BHG

A vizsgálatok indokltsága és az igénybevételek fajtái

A gyártmányok, különösen az összetett gyártmányok megbízhatóságát befolyásoló tényezők között jelentős helyet foglalnak el a környezet mechanikai hatótényezői. Gyártmányainkat, a helyhez kötötten telepített és hordozható gyártmányokat egyaránt, a szállítás, raktározás, kezelés, üzemeltetés, javítás és karbantartás során olyan mechanikai erőhatások érhetik, melyek a gyártmányt károsítják, csökkentik megbízhatóságát és élettartamát, esetleg teljesen tönkre is teszik.

A cikk mondanivalója elsősorban telefontechnikai gyártmányokra vonatkozik, a tapasztalatokat főleg ilyen gyártmányok vizsgálata során szereztük. De hasonló felépítésük miatt a híradástechnikai gyártmányok zömére, sőt más iparágak gyártmányainak jelentős részére is vonatkoztathatók a tapasztalatok kellő megfontolással.

Az 1. ábra egyszabadságfokú és többszabadságfokú rezgő mechanikai rendszereket tartalmazó keletkezéseket mutat be, amelyekkel gyártmányaink is modellezhetők. f_i az egyes tömeg-rugó rendszerek rezonanciafrekvenciája, m_i a tömege, k_i a rugóállandója, d_i a csillapítási tényezője, x_i pedig a rögzített koordináta-rendszerre vonatkoztatott kilengése. A gyártmány elemeinek maximális gyorsulása a legtöbb esetben meghatározza ezen elemek csatlakozásainak maximális mechanikai igénybevitelét és rugalmas részeinek maximális relatív kilengését, ezért közvetlenül kapcsolatban áll a károsító okokkal. Gerjesszük az 1/a ábrán mutatott szerkezetet adott hullámalakú gyorsulás-impulzussal. Ennek hatására az egyes mechanikai rendszerek rezgésbe jönnek a tömegtől, rugóállandótól, csillapítási tényezőtől és rezonanciafrekvenciától függően más-más gyorsulás-idő lefolyással. A károsodás mértéke szorosan összefügg azzal, hogy az egyes rendszerek gerjesztő-impulzus átvitele milyen.



1. ábra. Rezgő mechanikai rendszereket tartalmazó gyártmányok

Összetett gyártmányaink belső szerkezeti elemei az egyszabadságfokú rendszereknél általában bonyolultabb mechanikai rendszereket képeznek, pl. sorba kapcsolt, csillapított többszabadságfokú rendszereket az 1/b ábra szerint. Ilyenkor az ütés következtében egy külső rendszerben keletkezett rezgések károsodást idézhetnek elő egy belső rendszerben a csatlakozási hatások miatt.

A mechanikai igénybevételek károsító hatása elleni védekezés sok formája már eddig is kialakult és jó eredménnyel alkalmazzuk is azokat, de főleg csak az üzemeltetés és rövidebb távolságú szállítás vonatkozásában. A híradástechnikai ipar exportterületei, különösen távlati exportterületei miatt azonban nagyobb távolságú (5–15 ezer km-es) szállítással is számolnunk kell. Ez nagyságrendekkel megnöveli a gyártmányra ható erőciklusok számát és intenzitását, tehát lényegesen emeli a mechanikai igénybevételek szigorúságát. Hozzájárul még ehhez, hogy a célállomástól a telepítési helyre történő továbbszállítás sokszor primitív szállítóeszközökön és rossz utakon történik, ami egyúttal a gyártmányra ható

erők állandó változását is jelenti. Itt elsősorban a fejlődő országok felvevőpiacára gondolunk.

Egyértelműen megállapíthatjuk tehát, hogy a különböző mechanikai igénybevételekkel szembeni ellenállóképességet a gyártmány fontos műszaki tulajdonságának kell tekintenünk, ami olykor még pl. a nedvességállóságnál is fontosabb lehet. Ezt — sajnos — a vállalatok gyakorlati példái bizonyítják. Jelentős meghibásodások, s vele komoly anyagi és erkölcsi károk keletkeztek már még rövidebb távú szállításnál is, a károsodás mértéke néha olyan volt, hogy a gyártmányt megjavítani is alig lehetett.

A tényleges szállítások és mechanikai tartóssági vizsgálatok során a következő főbb hibaféleségekkel találkoztunk:

(a) A rezgő mechanikai rendszerek leggyakoribb károsodási formája az anyagfáradási hiba. Az igénybevétel hatására a szerkezeti anyagok folyamatosan fáradnak, huzamosabb idő után megrepednek, eltörnek. Leggyakoribb az alkatrészlábak, kivezetők letörése, nehezebb szerelvények felerősítő füleinek repedése, ponthegesztett részek szétválása, kábelszakadás stb.

(b) Szintén fontos károsodási forma és akkumulatív jellegű a szorított, dugaszolt és csavarkötések lazulása. Irodalmi adatok és saját vizsgálati tapasztalataink alapján tudjuk, hogy jelentős csavarlazulások és oldónyomaték-csökkenések lépnek fel pl. a csavarrögzítő lakkok alkalmazásának elhagyásával.

(c) Plasztikus alakváltozások, maradandó deformációk és kényszertörések fordulnak elő az adott szerkezeti elem mechanikai szilárdságát meghaladó dinamikus erőhatások hirtelen fellépésekor. Pl. egy $400 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ maximális gyorsulású, 1 kg tömegre ható dinamikus csúcserő 400 N. E nagy dinamikus erők ellenére a híradástechnikai ipar konstrukciós megoldásait dicséri, hogy ez a típusú károsodás rendkívül ritkán fordul elő.

(d) Egymáshoz közel szerelt alkatrészek a rezonanciafrekvencián való rázás alatt egymáshoz verődhetnek, jelfogók, kapcsolók érintkezői szabálytalanul záródhatnak vagy megszakadhatnak, elektroncsöveknél mikrofónia léphet fel, a szomszédos elemek egymás működését zavarhatják, a rezgőkörök elhangolódhatnak stb.

Hogy a mechanikai igénybevételek károsító hatása ellen a gyártmányt meg tudjuk védeni, mindekelőtt a ténylegesen várható mechanikai igénybevételekkel, azok szigorúságával kell tisztába jönnünk. Amíg csak egyszerű gyártmányokról van szó, a mechanikai igénybevételek ismeretében azok hatását többé-kevésbé számítani tudjuk. De mihelyt a gyártmány összetettebbé válik — s a híradástechnikai gyártmányok zöme ilyen —, előzetes számítással még a várható igénybevételek legpontosabb ismeretében is csak durván becsülhető a gyártmány mechanikai ellenállóképessége. Ilyenkor az egyedüli járható út a tényleges igénybevételek hatásának mesterséges leutánczása vizsgálóberendezések segítségével és a gyártmányok ezekkel elvégzett mechanikai tartóssági vizsgálata.

A gyártmányokra ható mechanikai igénybevételi formák nagyon változatosak, s természetes körülmények mellett csak a legritkább esetben hatnak „tisztán”, önmagukban. Általában különböző igénybevételi formák kombinációjaként jelentkeznek. De a legtöbb esetben egyik vagy másik igénybevételi formának meghatározó szerepe van a többi igénybevételi formával szemben. Mesterséges vizsgálati eljárásainkban ezért rendszerint „tisztán” igénybevételeknek vetjük alá a mintákat. A mesterséges vizsgálatok célja az, hogy a vizsgálati mintákon meghatározzuk a „tisztán” mechanikai igénybevételek károsító hatását, a minta mechanikai szilárdságát és ellenállóképességét, s ezzel olyan konstrukciós változtatásokra hívjuk fel a figyelmet, amelyekkel az ilyen károsodások a tényleges körülmények mellett elkerülhetők. A mechanikai tartóssági vizsgálatok során — illeszkedve a természetes körülményekhez — az igénybevételek két fő típusát alkalmazzuk általánosan: a lökésszerű- és rázási igénybevételt.

A lökésszerű igénybevétel gyorsulás-impulzustól származó tranziens mozgás, mely a megfigyelési idő elhanyagolhatóan kis része alatt folyik le, nem állandó folyamat. A gerjesztést a gyors lefolyás mellett még a nagy amplitúdó jellemzi. Ilyen igénybevétellel pl. a gyártmány leejtése, felborítása és egyéb véletlenszerű lökések, melyek főleg a szállítás során, különösen rakodásoknál fordulnak elő. E véletlenszerű hatások vizsgálatára kidolgoztak ugyan szabványos vizsgálati módszereket (pl. a leejtési, billentési és felborítási vizsgálat), de ezeknél a kialakult erőhatások még korántsem kielégítően meghatározottak, e téren még sok a tennivaló. E véletlenszerű hatások vizsgálata helyett a híradástechnika vizsgálati gyakorlata inkább a normális szállítási körülményeket utánzó és jól reprodukálható ejtegetési és ütési igénybevételt alkalmazza. Az ejtegetés a lökésnél kisebb energiaközléssel járó periodikus gyorsulás-gerjesztés, amelyet vizsgálat céljára sokszor megismétlünk. Ilyen igénybevételt visel el a gyártmány pl. vasúton történő szállítás során, ahol a sín-pálya diszkontinuitása miatt nagytávolságú szállításkor milliós nagyságrendű gyorsulás-impulzus is érheti a gyártmányt.

A rázás kényszermozgás, kényszerrezgés előidézőse egy mechanikai rendszerben, tehát olyan rezgés előidézőse, amely egy vagy több periodikus erő folyamatos hatására jön létre. A kényszerrezgés frekvenciája megegyezik a kényszererő frekvenciájával. Ilyen igénybevétel éri a gyártmányt, ha pl. benne, vagy közvetlen környezetében nem megfelelően rezgésszigetelt, kiegyensúlyozatlan forgórészű gépek működnek (pl. hűtőventillátor, sín-pálya mellett telepített berendezés stb.).

A szállítóeszközök okozta igénybevételek

Gyártmányaink vasúti, közúti, légi és vízi szállítóeszközön jutnak el rendeltetési helyükre. Szállítás során a gyártmányra ható károsító erők kialakulását, az igénybevételek szigorúsági fokát a szállítóeszköz és annak úttípusa határozza meg elsősorban.

A 2. ábra a különböző szállítási módok rázási hatásdiagramját ábrázolja, más szóval a szállítóeszközök rakfelületén fellépő rázási igénybevétel jellemzőinek értéktartományát.

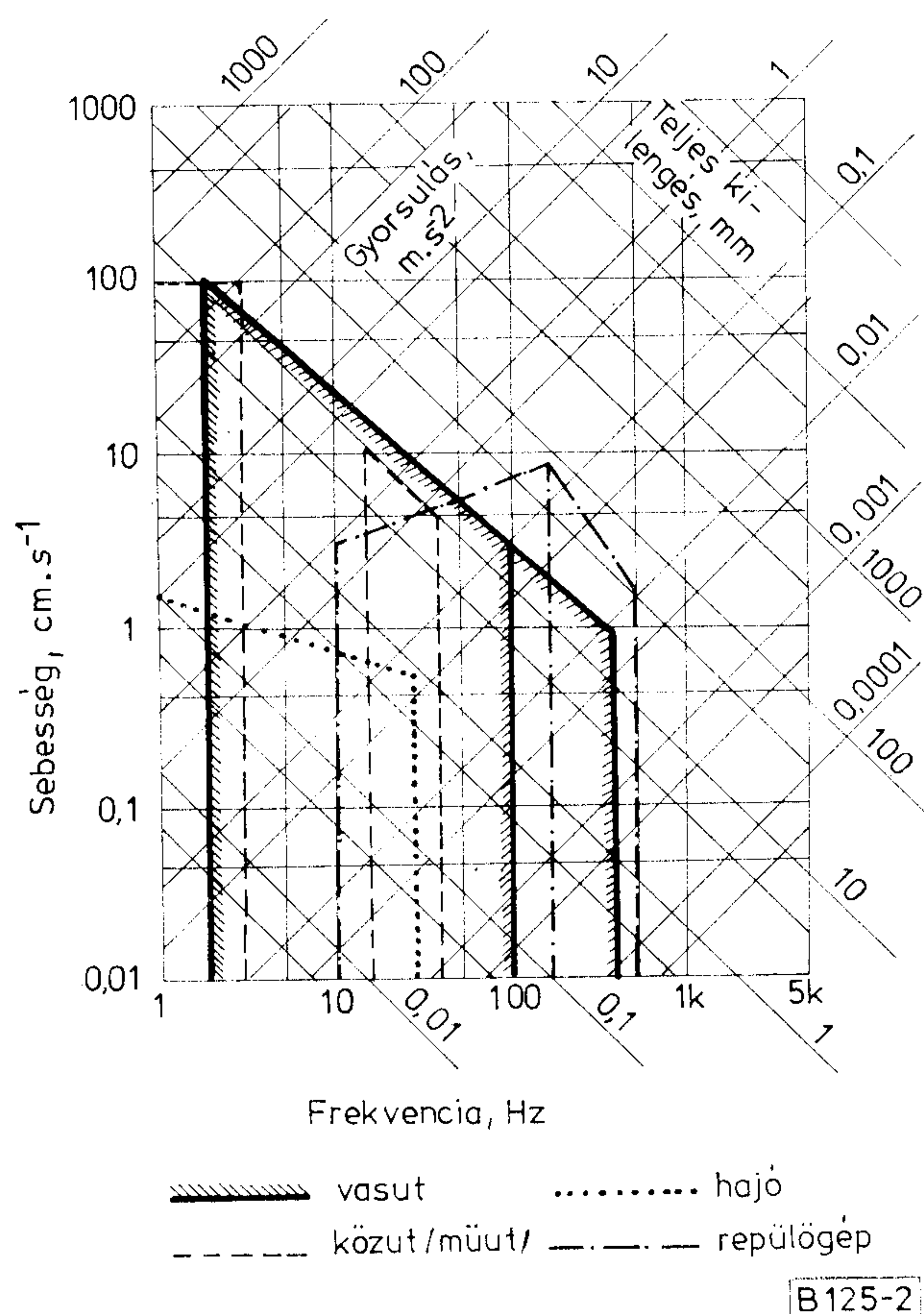
A vasúti szállítás adott kocsitípus, sín pályamínőség és állandó haladási sebesség esetén lényegében állandó (esetleg kissé változó) frekvenciájú és amplitúdójú rázási igénybevétel, amelyre a sínmegszakítások miatt periodikus ejtegetési impulzusok szuperponálódnak. A rázás frekvenciatartománya 2–400 Hz, de ritkán nagyobb 100 Hz-nél, és károsítás szempontjából a 60 Hz feletti frekvenciák általában elhanyagolhatók. A teljes kilengés 0,007–200 mm, a gyorsulási amplitúdó pedig 10–20 $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$. A haladás közbeni ejtegetési csúcsgyorsulás max. 50 $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$. Induláskor, fékezésakor, tolatáskor előforduló rángatásnál, a kocsirendezezkor gyakori ütközéseknél 200 $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$, illetve olykor még 500 $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ értékű maximális gyorsulások is előfordulnak 10–60 ms-os impulzus-időtartammal.

A rázási frekvenciatartomány folyami és tengeri szállítás esetén lényegesen szűkebb, 1–30 Hz, a teljes kilengés 0,05–5,0 mm, a gyorsulási amplitúdó 0,1–1,0 $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$. Adott hajótípus, haladási sebesség és nyugodt (a nyugodtság a hajó típusától függően erősen viszonylagos) víz esetén a rázási jellemzők értéke állandó. Hullámozó víz mellett a rázás kisebb hajóknál gyakran rendezetlenné válik. Lökésszerű igénybevétel csak rakodásnál és nem megfelelően rögzített vagy rögzítetlen szállítmány esetén erős hullámozáskor érheti a gyártmányt.

Közüti szállítás esetén az igénybevétel szigorúsága a jármű típusától, haladási sebességétől és az útfelület minőségétől függ. Csupán a műúton való szállítás fogható fel rendezett rezgésként, „tisztá” rázási igénybevételként. Rosszminőségű utakon mindig rendezetlen rázás lép fel, s az uralkodó igénybevételi forma lökésszerű tranziens mozgás. Műúton a fő rázási frekvenciasáv 15–40 Hz, 0,3–2,0 mm teljes kilengéssel és 10 $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ körüli gyorsulási amplitúdóval. Az út hullámossága miatt és főleg vontatott járműtípusoknál van még egy 1–3 Hz-es mellék frekvenciasáv is 100–300 mm teljes kilengéssel és 6–20 $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ gyorsulási amplitúdóval. A vonórúd rángatása és a rossz utak kátyúi miatt a lökésszerű igénybevétel 5–80 ms-os, max. 100 $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ gyorsulású ütésekkel jellemezhető.

A szállítórepülőgépek zöménél a rázási frekvenciasáv 10–150 Hz, a teljes kilengés 0,15–0,75 mm, a gyorsulási amplitúdó 2–80 $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$. A legkorszerűbb géptípusoknál a frekvenciasáv 500 Hz-ig, sőt még tovább is terjedhet. Normális leszállásnál 50–100 $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ maximális gyorsulású lökésszerű igénybevétellel kell számolni. A repülőgépekbe beépített híradástechnikai gyártmányokkal szemben támasztott rázásállósági követelmények a szállítási követelményeknél lényegesen szigorúbbak, ezekkel nem foglalkozunk.

A rázási igénybevétel repülőgépeknél nagyon bonyolult, „tisztá” formájában úgyszólván nem is fordul elő. A nagy sebességeknél fellépő légörvénylés és az exhaustor által gerjesztett rezgések miatt a rázás rendezetlenné válik, vagyis ha t_0 időpilla-

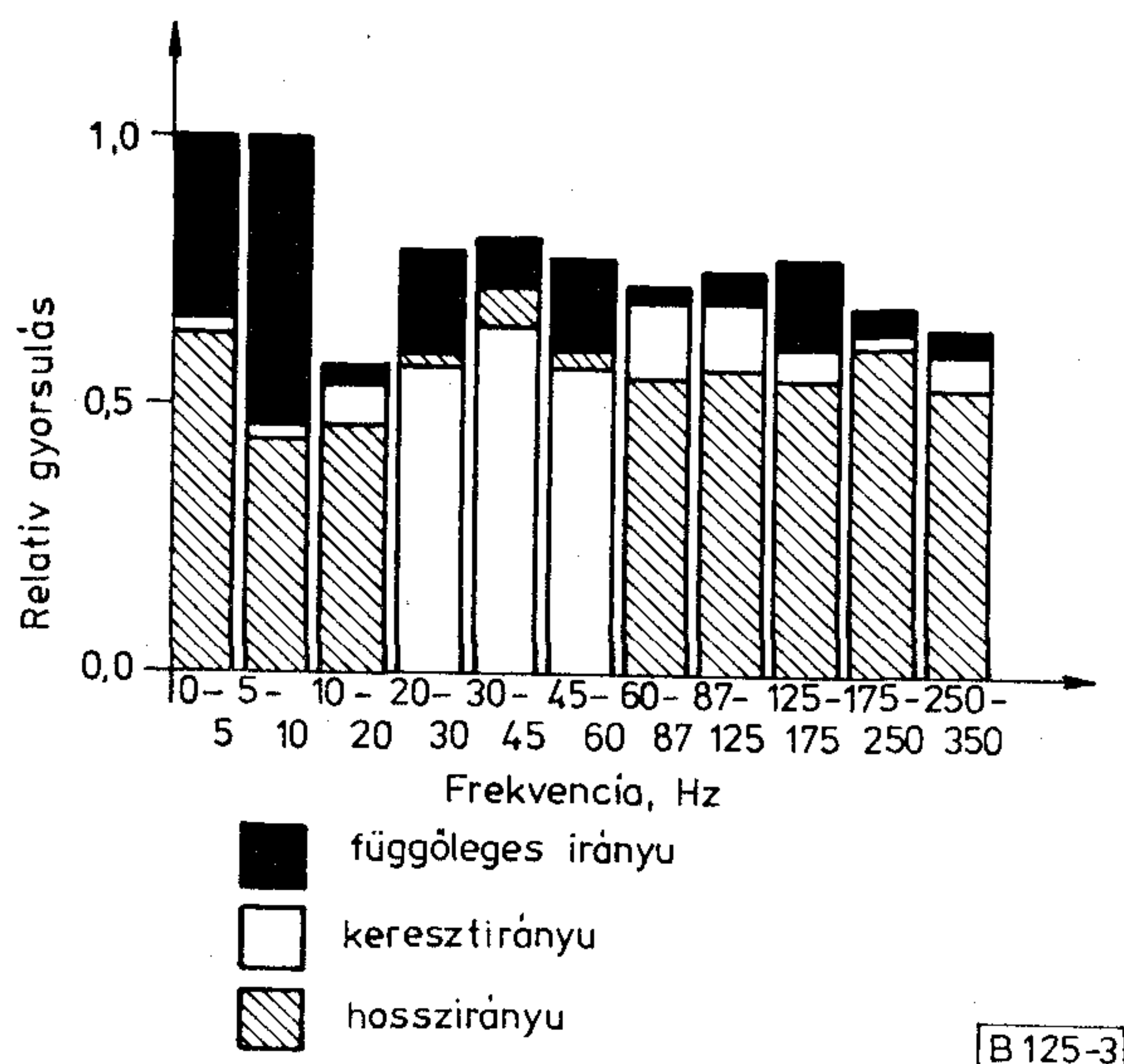


2. ábra. Szállítási módok rázási hatásdiagramja

natban ismerjük a rezgés φ_0 fázisát, A_0 amplitúdóját és f_0 frekvenciáját, akkor egy tetszőleges $t > t_0$ időpillanatban φ_t , A_t és f_t valószínű értéke adható csak meg. A rendezetlen rázás vizsgálatára vannak már kialakult vizsgálati módszerek, de hazai tapasztalatunk és vizsgálati lehetőségünk még nincs. E vizsgálati módszer nagy előnye, hogy rázás alatt a minta minden mechanikai rezonanciája egyidőben gerjed, így a nonlinearitásokra hibátlan átvitelt nyerünk.

Mint a 2. ábrából látható, a vasúti szállítás rázási hatásdiagramja lényegében takarja a többi szállítási mód hatásterületét is, csupán a légi szállítás nagyobb frekvenciájú és gyorsulású részei esnek abból ki. Tehát, ha csak különleges igény nem merül fel, a gyártmány méretezését és vizsgálatát általában elég csak a vasúti szállítás esetére elvégezni.

A 3. ábra egy tipikus tehervagon rázási hisztogramját mutatja, a rakfelületen függőleges-, kereszt- és hosszirányban mért viszonylagos gyorsulási amplitúdó értékeket a frekvencia függvényében, meghatározott állandó haladási sebesség mellett. A teljes frekvencia tartományban a függőleges irányú gyorsulás fordul elő a legnagyobb amplitúdóval, majd 20 Hz alatt és 60 Hz felett a keresztirányú gyorsulás, 20–60 Hz között pedig a hosszirányú gyorsulás. A hisztogramból látható, hogy 10 Hz felett a különböző irányokban mért gyorsulások között gyakorlatilag nincs lényeges különbség, nincs egyértelműen ki-

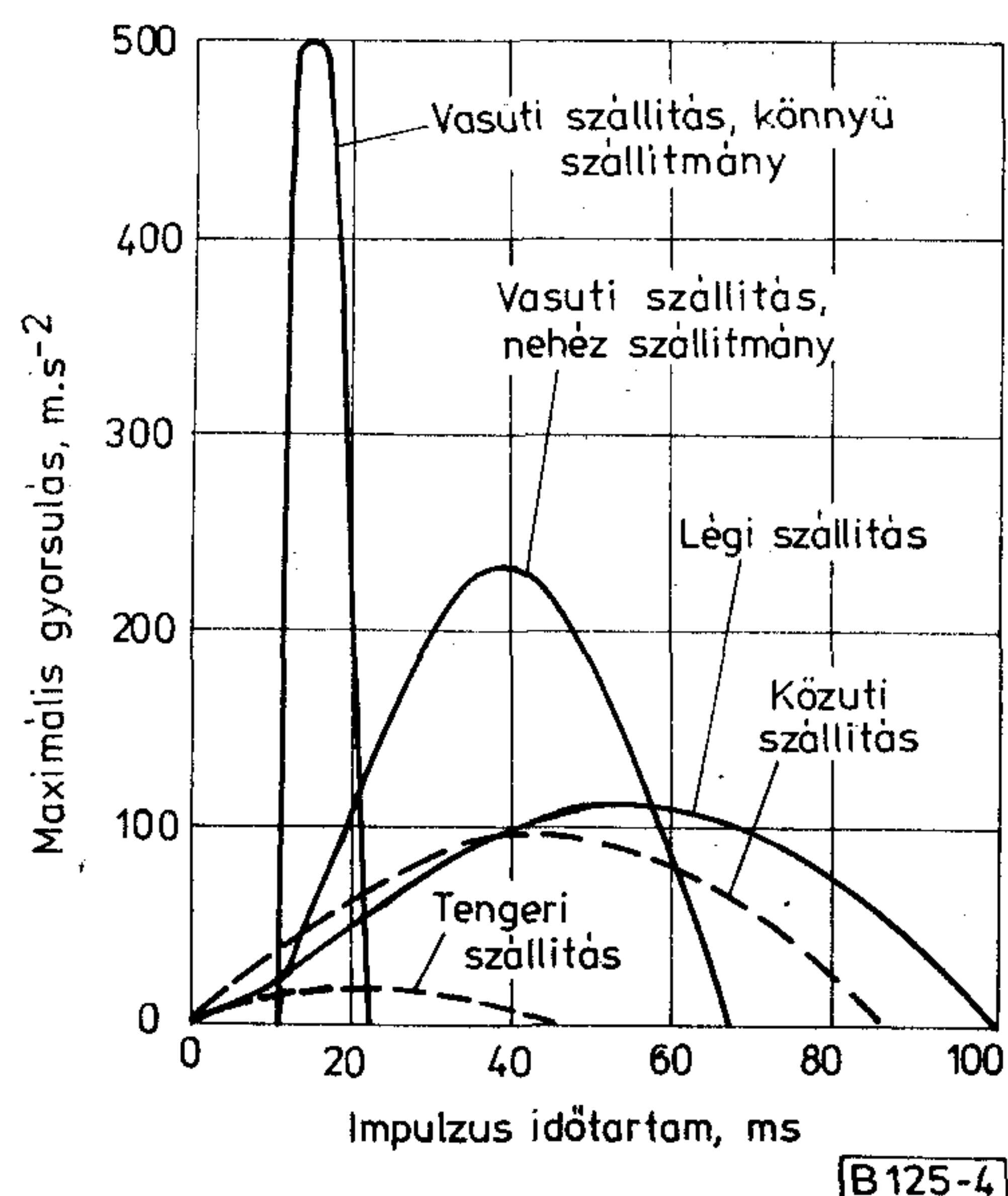


3. ábra Tehervagon rázási hisztogramja

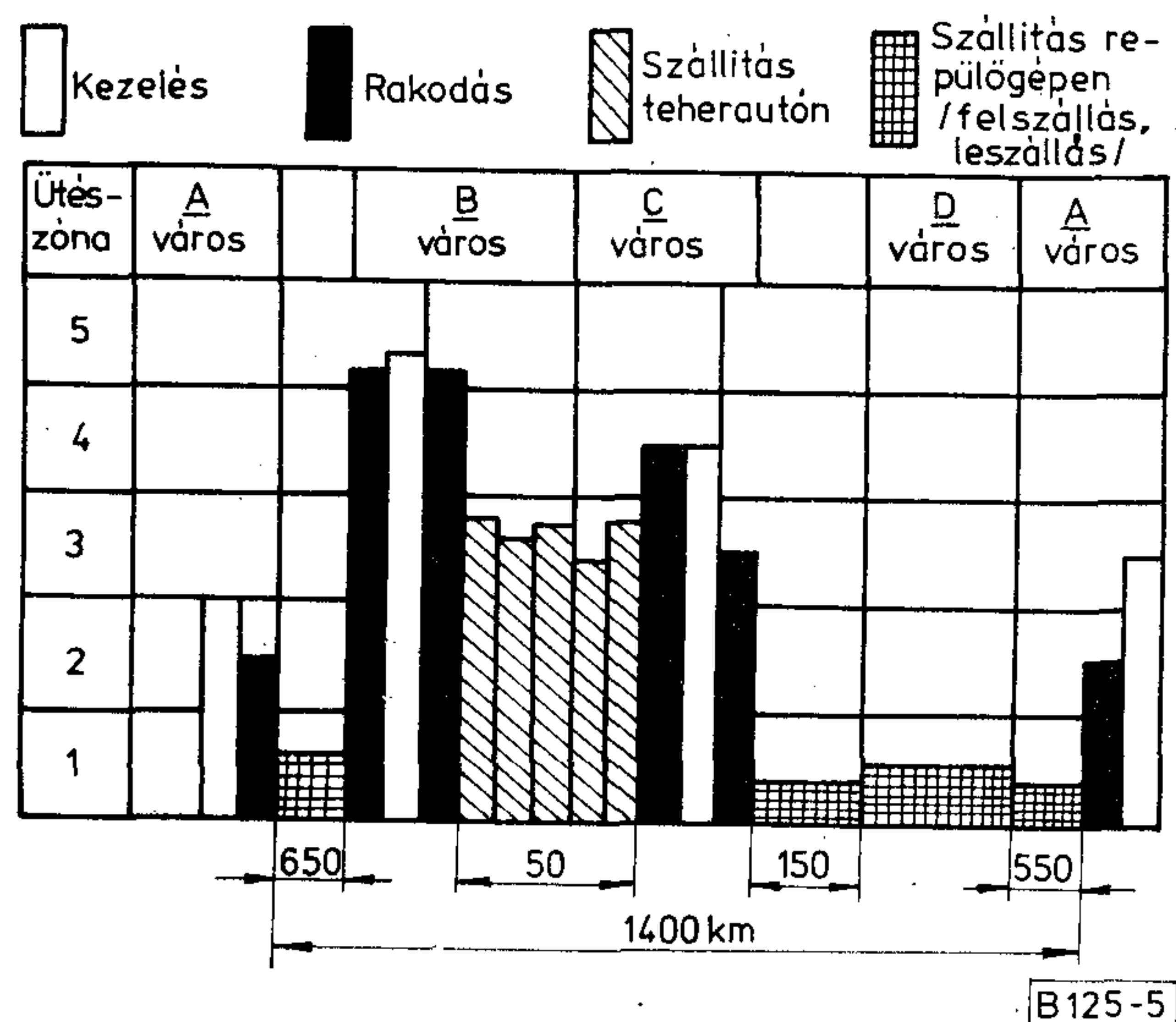
tüntetett rázási irány. Ez indokolja a rázásállósági vizsgálati szabványoknak azt az előírását, hogy a minta rázását mindegyik főirányban el kell végezni (általában három, egymásra kölcsönösen merőleges irányban), függetlenül annak szállítási helyzetétől. Gyakori hibája a termékszabványok vizsgálati utasításának, hogy a rázást csak a minta üzemi vagy szállítási helyzetében írja elő.

A 4. ábra a vasúti, tengeri, közúti és légi szállítás maximális ütéstartományát, a gyártmányra ható lökészerű mechanikai igénybevételeket adja meg. A görbék a különböző szállítási módokban előforduló gyorsulási impulzus időtartamok és a hozzájuk tartozó maximális gyorsulások burkológörbéi (a katasztrófa esetek nélkül). Pl. vasúti szállításhoz nehéz szállítmány esetén 40 ms körüli impulzus időtartammal fordul elő a legnagyobb gyorsulás, az ennél rövidebb és hosszabb időtartamú impulzusok már jelentősen kisebb gyorsulás értékkel fordulnak elő. Szigorúság szempontjából magasan a vasúti szállítás vezet. A légi és közúti szállítás közel azonos igénybevételt jelent, a tengeri szállítás lökészerű igénybevétele pedig gyakorlatilag elhanyagolható.

Az 5. ábra gyorsulásmérő műszerek próbaszállítás alatti lökészerű igénybevételeit mutatja be, a műszerek maguk regisztrálták a rájuk ható ütéseket. Az 1–5 jelű ütésezóna az ütések viszonylagos szigorúságát jelzi, a vízszintes irány pedig a szállítási útvonalat ábrázolja. A repülés a fel- és leszállással együtt mindvégig az 1. ütésezónában helyezkedik el, enyhébb igénybevételt jelentett. A teherautón való szállítás ennél már lényegesen szigorúbb volt, a 3. ütésezónában helyezkedik el, az igénybevételi szigorúság ingadozása kicsi. Ez arra utal, hogy a közút minősége végig egyenletes volt. A kezelési és ki-be rakodási ütések voltak a legszigorúbbak, de egyben nagyon változó erősségűek is, a 2–5. ütésezónákat fogják át. Ezek az ütések a kezelés és rakodás módjától, eszközeitől, gépesítési fokától, de főleg az embertől függenek, a gyártmány tervezésekor ezeket a legnehezebb előre figyelembe venni. Az ábra szemléltetően mutatja,



4. ábra Szállítási módok maximális ütéstartománya



5. ábra Lökészerű igénybevételek próbaszállítás alatt

ja, hogy A városban induláskor és visszaérkezéskor is mennyivel gondosabban bántak a szállítmánnyal, mint B vagy C városban. A kezelés és rakodás szigorú igénybevételei indokolják elsősorban az ejtegetésállósági és ütésállósági vizsgálatokon túlmenően olyan vizsgálati módszerek alkalmazását is, mint a leejtés, billentés és felborítás, még ha utóbbiak reprodukálhatósága sok kívánnivalót hagy is maga után. Hogy a próbaszállítás minél objektívebb eredményeket adjon, a szállításban közreműködők nem tudtak arról, hogy próbaszállítást végeznek.

Egyéb mechanikai igénybevételek

Nem hanyagolható el a szeizmikus hullámok okozta, olykor szigorú mechanikai rezgések elleni védelem sem. Sok kárt okoztak már ezek főleg olyan helyhez kötötten telepített berendezéseknél, amelyekre nor-

mális körülmények mellett mechanikai igénybevételek nem, vagy csak alig hatottak. Ezért a konstrukció mechanikai szilárdságát nem is tekintették lényegesnek.

Súlyos károkat okoztak már a léghangok által keltett mechanikai rezgések is. Megfigyelték, hogy forgalmas repülőtereken és azok környékén telepített híradástechnikai berendezések és készülékek esetében látszólag indokolatlanul megnőtt a mechanikai eredetű meghibásodások száma. Egyes anyagok öregedési, kifáradási folyamata meggyorsult, repedések és törések léptek fel, áramköri szakadások stb. keletkeztek. E hatás azonban főleg a repülőgépekbe beépített híradástechnikai gyártmányok szempontjából kritikus.

Az előzőekben összefoglalt mechanikai igénybevételi formák gyártmányaink károsítása tekintetében jelenleg a legfontosabbak. De bizonyára tartogat még számunkra a jövő kellemetlen meglepetéseket e területen.

Szabványos vizsgálati módszerek

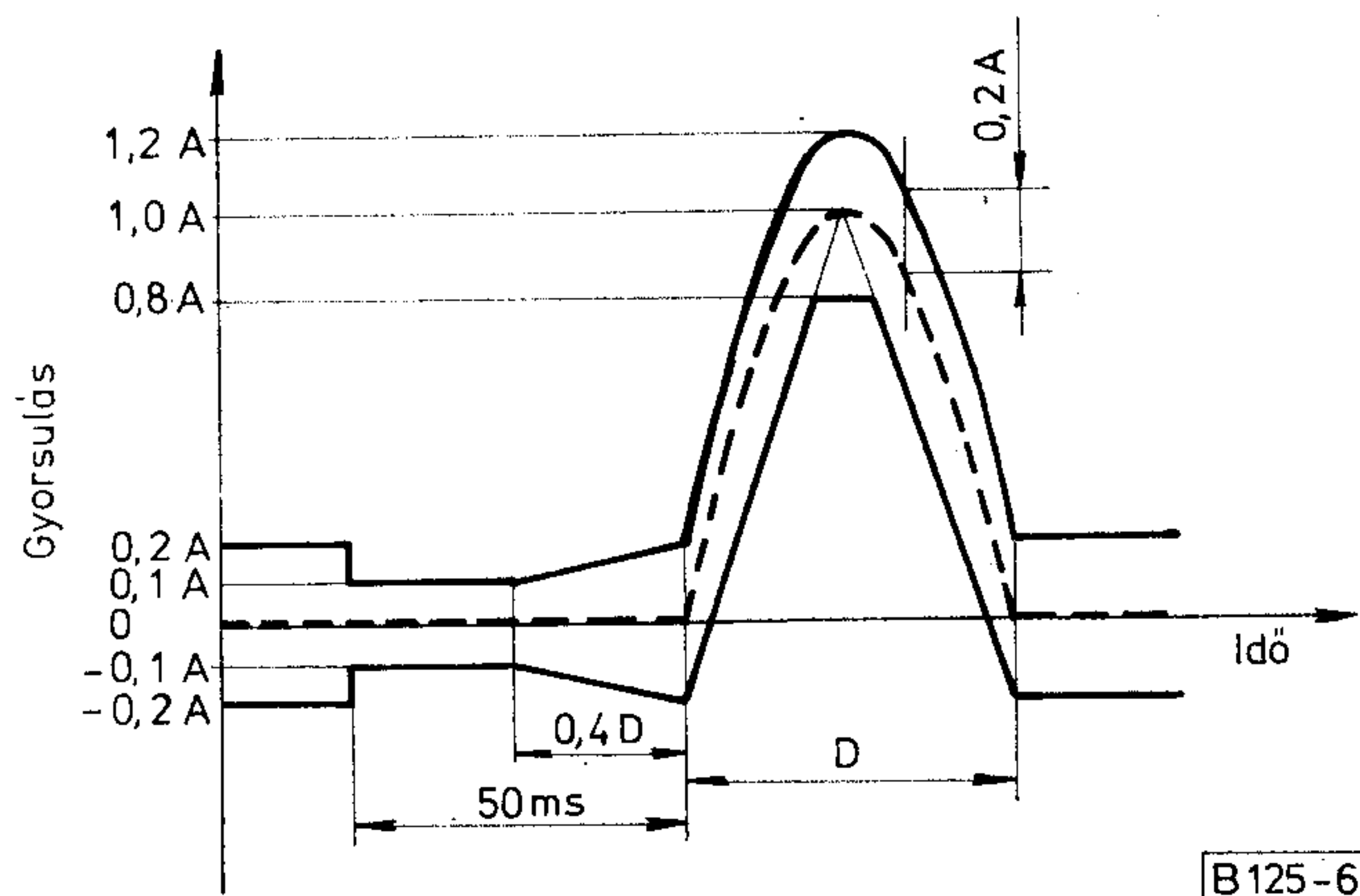
A szabványos, jól reprodukálható mechanikai tartóssági vizsgálati módszereket az MSZ 8888 szabvány sorozat megfelelő lapjai tartalmazzák. Ezek az IEC 68-2 publikáció sorozatban megjelent vizsgálati módszereken alapulnak, tartalmilag azokkal megegyeznek. A vizsgálati módszerek KGST ajánlásokban is megjelentek már, azok alapja szintén az IEC 68-2. Külkereskedelmi szempontból ez az azonosság nagyon előnyös, az MSZ szerint megvizsgált gyártmány egyúttal az IEC és KGST szabványok szerint is átessen a vizsgálaton, s adott esetben bármelyik szabványra hivatkozhatunk. A hazai és nemzetközi vizsgálati módszerek szabványosítási munkájában a BHG tevékenyen résztvesz, a megfelelő szakmai bizottságokban kulcsszerepet tölt be. Tekintsük át ezek után a vizsgálati módszereket. A konstruktőrnek ezeket feltétlenül ismernie kell ahhoz, hogy a mechanikai igénybevételeknek ellenálló gyártmányt tudjon tervezni. E szabványok sok olyan követelményt tartalmaznak, amelyet a termékszabvány készítőjének kell előírnia. Minden vizsgálati szabvány tartalmaz egy utasítás részt a termékszabvány készítője számára arra vonatkozóan, hogy a termékszabvány (műszaki feltételek, a gyártó és felhasználó közötti egyéb megállapodások) vizsgálati utasítás részében a vizsgálatra vonatkozóan milyen adatokat kell megadni.

Ejtegetésállósági vizsgálat

E vizsgálatlal megállapítható, hogy a gyártmányok (alkatrészek, szerelvények, készülékek és berendezések) képesek-e elviselni olyan gyakori, sűrűn ismétlődő, nagyszámú, de viszonylag kis maximális értékű gyorsulás impulzusokat, amelyek nagy valószínűséggel érik azokat szállítás során és működés közben. A szabvány szállítási és üzemi ejtegetésállósági vizsgálatot különböztet meg. Utóbbi elsősorban a gépjárművekbe, vasúti kocsikba beépített, vagy hajón üzemelő gyártmányok esetében fontos.

Az ejtegetőgép félszínusz alakú gyorsulás impulzust kelt a 6. ábra és 1. táblázat szerint, szigorúan előírt tűréshatárokkal. A névleges gyorsulás maximális értéke A , $49-1470 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ -ig ($5-150 \text{ g}$ -ig) terjed hét fokozatban, a névleges gyorsulás impulzus D időtartama pedig $1,5-50 \text{ ms}$ közötti. Az impulzusok gyakorisága percenként $40-120$ között szabályozható. Lényeges, hogy az egymás után következő impulzusok között legalább annyi szünet legyen, ami alatt a mintában gerjesztett rezgések a következő impulzust megelőző tűréshatárok közé lecsillapodnak. A percenként 60 impulzus gyakoriság az esetek zömében teljesíti ezt a követelményt. A gyorsulás impulzusok időtartama alatti sebességváltozás (a gyorsulás impulzus integrálja $0,4 D$ -vel az impulzus megjelenése előtti időponttól $0,1 D$ -vel a lefutása utáni időpontig) tűrése $\pm 20\%$ a táblázatban megadott névleges értékekhez képest. Ez a követelmény a gyorsulás impulzus tényleges lefolyására vonatkozóan az ábrán adott gyorsulás tűréseken belül további szigorítást jelent. Nem engedi meg pl., hogy a gyorsulás lefolyása végig a felső tűréshatárt kövesse, mert akkor a sebességváltozás már nagyobb a megengedettnél. A táblázatban kiemelt értékek híradástechnikai gyártmányok vizsgálatánál előnyben részesítendő értékeket jelentenek. Az ejtegetésszám szállítási vizsgálat esetén 1000 vagy 4000 lehet minden vizsgálandó tengely irányában. Üzemi ejtegetésnél eltérő ejtegetésszám is előírható a tényleges igénybevételnek megfelelően. Berendezések és készülékek vizsgálatára elsősorban a 98 és $245 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ gyorsulás értéket és 1000 ejtegetésszámot célszerű előírni, alkatrészek és kisebb méretű szerelvények számára pedig a $390 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ gyorsulás és 4000 ejtegetésszám alkalmazása ajánlott. A mintákat csomagolatlan állapotban kell az igénybevételnek alávetni olyan merev rögzítési móddal, hogy az igénybevétel továbbítását az ejtegető asztaltól a minta felé minimális torzítással tudjuk biztosítani.

Szállítási vizsgálat esetén az alkatrészeket általában három, egymásra kölcsönösen merőleges tengely mindkét irányában, összesen tehát hat különböző helyzetben kell megvizsgálni, helyzetenként külön mintákon. Törekedni kell minél nagyobb mintaszámra. Ha hat vagy több mintánk van, akkor a hat különböző helyzet mindegyikében legalább egy mintát kell az előírt számú, pl. 4000 ejtegetésnek alávetni. Ha a



6. ábra Félszínusz alakú ejtegetési gyorsulás impulzus

1. táblázat

Maximális gyorsulás (A) $m \cdot s^{-2}$ g	Névleges imp. időtartam, (D) ms	Névl. sebesség- változás $m \cdot s^{-1}$
49	5	1,55
98	10	1,00
147	15	1,50
285	25	0,94
390	40	1,50
735	75	1,40
1470	150	1,40

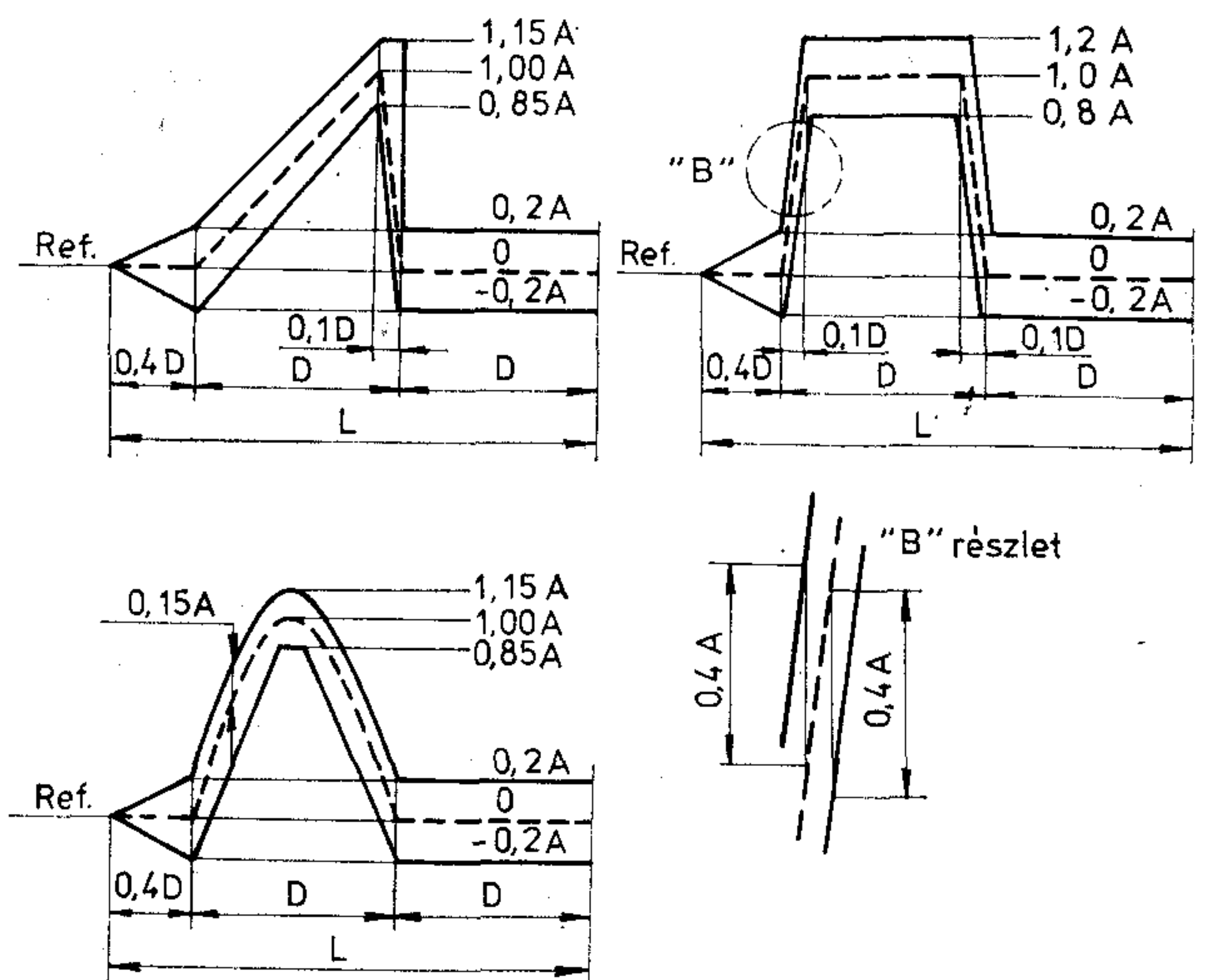
minták száma három, négy vagy öt, akkor azok mindegyikét a hat lehetséges helyzet közül kettőben kell vizsgálni mintánként összesen 8000 ejtegetéssel. Két minta esetén mindkettőt a lehetséges hat helyzet közül háromban kell vizsgálni mintánként összesen 12 000 ejtegetéssel. Hacsak egyetlen minta áll rendelkezésünkre, azt mind a hat lehetséges helyzetben meg kell vizsgálnunk, a minta tehát összesen 24 000 ejtegetést kap. Kevés minta esetén tehát vállalnunk kell azt a kockázatot, hogy a minta a rendelkezésre álló darabszám csökkenésével mind nagyobb igénybevételt kap.

Berendezések és készülékek vizsgálata esetén, ha a minta egyetlen lehetséges üzemi, illetve szállítási helyzetű, a vizsgálatot általában elegendő ebben a kitüntetett helyzetben elvégezni, pl. 1000 előírt ejtegetéssel. Ha a mintára nincs előírva meghatározott üzemi vagy szállítási helyzet, illetve ha elő is van írva, de annak betartása garantáltan nem biztosítható, akkor az igénybevételt a termékszabványban előírt irányokban, általában három egymásra kölcsönösen merőleges irányban kell elvégezni, mintánként 3000 ejtegetéssel.

Szállítási vizsgálat esetén igénybevétel alatt a mintát legfeljebb akkor célszerű működtetni, ha ez hozzásegít az esetleges hibák felderítéséhez. Az üzemi ejtegetési vizsgálat az elmondottaktól abban tér el, hogy az ejtegetésre érzékeny jellemzőket ejtegetés közben ellenőrizni kell. Az ejtegetési számot és gyakoriságot ekkor úgy kell megválasztani, hogy az elegendő legyen a jellemzők megfigyelésére és értékelésére. Az ellenőrzést ejtegetés alatt legalább húsz ejtegetés során kell elvégezni.

Ütésállóság (sokk) vizsgálata gyorsulás impulzussal

Az ütésállósági vizsgálattal megállapítható, hogy a berendezések, készülékek, szerelvények és alkatrészek képesek-e elviselni működés közben, vagy szállításuk során olyan, viszonylag nem gyakori, nem ismétlődő, kisszámú, de nagy maximális értékű hirtelen ütésgyorsulásokat, amilyenek pl. rossz utakon, repülőgép durva leszállásakor, rekordásnál léphetnek fel. Bennünket — az ejtegetéshez hasonlóan — a szállítási vizsgálat érdekel elsősorban.



D — a névl. imp. időtartama
A — a névl. imp. maximális gyorsulása
L — az imp. minimális megfigyelési ideje
Ref. — referencia szint

B 125-7

7. ábra Az ütésállósági vizsgálat gyorsulás impulzus alakjai

Az alapvető gyorsulási impulzusalakok, amelyek legalább egyikének gerjesztésére az ütőgépnek alkalmasnak kell lennie, a fűrészfog, félszínusz és trapéz a 7. ábra szerint. A fűrészfog aszimmetrikus, viszonylag hosszú felfutási és rövid lefutási idő jellemzi. A félszínusz hasonló az ejtegetési hullámalakhoz, de tűrései annál szigorúbbak. A trapéznak mind a felfutási, mind a lefutási ideje rövid. Mindhárom impulzusalak esetében az impulzust megelőző feltételekre vonatkozó referenciaszint zérus gyorsulástól való eltérése legfeljebb $\pm 0,05$ A vagy $\pm 9,81 m \cdot s^{-2}$ (± 1 g) lehet. A három impulzusalakot széleskörűen alkalmazták, mindegyiket viszonylag könnyű gerjesztetni. Az adott esetben legmegfelelőbb impulzusalak kiválasztása sok tényezőtől függ, s a kiválasztással járó nehézségek eleve kizárják, hogy a vizsgálati szabványokban valamilyen előnyösségi sorrend megadható legyen. A vizsgálat mai technikája az ütési impulzusokat az alak jellemzőivel írja elő. A vizsgálattechnika fejlődéséből azonban már látható, hogy előbb-utóbb az ütésspektrumot fogják alkalmazni az impulzusok megadására. Azonos maximális gyorsulás és impulzus időtartam mellett ugyanis az impulzusok sebességváltozása, spektruma, s így a mintára gyakorolt károsító hatása jelentősen eltér egymástól.

A 2. táblázat az ütési impulzusok jellemzőinek teljes választékát tartalmazza, amelyből a konkrét vizsgálathoz egy sort ki kell választani. A névleges gyorsulás maximális értéke 147—29 400 $m \cdot s^{-2}$ -ig terjed (15—3000 g-ig), az impulzusok időtartama 0,2—18 ms között van. Azonos gyorsulás értékek többször is előfordulnak, de különböző impulzus időtartammal és sebességváltozással. A táblázat jól érzékelteti a különböző impulzusalakok sebességváltozása közötti jelentős eltérést. A sebességváltozás tűrése is szigorúbb, mint az ejtegetésnél, itt $\pm 10\%$. A táblázatban kiemelt értékek előnyben részesítendőek. Híradástechnikai gyártmányok számára elsősorban a 294 és 490 $m \cdot s^{-2}$ (30 és 50 g) értékek fontosak.

2. táblázat

Maximális gyorsulás (A) m·s ⁻² g	Impulzus időtartam (I) ms	Sebességváltozás		
		fűrészfog m·s ⁻¹	félszínusz m·s ⁻¹	trapéz m·s ⁻¹
147 15	11	0,81	10,3	1,46
294 30	18	2,65	3,37	4,77
294 30	11	1,62	2,06	2,91
294 30	6	0,88	1,12	1,59
490 50	11	2,69	3,43	4,86
490 50	3	0,74	0,93	1,32
980 100	11	5,39	6,86	9,71
980 100	6	2,94	3,74	5,30
1960 200	6	5,88	7,49	10,60
1960 200	3	2,94	3,74	5,30
4900 500	1	2,45	3,12	4,42
9800 1000	1	4,90	6,24	8,83
14700 1500	0,5	3,68	4,68	6,62
29400 3000	0,2	2,94	3,74	5,30

A minta igénybevétel alatti működtetése általában még akkor sem követelmény, ha a gyártmányt tényleges felhasználása során ütések érhetik. Célszerű viszont az igénybevétel alatti működtetés akkor, ha az elősegíti a mechanikai és egyéb zavarok felismerhetőségét, a minta szerkezeti szilárdságának, konstrukciójának megítélését.

A mintákat általában csomagolatlan állapotban kell az ütőgép asztalára felerősíteni, illetve szállítási burkolatban akkor, ha ez a burkolat vagy védőszerelvénnyel a mintának a részét képezi. A felerősítés módja azonos az ejtőgépénél elmondottakkal. Az ütések száma felerősítési irányonként három. A mintákat három egymásra kölcsönösen merőleges tengely mindkét irányában kell ütésnek alávetni és — az ejtőgépével ellentétben — a különböző irányú ütések ugyanazon a mintán kell alkalmazni.

A leejtés hatásának vizsgálata

A vizsgálat annak meghatározására szolgál, hogy a gyártmányok képesek-e a megengedettnél nagyobb mértékű károsodás nélkül elviselni olyan leejtéseket, amelyek főleg a szerelés, kezelés, szállítási rakodások során fordulnak elő, de a gyártmány természetéből adódóan felhasználás során is (pl. asztali távbeszélő készülék). A vizsgálat elsősorban csomagolatlan gyártmányokra vonatkozik. Csomagolással együtt csak akkor célszerű vizsgálni, ha a leejtés csomagolatlan állapotban biztosan nem fordulhat elő.

A vizsgálat lényege az, hogy a mintát meghatározott magasságról meghatározott minőségű felületre szabadon leejtik, s a minta így impulzusszerű mecha-

nikai igénybevételt kap. A vizsgáló felület sima, merev beton vagy acélfelület.

A szabványos leejtési magasságok: 25, 50, 100, 250, 500 és 1000 mm, az aláhúzott értékek előnyben részesítendőek. Híradástechnikai berendezések számára elsősorban a 100 és 500 mm értéket javasoljuk, kisebb készülékek és készülékjellegű szerelvények számára pedig az 500 és 1000 mm magasságot. A minták valamennyi előírt felfüggesztési helyzetéből két-két leejtést kell végezni. A felfüggesztési helyzeteket az alkalmazás, hordozás, szállítás lehetséges helyzetei határozzák meg.

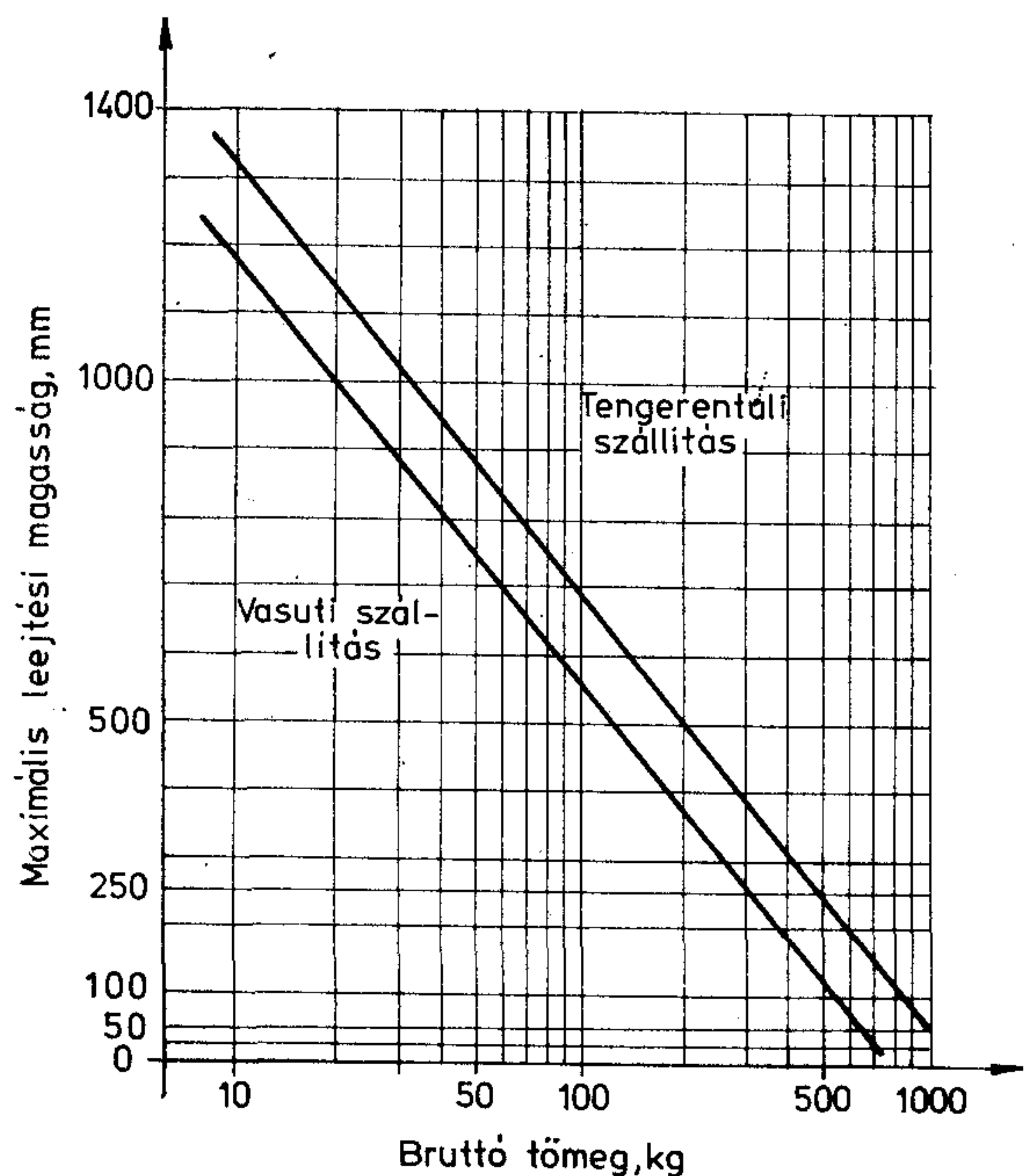
A leejtés magasságának megadását a vizsgálati módszer a termékszabványra bízta. Ezt nyilván nem írhatjuk elő ötletszerűen. A leejtési magasság, a minta súlya, mérete és hordozási-szállítási módja szoros összefüggésben van egymással. A 8. ábra a súly és leejtési magasság összefüggését szemlélteti hosszabb időn át végzett, nagyszámú, a világ különböző részeibe küldött szállítmányok sorsának objektív megfigyelése alapján, különböző rakodási, hordozási, szállítási módok mellett. Az összefüggés szállítási csomagolásban levő termékekre vonatkozik, és a megfigyelés objektivitását a csomagokban elhelyezett mérőelemek biztosították. Az alsó görbe vasúti szállítás esetére vonatkozik, a felső pedig nagytávolságú, főleg tengerentúli szállítás esetére, amelyben gyakorlatilag mindenféle szállítóeszköz szóhoz jut, s az útközből ki-be rakodások gyakoribbak. Az ábra jó alapot nyújt a megfelelő vizsgálati leejtési magasság megválasztására.

Billentés és felborítás hatásának vizsgálata

A vizsgálat a leejtéshez hasonlóan a durva kezelés, javítás, karbantartás, szállítás során előforduló véletlenszerű ütések következményeinek meghatározására szolgál, nem vonatkozik alkatrészekre. A vizsgálatot szintén elsősorban csomagolatlan gyártmányokon hajtják végre, csomagolt állapotban csak akkor célszerű vizsgálni, ha az igénybevétel csak csomagolt állapotban fordulhat elő (pl. súlyos nagyberendezések).

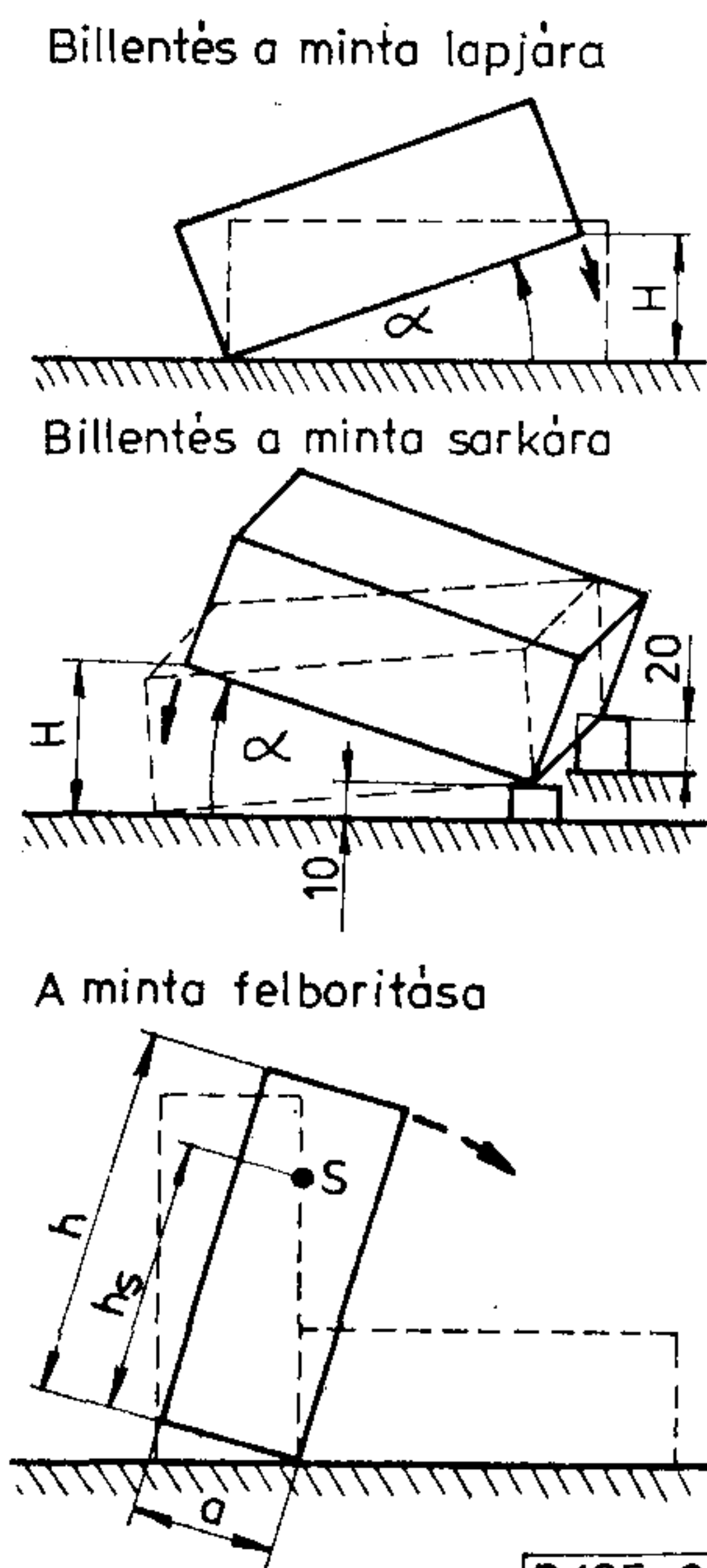
A vizsgálati szabvány háromféle vizsgálati módszert ír le, ezek a 9. ábra szerint: billentés a minta lapjára, billentés a minta sarkára és a minta felborítása. Az egyes módszerek célja ugyanaz, de eltérő kezelési módokat képviselnek. A vizsgáló felület ugyanaz az acél vagy betonfelület, mint a leejtésnél. Az ábrába bejelöltük a vizsgálat lényeges jellemzőit: H a billentési magasság, α a billentési szög, S a súlypont, h a minta magassága, h_s a súlypont magassága, a pedig az alaplap kisebbik mérete.

A „billentés a minta lapjára” módszer alkalmazása esetén a vizsgáló felületen felhasználási helyzetében álló mintát egyik alapéle körül elforgatva úgy kell megemelni, hogy a forgástengellyel szemközti él és a vizsgáló felület közti távolság — a billentési magasság vagy szög — meghatározott értékű legyen. A mintát ezután el kell engedni és hagyni, hogy szabadon visszabilenjen a vizsgáló felületre. Az előírt alapélek (legfeljebb négy alapél) körül egy-egy billentést kell alkalmazni. H értéke 25, 50 vagy 100 mm legyen



B 125-8

8. ábra Leejtési magasság és súly összefüggése



9. ábra A billentés és felborítás végrehajtása

(a minta méreteinek és súlyának növekedésével mind kisebb). Ha az előírt H érték mellett α a 30° -ot meghaladná, akkor H csökkentésével az $\alpha = 30^\circ$ -os szöveget kell beállítani.

A „billentés a minta sarkára” módszer esetén a vizsgáló felületen felhasználási helyzetében álló minta egyik alapélét a vizsgáló felület fölé emeljük úgy, hogy egyik sarka alá 10 mm, a másik sarka alá pedig

20 mm magas faalátétet helyezünk. Ezután a mintát az alátéteken nyugvó éle körül forgatva úgy kell megdönteni, hogy a vizsgáló felület és a 10 mm-es alátéttel szomszédos sarok közti távolság (vagy szög) a kívánt értékű legyen. H és α értéke azonos az előbb említettekkel. Majd a mintát elengedjük és hagyjuk szabadon visszabillenni a vizsgáló felületre. Az alaplap mind a négy sarkán egy-egy billentést kell elvégezni.

A „minta felborítása” módszer alkalmazása esetén a vizsgáló felületen felhasználási helyzetében álló mintát egyik alapéle körül forgatva döntjük meg úgy, hogy bizonytalan egyensúlyi helyzetbe kerüljön. A mintát ezután engedjük el és hagyjuk, hogy ebből a helyzetből oldallappal a vizsgáló felületre szabadon felboruljon. A mintát az előírt alapélek körül egy-egy felborításnak kell alávetni. Felborításnál figyelembe kell venni a súlypontarányt ($p_s = h_s/a$) és a magasságarányt ($p_h = h/a$). Ha p_s kisebb 0,25-nél, illetve p_h kisebb 0,5-nél, akkor hirtelen oldalirányú erőhatásnál a mintaborulás valószínűsége nagyon kicsi és az igénybevétel elvégzése nem indokolt.

Szinuszos rázás hatásának vizsgálata

A vizsgálati módszer a gyártmányok felhasználása és szállítása során előforduló rázással szembeni ellenállóképesség meghatározására szolgál. Az ilyen harmonikus rezgéseket elsősorban forgó, pulzáló, oszcilláló erők keltik, pl. a különböző szállításezközök, szerzőgépek stb.

A vizsgálat három különálló szakaszból áll, ezek: a minta kezdő rázásátvitelének ellenőrzése, a minta fárasztása, a minta befejező rázásátvitelének ellenőrzése.

A kezdő rázásátvitel ellenőrzése során az előírt frekvencia tartomány végigpásztázásával megállapítjuk a minta mechanikai rezonanciáit, más kritikus frekvenciáit, a működési jellemzők zavarait, egyéb mechanikai átviteli tulajdonságait. Azokat a frekvenciákat és rázási amplitúdókat, amelyeknél ilyen hatások bekövetkeznek, feljegyezzük. A vizsgálatnak ez az első, felderítő szakasza általában a fárasztásnál lassúbb frekvencia letapogatással és kisebb rázási amplitúdóval történik.

Ezt követi a vizsgálat második, s egyben fő szakasza, a fárasztás, mely háromféleképpen végezhető el az alábbiak szerint:

Meghatározott amplitúdójú és időtartamú pásztázás előírt frekvenciasávban, 1 oktáv/perc pásztázási sebességgel és exponenciális frekvenciaváltoztatással.

Fárasztás a kezdő rázásátvitel ellenőrzésekor tapasztalt rezonancia frekvenciákon, vagy kritikus frekvenciákon.

Fárasztás a termékszabványban előre kijelölt frekvenciákon.

A minta rázásátvitelének befejező ellenőrzése az utolsó vizsgálati szakasz. Ennek során ismét ellenőrizni kell a frekvenciafüggő hatásokat, rezonancia

és kritikus frekvenciákat, hogy azok a kezdő értékekkel megegyeznek-e. Az eltérés ugyanis rendszerint valamilyen szerkezeti vagy egyéb hibára utal, amit a fárasztás során nem lehetett észlelni.

Az elmondottak szerint a vizsgálati módszer változatai a következők:

A—B1—C, A—B2—C, A—B3—C, A—B1—B2—C, B1

ahol:

A = kezdő rázásátvitel ellenőrzés,

B1= fárasztás pásztázással,

B2= fárasztás az „A” ellenőrzés során tapasztalt rezonancia- vagy más kritikus frekvenciákon

B3= fárasztás a termékszabványban előre kijelölt frekvenciákon,

C = befejező rázásátvitel ellenőrzés.

Az általános eljárás az A—B1—C, legtöbbször ez kerül alkalmazásra. Az A—B2—C eljárás olyan mintáknál alkalmazható, amelyek az „A” ellenőrzés során kisszámú, élesen megkülönböztethető rezonancia- vagy kritikus frekvenciát mutattak. Az A—B3—C eljárást csak akkor alkalmazhatjuk, ha már előre biztosan ismerjük a tényleges felhasználás során várható és legfontosabb igénybevételt jelentő frekvenciákat. Az A—B1—B2—C eljárást akkor célszerű alkalmazni, ha a minta a kevés éles rezonancia- és kritikus frekvencia mellett több kevésbé határozottat is mutat. Nagyon sokszor elég csak a B1 eljárást követni, főleg a korszerű alkatrész minták esetében, amelyeknél sem optikai, sem egyéb módszerrel közvetlenül meg sem figyelhetők a rezonancia- vagy kritikus frekvenciák.

A mintákat, ha azok tényleges működésük közben is ki vannak téve rázásnak, fárasztás alatt feltétlenül működtetni kell, hogy a működési zavarok felismerhetők legyenek. Szállítási rázás alatt a működtetés nem követelmény, de célszerű, mert a működtetés gyakran elősegíti a mechanikai hibák felismerését. A minták rázóasztalra való felfogásának elvei azonosak az ejtegetésnél elmondottakkal.

A mintákat általában három, egymásra kölcsönösen merőleges irányban kell az igénybevételnek alávetni olyan sorrendben, amely legalkalmasabbnak látszik az esetleges hibák felderítésére. Mindegyik mintát mindegyik irányban rázni kell, nem képezhetők irányonként külön mintacsoportok.

Az igénybevétel szigorúságát a frekvenciasáv, rázási amplitúdók és fárasztási időtartam kombinációja határozza meg. A 3. táblázat tartalmazza azokat az alsó és felső határfrekvenciákat, amelyek lehetséges kombinációiból kell a vizsgálati frekvenciasávot kiválasztani. Az ajánlott frekvenciasávokat a táblázat utolsó oszlopa mutatja. A táblázatban kitüntetett frekvenciák vonatkoznak elsősorban a híradástechnikai gyártmányokra.

A rázási amplitúdók állandó kilengés és állandó gyorsulás értékekkel vannak meghatározva. Mielőtt továbblépnénk, ismerkedjünk meg a keresztezési frek-

3. táblázat

A szinuszos rázás frekvencia választéka		
alsó határfrekv.	felső határfrekv.	ajánlott frekvenciasávok
f_1 , Hz	f_2 , Hz	$f_1 - f_2$, Hz
0,1	10	1 – 35
1	20	1 – 100
5	35	10 – 55
10	55	10 – 150
55	100	10 – 500
100	150	10 – 2000
	300	10 – 5000
	500	55 – 500
	2000	55 – 2000
	5000	55 – 5000
		100 – 2000

vencia fogalmával: az a frekvencia, amely az állandó kilengési amplitúdóval és állandó gyorsulási amplitúdóval jellemzett vizsgálati tartományokat elválasztja egymástól, tehát amely frekvencia alatt az igénybevételt állandó kilengés fenntartásával, felette pedig állandó gyorsulás fenntartásával kell végezni. A vizsgálattechnika — a természetes körülményekhez illeszkedve — két ilyen keresztezési frekvenciát részesít előnyben, az egyik 8—9 Hz között van, a másik pedig 57—62 Hz között. A híradástechnika számára elsősorban utóbbi a lényeges (a kisebb értéket az MSZ még nem is tartalmazza). A 4. táblázat az ajánlott rázási amplitúdó értékeket mutatja be, a keresztezési frekvencia itt 57—62 Hz között van. A keresztezési frekvencia alatt a kilengési amplitúdó táblázat szerinti értéke állandó, miközben a gyorsulási amplitúdó a frekvencia növekedésével folyamatosan növekszik. A keresztezési frekvencián a kilengéssel és gyorsulással adott értékek pontosan megfelelnek egymásnak, a gyorsulási amplitúdó eléri a táblázat szerinti értéket. A keresztezési frekvencia felett pedig már a gyorsulási amplitúdó táblázat szerinti értéke állandó, miközben a frekvencia növekedésével a kilengési amplitúdó értéke folyamatosan csökken.

A pásztázással történő fárasztás időtartamát rázási irányonként legújabbán pásztázási ciklusszámban adják meg és a következő értékekből választható: 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 ciklus. Korábban a ciklusszámmal való megadás helyett időtartam megadás szerepelt, s a jelenség érvényes MSZ-ben is ez van még: 30 perc, 90 perc, 6, 30, 150 óra fárasztási idő három irányra összesen. Az 5. táblázatban megadjuk a pásztázási ciklusok száma és a hozzájuk tartozó időtartamok összefüggését kerekített időértékekkel.

A fárasztás időtartama a tapasztalt rezonancia- és kritikus frekvenciák mindegyikén irányonként: 10, 30, 90 perc, 10 óra (az MSZ-ben szerepel még 10^7 periódus is, mint felső határ).

4. táblázat

Ajánlott rázási amplitúdók		
kilengési amplitúdó keresztelési frekv. alatt	gyorsulási amplitúdó a keresztelési frekvencia felett	
mm	$m \cdot s^{-2}$	g
0,035	4,9	0,5
0,075	9,8	1,0
0,15	19,6	2,0
0,35	49	5,0
0,75	98	10
1,0	147	15
1,5	196	20
2,0	294	30
3,5	490	50

Az előre kijelölt frekvenciákon való fárasztás idejét a termékszabványban annak megfontolása alapján kell előírni, hogy a gyártmánynak élettartama alatt milyen teljes időtartamon át kell feltételezhetően ilyen rázást kiállnia. Frekvenciánként és irányonként a 10^7 periódust felső határnak kell tekinteni.

Alkatrészek rezonancia frekvencián való fárasztási vizsgálatából fontos következtetések adódnak a 10. ábra alapján. A görbék a minták meghibásodási helyeinek átlagvonalát jelentik. Világosan mutatják, hogy szoros összefüggés van a rázási szint, a meghibásodásig terjedő rázási periódusok száma és a rezonancia frekvencia között. Azonos gyártmányok meghibásodása nagyobb rázási szinten sokkal hamarabb

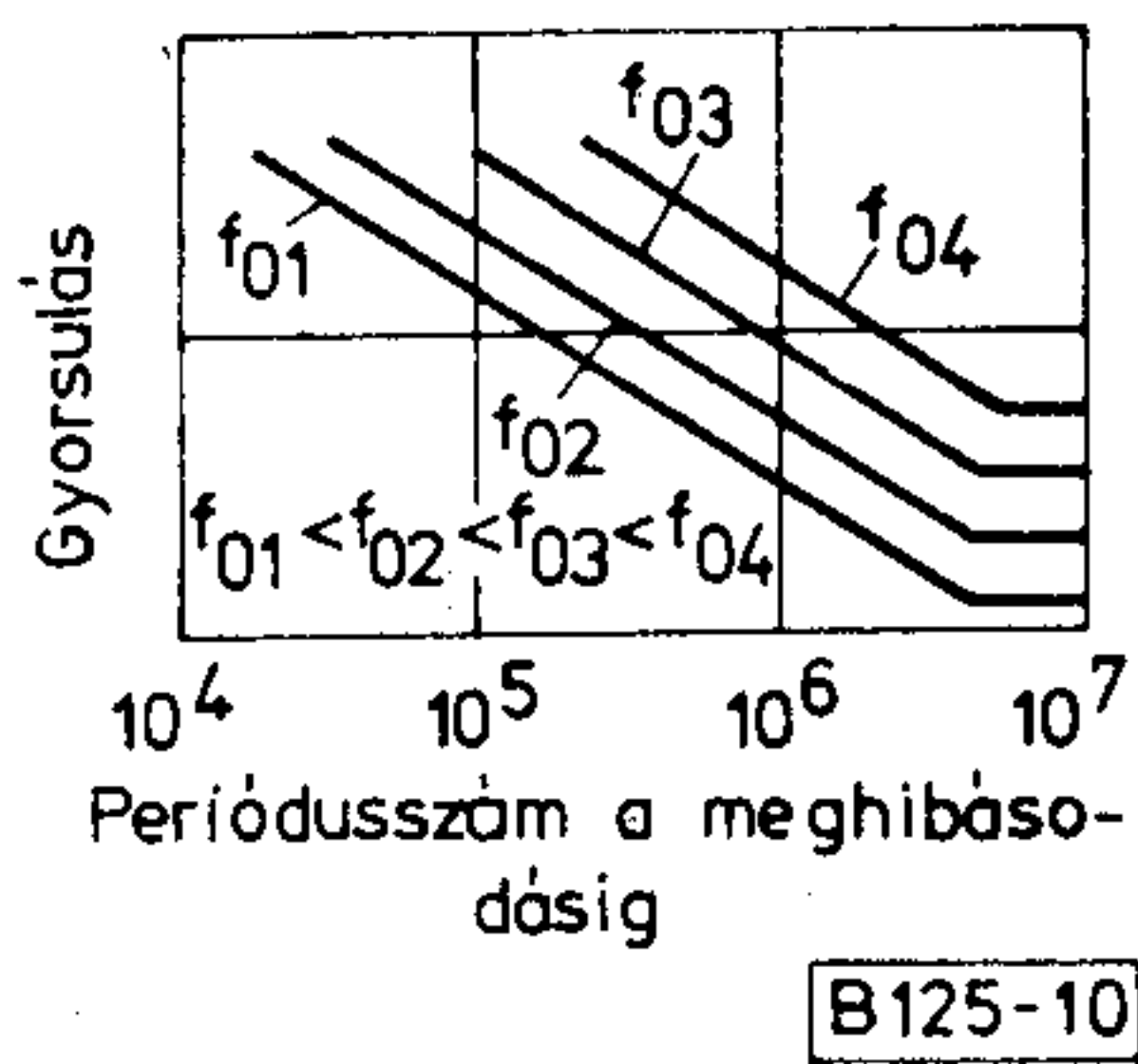
bekövetkezik, a szint csökkentésével pedig egyre később. Azonos rázási szint mellett pedig a kisebb rezonancia frekvenciájú gyártmányok kisebb periódusszám után esnek ki, mint a nagyobb rezonancia frekvenciájúak. A görbék 10^7 periódusszám környékén az abszcisszával párhuzamossá válnak. E vízszintes vonalszakaszok alatti rázási szintek mellett a periódusszámot már hiába növeljük, meghibásodás már nem következik be. A görbék töréspontja a „fáradási határ”. Az ábra szemléltetően indokolja, hogy a vizsgálati szabvány a rezonancia- vagy más kritikus frekvenciákon és az előre kijelölt frekvenciákon való rázás időtartamára miért adja meg felső határként a 10^7 periódus idejét.

A mechanikai tartóssági vizsgálatokkal kapcsolatban sokszor okoz problémát az, hogy a mintát csomagolatlanul, vagy csomagoltan kell-e az igénybevételnek alávetni. A vizsgálati szabványok általában a csomagolatlan állapotban való vizsgálatot írják elő. Alkatrészek esetében, s ha a gyártmány felhasználás közben is ki van téve mechanikai igénybevételeknek, ez egyértelműen elfogadható. A probléma elsősorban a szállítási vizsgálatnál merül fel készülékekkel és berendezésekkel kapcsolatban, hogy vajon nem jelent-e felesleges szigorítást a csomagolás nélküli igénybevétel. Kétségtelen, hogy megfelelő rezgés-szigetelésű csomagolással jelentősen csökkenteni lehet a gyártmányra ható erők nagyságát. A csomagolási módszerek azonban rezgésszigetelés szempontjából legtöbbször csak durván becsülhetők, viszonylag gyakran változnak, csökkentik a vizsgálat reprodukálhatóságát, nem teszik lehetővé a rezonanciák megfigyelését, továbbá gyakran előfordul a gyártmányok nem eredeti csomagolásban való ismételt szállítása is. Ilyen esetekben feltétlenül a csomagolás nélküli vizsgálat a helyes, csak az adhat pontos képet a gyártmány mechanikai szilárdságáról és ellenállóképességéről. S a mechanikai tartóssági vizsgálata-

5. táblázat

Frekvencia- tartomány Hz	Pásztázási ciklusok száma fárasztási irányonként és a megfelelő fárasztási időtartam						
	1	2	5	10	20	50	100
1 – 35	10 min	21 min	50 min	1 h 45 min	3 h 30 min	9 h	17 h
1 – 100	13 min	27 min	1h 05 min	2 h 15 min	4 h 30 min	11 h	22 h
10 – 55	5 min	10 min	25 min	45 min	1 h 45 min	4 h	8 h
10 – 150	8 min	16 min	40 min	1h 15 min	2 h 30 min	7 h	13 h
10 – 500	11 min	23 min	55 min	2 h	3 h 45 min	9 h	19 h
10 – 2000	15 min	31 min	1 h 15 min	2 h 30 min	5 h	13 h	25 h
10 – 5000	18 min	36 min	1 h 30 min	3 h	6 h	15 h	30 h
55 – 500	6 min	13 min	30 min	1 h	2 h	5 h	11 h
55 – 2000	10 min	21 min	50 min	1 h 45 min	3 h 30 min	9 h	17 h
55 – 5000	13 min	26 min	1 h 05 min	2 h 15 min	4 h 15 min	11 h	22 h
100 – 2000	9 min	17 min	45 min	1 h 30 min	3 h	7 h	14 h

6. táblázat



10. ábra. Alkatrészek rázása rezonancia frekvencián

tok célja éppen az utóbbiak meghatározása, a csomagolást is ehhez kell tervezni, a csomagolás vizsgálata pedig külön vizsgálati téma. Különleges esetekben viszont, amikor a gyártmány szállításához elengedhetetlen követelmény a csomagolás rezgésszigetelésének és egyéb mechanikai tulajdonságainak pontos ismerete, a csomagolt állapotban való vizsgálat is szükséges lehet a csomagolás nélkül végzett vizsgálat mellett.

A mechanikai tartóssági vizsgálatok területe igen széleskörű. A cikk keretében csupán azokról a legfontosabb kérdésekről adtunk összefoglalót, melyek saját vizsgálati lehetőségeinkkel jelenleg megvalósíthatók. Befejezésül a 6. táblázatban felsoroljuk az érvényes MSZ, KGST és IEC mechanikai tartóssági vizsgálati szabványokat, a 7–10. táblázatban pedig telefontechnikai gyártmányok vizsgálati tapasztalatai és irodalmi ajánlások alapján javaslatot teszünk

Mechanikai tartóssági vizsgálati módszer szabványok			
a szabvány címe	MSZ	KGST RSZ	IEC Publ.
Ejtegetésállósági vizsgálat	8888/5	4467	68–2–29
Szinuszos rázás hatásának vizsgálata	8888/6	4469	68–2–6 1. kieg.
Leejtés hatásának vizsgálata	8888/7	4463	68–2–32
Billentés és felborítás hatásának vizsgálata	8888/8	4468	68–2–31
Ütésállóság (sokk) vizsgálata gyorsulásimpulzussal	8888/13	4466	68–2–27
Állandó gyorsulás	—	Kiadás alatt	68–2–7
Szélessávú rendezetlen rázás hatásának vizsgálata	—	—	68–2–34 68–2–35 68–2–36 68–2–37
Léghangok (zajok) hatásának vizsgálata	8888/23	Kiadás alatt	ISO/DIS 2671.2 kerül átvételre

a híradástechnikai gyártmányokkal szemben támasztott vizsgálati követelményekre.

7. táblázat

Lökésszerű igénybevételek vizsgálati követelményei					
vizsgálati módszer	gyártmány típus	50 kg vagy nehezebb helyhez kötötten telepített berendezés és készülék		50 kg-nál könnyebb helyhez kötötten telepített berendezés és készülék; beépített szerelvények és alkatrészek	
	az igénybevétel fellépése	üzem közben	kikapcsolt állapotban	üzem közben	kikapcsolt állapotban
	jellemző	szállítási mód		vasút, közút, hajó, repülőgép	
Ejtegetés	Gyorsulás, $m \cdot s^{-2}$	Lökésszerű igénybevétel üzem közben nem fordul elő	98	Lökésszerű igénybevétel üzem közben nem fordul elő	245, 390
	Ejtésszám/irány		1000		1000, 4000
Ütés (sokk)	Gyorsulás, $m \cdot s^{-2}$		294		490
	Ütésszám/irány		3		3
Billentés és felborítás	Billentési magasság, H, mm		100 (30°)		100 (30°)
	Billentés száma alapélenként		1 A)		1 A)
	Billentés száma sarkonként		1 A)		1 A)
	Felborítás száma alapélenként		0		(1) A)
Leejtés	Leejtési magasság, mm		100, 500		500, 1000
	Leejtés száma helyzetenként		2 A)		2 A)

A) Csomagolt állapotban

Lökésszerű igénybevételek vizsgálati követelményei					
vizsgálati módszer	gyártmánytípus	hordozható és járműbe építhető berendezés és készülék		hordozható és járműbe építhető berendezés és készülékbe beépített szerelvények és alkatrészek	
	az igénybevétel fellépése	üzem közben	kikapcsolt állapotban	üzem közben	kikapcsolt állapotban
	jellemző	szállítási mód		vasút, közút, hajó, repülőgép	
Ejtegetés	Gyorsulás, $m \cdot s^{-2}$	245		390	
	Ejtésszám/irány	4000		4000	
Ütés (sokk)	Gyorsulás, $m \cdot s^{-2}$	490		490 , 980	
	Ütésszám/irány	3		3	
Billentés és felhorítás	Billentési magasság, H, mm	100 (30°)		100 (30°)	
	Billentés száma alapélenként	1 B)		(1) B)	
	Billentés száma sarkonként	1 B)		(1) B)	
	Felborítás száma alapélenként	1 B)		(1) B)	
Leejtés	Leejtési magasság, mm	100, 500		500, 1000	
	Leejtés száma helyzetenként	2 C)		2 C)	

B) Általában csomagolatlan állapotban

C) Általában csomagoltan vagy hordozó dobozban, megfontolással csomagolatlan állapotban

9. táblázat

Rázásállósági igénybevétel vizsgálati követelményei								
rázásállósági vizsgálati eljárás	gyártmánytípus	50 kg vagy nehezebb helyhez-kötötten telepített berendezés és készülék			50 kg-nál könnyebb helyhez-kötötten telepített berendezés és készülék; beépített szerelvények és alkatrészek			
	az igénybevétel fellépése	üzem közben	kikapcsolt állapotban		üzem közben	kikapcsolt állapotban		
	jellemző	szállítási mód	vasút, közút, hajó	repülőgép		vasút, közút, hajó	repülőgép	
Kezdő rázásátvitel ellenőrzése	Frekvenciasáv, Hz	Az igénybevétel szigorúságát a tényleges üzemi viszonyoknak megfelelően választani	10 – 55	10 – 150	Az igénybevétel szigorúságát a tényleges üzemi viszonyoknak megfelelően választani	10 – 55	10 – 500	
	Amplitúdó, mm/m·s ⁻²		0,15/19,6			0,15/19,6 0,35/49		
	Ciklus/irány		1			1		
Fárasztás pásztázással	Frekvenciasáv, Hz		10 – 55	10 – 150		10 – 55	10 – 500	
	Amplitúdó, mm/m·s ⁻²		0,15/19,6 0,35/49			0,35/49 0,75/98		
	Ciklus/irány		10 20			20 10		
Fárasztás rezonancia és kritikus frekv.-án	Frekvencia, Hz		Rezonancia és kritikus frekv.			Rezonancia és kritikus frekv.		
	Amplitúdó, mm/m·s ⁻²		0,15/19,6			0,35/49		
	Perc/irány		10			10		
Befejező rázásátvitel ellenőrzése	Frekvenciasáv, Hz		10 – 55	10 – 150		10 – 55	10 – 500	
	Amplitúdó, mm/m·s ⁻²		0,15/19,6			0,15/19,6 0,35/49		
	Ciklus/irány		1			1		

Rázásállóságiigénybevétel vizsgálati követelményei									
rázásállósági vizsgálati eljárás	gyártmánytípus	hordozható és járműbe építhető berendezés és készülék				hordozható és járműbe építhető berendezésbe és készülékbe beépített szerelvények és alkatrészek			
	az igénybevétel felépése	üzem közben		kikapcsolt állapotban		üzem közben		kikapcsolt állapotban	
	száll. mód jellemző	vasút, közút, hajó	repülőgép	vasút, közút, hajó	repülőgép	vasút, közút, hajó	repülőgép	vasút, közút, hajó	repülőgép
Kezdő rázásátvitel ellenőrzése	Frekv. sáv, Hz	10 – 55	10 – 150	10 – 55	10 – 500	10 – 55	10 – 500	10 – 55	10 – 500
	Amplitúdó, mm/m·s ⁻²	0,15/19,6		0,15/19,6		0,15/19,6 0,35/49		0,15/19,6 0,35/49	
	Ciklus/irány	1		1		1		1	
Fárasztás pásztázással	Frekv. sáv, Hz	10 – 55	10 – 150	10 – 55	10 – 500	10 – 55	10 – 500	10 – 55	10 – 500
	Aplitúdó, mm/m·s ⁻²	0,75/98		0,35/49 0,75/98		0,75/98		0,75/98	
	Ciklus/irány	20		20	10	20 50	10 20	20	10
Fárasztás rezonancia és kritikus frekv.-án	Frekvencia, Hz	Tapasztalt rezonancia és kritikus frekvencia							
	Amplitúdó, mm/m·s ⁻²	0,35/49		0,35/49		0,35/49 0,75/98		0,35/49 0,75/98	
	Perc/irány	30		10		30		30	
Befejező rázásátvitel ellenőrzése	Frekv. sáv, Hz	10 – 55	10 – 150	10 – 55	10 – 500	10 – 55	10 – 500	10 – 55	10 – 500
	Amplitúdó, mm/m·s ⁻²	0,15/19,6		0,15/19,6		0,15/19,6 0,35/49		0,15/19,6 0,35/49	
	Ciklus/irány	1		1		1		1	

Új típusú URH diplexer

DR. SZABÓ PÁL
FÜRST LAJOS
BHG

BEVEZETÉS

Az elmúlt 10 év folyamán kiépült a magyarországi URH-FM gerinchálózat, mely biztosítja a Kossuth, Petőfi és a 3. műsor jó minőségű vételét.

Ezek az állomásokon az adók teljesítményét triplexerek összegzik egy antennarendszerre oly módon, hogy az adók egymás üzemét nem zavarják (a diplexerek, triplexerek működésével a BHG—ORION—TERTA műszaki közlemények 1978. 4. számában foglalkoztunk). A triplexerekben a koaxiális elemek (szűrők, 3 dB-es hibridek, tápvonalak) vörösréz-ből készültek, felületi ezüstözéssel. A szűrők L-C viszonyát oly módon lehetett állítani, hogy egy igen bonyolult és drága, állítható rövidzárral az induktivitás hosszát változtattuk.

A soros kondenzátort az induktivitástól függetlenül szintén állítani lehetett.

Az összegző rendszereknek ezt a kialakítását első generációs családnak neveztük el.

1. AZ ELSŐ GENERÁCIÓS ÖSSZEGZŐ RENDSZEREK ÜZEMI TAPASZTALATAI

Az első generációs nagyteljesítményű koaxiális szűrők családjának kialakításánál az volt az egyik alapvető fejlesztési szempont, hogy a TV I. sávától a TV IV. sávig az URH—FM sávot is tartalmazva az állítható rövidzár és a hangoló mechanizmus azonos legyen.

Erre azért volt szükség, hogy minden frekvenciasáv alsó csatornájától (pl. OIRT 6) a felső csatornáig (pl. OIRT 12) az L—C viszony változtatásával a szabvány által előírt átviteli karakterisztikát elő lehessen állítani.

Az URH—FM adóhálózat kiépülése alatt (1970—1980) az összegző szűrőket a 66—73 MHz frekvenciasávon belül az adó frekvenciákra kellett hangolni. Az üzembehelyezés óta nem volt szükség a szűrők áthangolására, vagyis a kiosztott adófrekvenciákat nem módosították.

A közel 10 év üzemeltetés során meghibásodás csak az állítható rövidzárnál fordult elő (2 alkalommal), ami érthető is mert hiszen a viszonylag nagy rövidzárási áram a berilliumbronz rugós érintkezőkön folyik át, amiknek — a fellépő hőmérséklettől, kifáradástól — idővel megváltozik a rugónyomása, ezzel nő az átmeneti ellenállás.

Ez mint egy körfolyamat visszahat; nagyobb átmeneti ellenállás — nagyobb hőmérséklet — kisebb rugóerő stb.

2. A MÁSODIK GENERÁCIÓS ÖSSZEGZŐ RENDSZEREK FEJLESZTÉSI CÉLKITŰZÉSE

A fejlesztési célkitűzéseknél az egyik alapvető feladat az volt, hogy az új generációs összegző rendszerek műszaki paraméterei ne legyenek rosszabbak az előző generációs összegző rendszereknél, de a felépítés egyszerűbb és olcsóbb legyen.

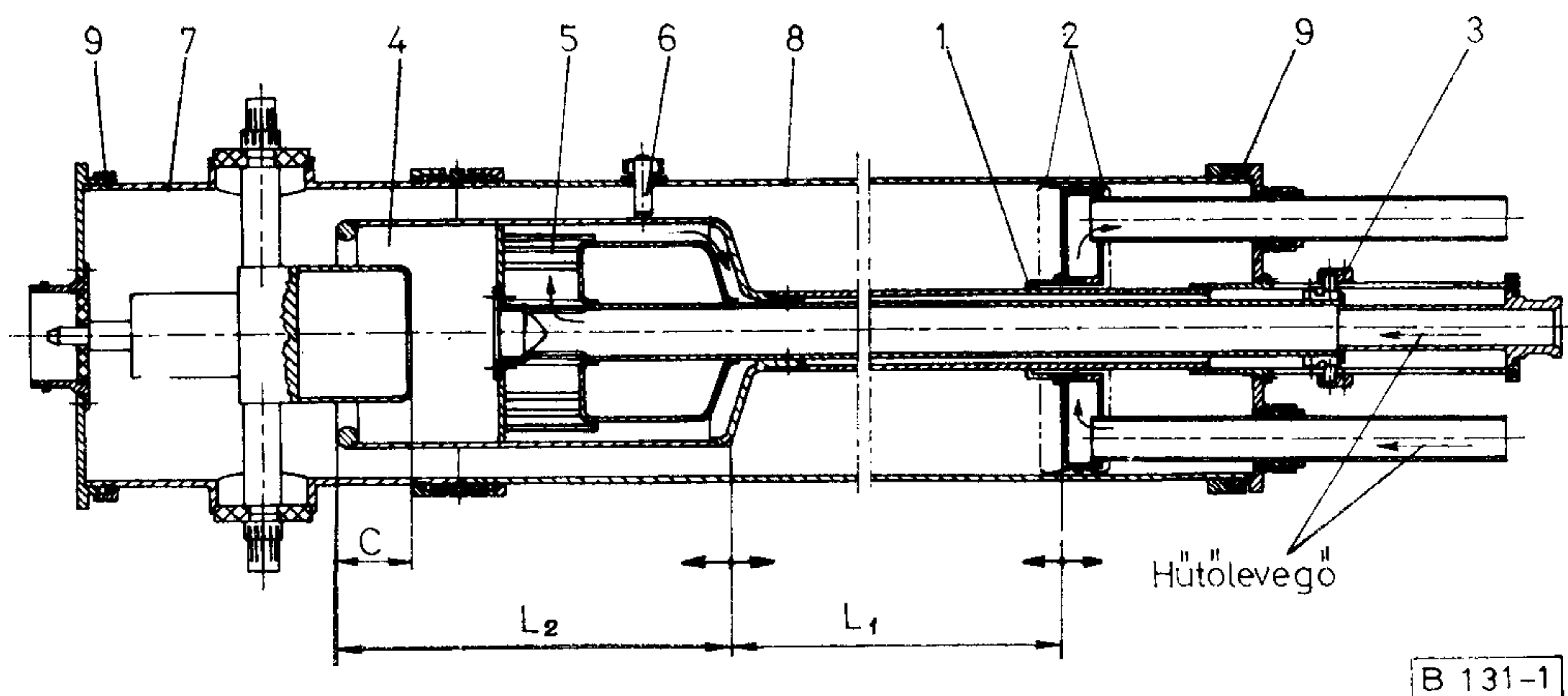
2.1. Szűrők fejlesztésével kialakult módosítások

Mint az előző pontban tárgyaltuk, a szűrők kritikus pontja a rövidzárási hely, tehát itt kell lényeges változtatást végrehajtani. A koaxiális elrendezésből adódóan két mozgó érintkezési hely volt, egy a belső éren, (1. ábra 1) egy a külső vezetőn (1. ábra 2).

A fejlesztés azt a megoldást eredményezte, hogy a rugós-érintkezőket a belső ér rövidzárási helyén keményforrasztással (2. ábra 1), a külső vezető rövidzárási helyén csavarozással (2. ábra 2) váltottuk ki. A rövidzár hűtése elvileg nem változott a rugós rövidzár hűtéséhez képest, ugyanis két fedél között továbbra is hűtőlevegőt áramoltatunk.

Az L és C változtathatósága valahol mindenképpen igényel mozgó érintkezőt. Ezt áthelyeztük az indukzív vonal ugráskörnyezetébe a kisebb átmérőre (2. ábra 3). Ez az az optimális hely, ahol sem nagy áram, sem nagy feszültség nincs a vonalon. Így lehetőség nyílt az egyszerűsítés mellett az olcsóbb megoldásra is, ugyanis tömör berilliumbronzból kialakított rugós érintkező helyett (1. ábra 1), bronzházba foglalt lemezzugókat alkalmazunk. Az olcsóságot az alapanyag ára, ill. a technológiai folyamat egyszerűsödése adja.

A kapacitás (C) mechanizmusa lényegében nem változott az első generációs szűrőkhöz képest (1. ábra 3, 2. ábra 4). A különbség az, hogy a C változtatásával az induktivitás egyik szakasza (L) is változik, vagyis valamilyen függőség határozza meg az L-C viszonyt. Szükség esetén az L_1 szakaszos változtatása lehetséges a külső köpenybe betétgyűrűk behelyezésével. Három hosszváltozással az egész OIRT-URH sáv (66—73 MHz) átfogható. A betétgyűrűket a szűrő



1. ábra. 1. generációs koaxiális szűrő

fej és köpeny bontható kötésénél (2. ábra 5) lehet beépíteni. A betétgyűrűk behelyezése a kapacitás kalibrált értékét megváltoztatja, de a szükséges leg hosszabb gyűrű (30 mm) behelyezése esetén is van annyi kapacitás tartalék, amennyi az átviteli karakterisztika beállításához szükséges.

A kondenzátor harangszerű kialakítása hasonló az első generációs kialakításhoz (1. ábra 4, 2. ábra 6), csupán az olcsóbb kivitel miatt csőből mélyhúzással készül, így tetemes anyag- és munkaidő- (forgácsolás) megtakarítás van.

Az új kivitel hűtése sem változott lényegesen, a terelőbordák elmaradtak (1. ábra 5). Egy másik meghibásodási gócot megszüntettünk az- zal, hogy a harang koncentrikus megvezetését nem a palástból benyúló radiális irányú 3 db szigetelő (1. áb- ra 6) támasztja meg, hanem a tengelyben elhelyezett teflon rúd (2. ábra 7) ad axiális vezetést. Ez — mond- hatjuk — kis sűrűségű erőterben van és szennyező- désnél, melegedésnél kevésbé okoz átütést.

A szűrőfej (1. ábra 7) és köpeny (1. ábra 8) az első generációs szűrőknél vörösrézből készült és menetes véglezárása volt. Az új generációnál (2. ábra 8, 9) anyaguk alumínium, a lezáró fedelek hegesztve (2. ábra 10) vannak.

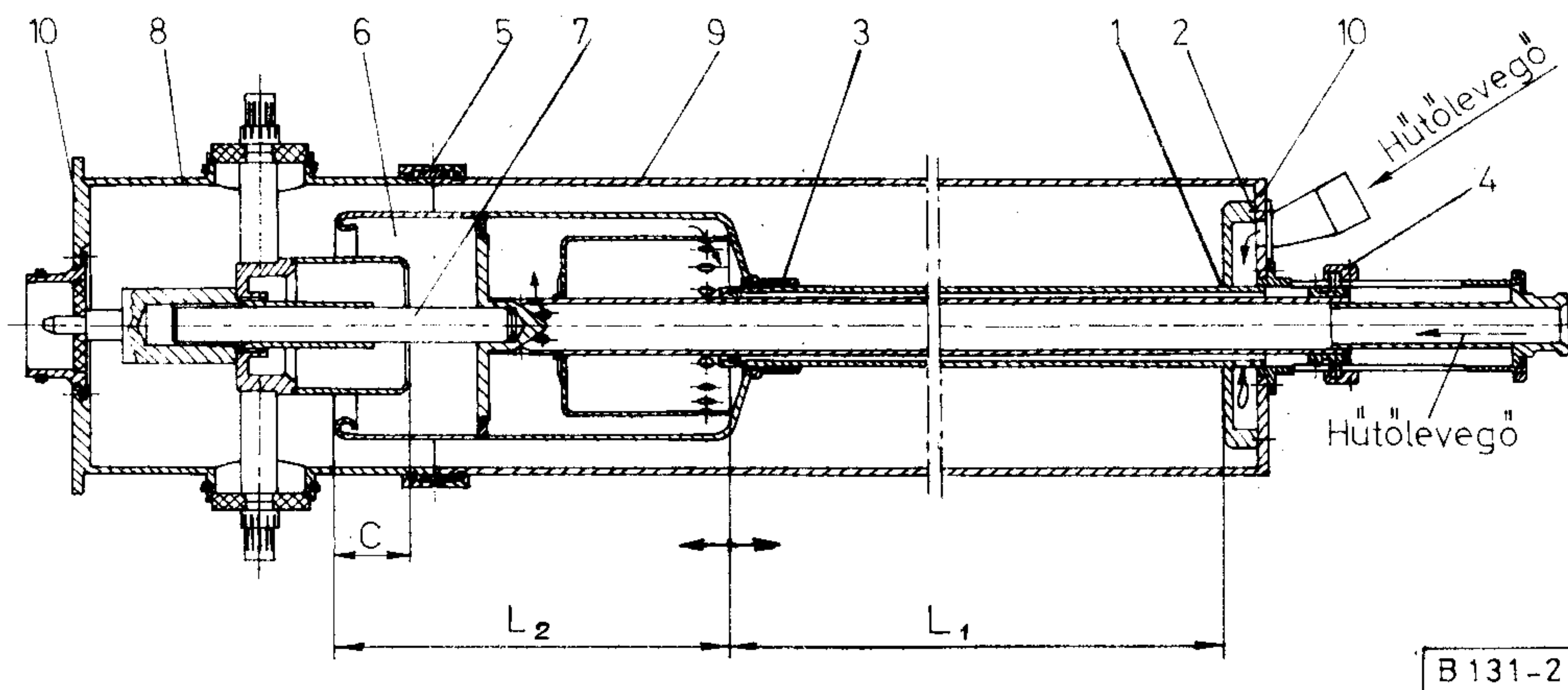
2.2. 3 dB-es hibrid fejlesztése

Elvi megoldásban a hibridek két generációs kivitele közt nincs lényeges különbség.

Mint korábban, most is a „csöves hibridet” alkalmaz- zuk, amely 2×10 kW teljesítmény és 2 hossz változat- ban az URH-FM frekvenciasáv (7 MHz) átvitelét kielégíti. Csupán a köpeny igazodik a második gene- rációs kivitelnél a szűrőkhöz. Korábban a köpeny 168/161 mm átmérőjű speciális belső mérettűrésű vö- rösréz csőből készült ezüstözve. Az új generációs szű- rők és hibridek köpenye 160×5 -ös kereskedelmi tű- résű ötvöztött alumínium csőből gyártódik. A köpeny osztottsága lehetővé teszi (nem túl hosszú darabok) a belső felület javítását megmunkálással.

2.3. Tápvonalak fejlesztése

Az 50 ohmos merev koaxiális tápvonalak geometriai méretei változatlanok. A gyártmány olcsóbbá téte- le érdekében itt is a speciális mérettűrésű vörösréz külső vezetőről áttértünk a kereskedelmi méretű öt- vöztött alumínium csövek alkalmazására. Gyakorlati- lag méretekben, kialakításban nincs változás, csak



2. ábra. 2. generációs koaxiális szűrő

az anyag és tűrés változott. Tápvonalkonstrukcióban már negyedik generációról beszélhetünk, ahol a harmadik és negyedik csak az említett alumínium alkalmazásában tér el egymástól. A második az első-től nagyon lényeges technológiai egyszerűsödésben tér el (nem forrasztott, csak leszabott belső vezető), míg a harmadik a leglényegesebb változtatást tartalmazza (külső éren menetes kötés helyett bilincses, belső ér érintkezője berilliumbronz helyett csak bronz). Kerüljük az alumínium és réz alapú színesfém kapcsolódását, hogy ne alakulhasson ki a fémek elektronpotenciáljából galvánelem. Ahol elkerülhetetlen a kétféle fém kötése, ott kettősfém (cupal) betétet alkalmazunk. Ügyelünk az érintkező alumínium felületek tisztaságára, tapasztalatunk szerint a természetes úton kialakult oxidréteg a vezetésben észrevehető változást nem okoz.

2.4 Szekrény (váz) fejlesztése

Általános koncepció a szekrényekre vonatkozóan a KONTASET szekrény alkalmazása. A beépíthető hely szerinti Kontakta választék nem volt kielégítő. Külön rendelésre (csak mélységnöveléssel) a Kontakta vállalta a választéktól eltérő méretű szekrény gyártását.

A diplexer szekrény esetében a KONTASET szekrény nem az eredeti funkcióját tölti be, mégis sikerült kiegészítő elemeknek úgyszólván csak KONTASET elemeket alkalmazni. Megoldható volt — a szekrény gurításához — a tartóoszlopokba két orsóval kiemelhető görgők beépítése.

A fejlesztés egyik feltétele, hogy a szekrény alkalmas legyen alsó (padlóból) vagy felső hűtő vezeték, ill. vezérlőkábel fogadására.

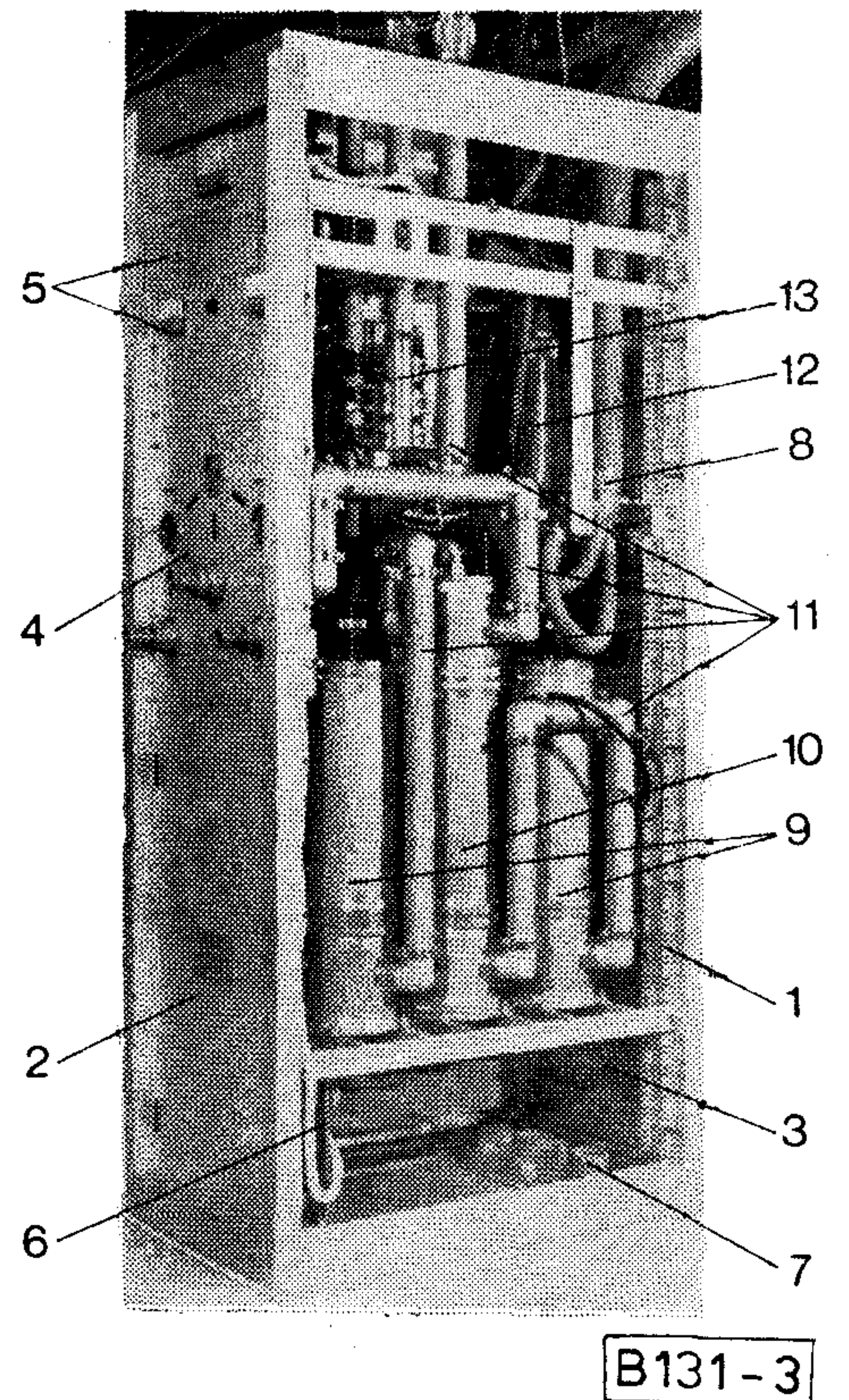
A könnyebb szerelhetőség érdekében a szekrény hátoldala — KONTASET kifordítható keretből (borítva) — ajtónak van kiképezve, oldalborításai pedig lecsavarhatók. Elöl szintén — előlapi megoldásban — ajtó van a szekrény kb. 1/3-ad magasságáig, e mögött billenthető csatlakozótábla a vezérlőkábel fogadására.

3. AUTOMATIKA

Az automatika áramköri felépítését tekintve szintén generációs váltás történt. A korábbi URH összegzőrendszer-automatika analóg információs jeleket dolgozott fel, és túlnyomó részben tranzisztoros és jelforgós áramköröket tartalmazott.

Az új RF összegző automatika (diplexer, triplexer, quadruplexer összegzőrendszereket röviden RF összegzőknek nevezzük) korszerű felépítésű integrált áramköri elemekből épül fel.

Az automatika az RF összegző és az adók védelmét szolgálja.



3. ábra. Új típusú URH diplexer

1. KONTASET szekrény; 2. Előlapi ajtó; 3. Hátsó ajtó; 4. Dugaszlap; 5. Automatika; 6. Csatlakozó tábla; 7. Alsó levegő csatlakozás; 8. Felső levegő csatlakozás; 9. Koaxiális szűrők; 10. 3 dB-es hibrid; 11. Tápvonalak; 12. Ballaszt ellenállás; 13. Kicsatolók

Az adók reteszköreinek kapcsolásával biztosítja, hogy valamely adó csak akkor adhat teljesítményt az RF összegző bemenetére, ha az RF összegző és az azt követő berendezések az adó teljesítményének fogadására alkalmasak, s az adott adóra nézve a nagyfrekvenciás út zárt.

Az RF összegző, kiépítésétől függően, 2, 3 vagy 4 adó RF jelének fogadására alkalmas. A kettőnél több adó fogadására alkalmas RF összegzők a nagyfrekvenciás jelek szempontjából sorbakapcsolt fokozatokból épülnek fel.

Az automatika szintén ezt a soros felépítést követi a reteszkörökre nézve.

Az automatikán belül minden RF összegző fokozathoz egy fokozat figyelő egység tartozik, mely komparátor panelből és egy fokozatfigyelő panelből épül fel. Az automatika maximálisan három fokozat figyelő egységet tud fogadni, így teljes kiépítettségében 4 adót fogadó quadruplexerekhez alkalmazható.

Egy megépített diplexer fényképe a 3. ábrán látható.

Légrésfólia hazai gyártása

KELÉNYI FERENC
BHG

BEVEZETÉS

A légrésfóliát a BHG-ban a különböző típusú jelfogók pl: RAB, RAE, RAF horgonyainak légrésbiztosításához használják.

Vállalatunk a különböző típusú jelfogókhoz szükséges színezett légrésfóliát eddig az Ericsson cégtől importálta. Az emelkedő importárak, valamint az új továbbfejlesztett termékeinkhez (új RAM jelfogó, fejlesztett RAM horgony) szükséges speciális fólia miatt szükségessé vált a légrésfólia hazai gyártásának biztosítása.

A légrésfólia 10 mm, ill. 5,5 mm széles 15–18 mm hosszú és 0,05–0,15 mm vastag poliészter lemezke, amelyet 10 és 5,5 mm széles csévéken feltekercselt szalagból gyártanak. A fólia vastagságát a fóliára festett csík helyzetével és színével jelölik.

A fóliagyártó sor két gépből áll:

1. Fóliasávoló célgép C290–00
2. Fóliaszínező célgép C293–00.

1. Fóliasávoló célgép

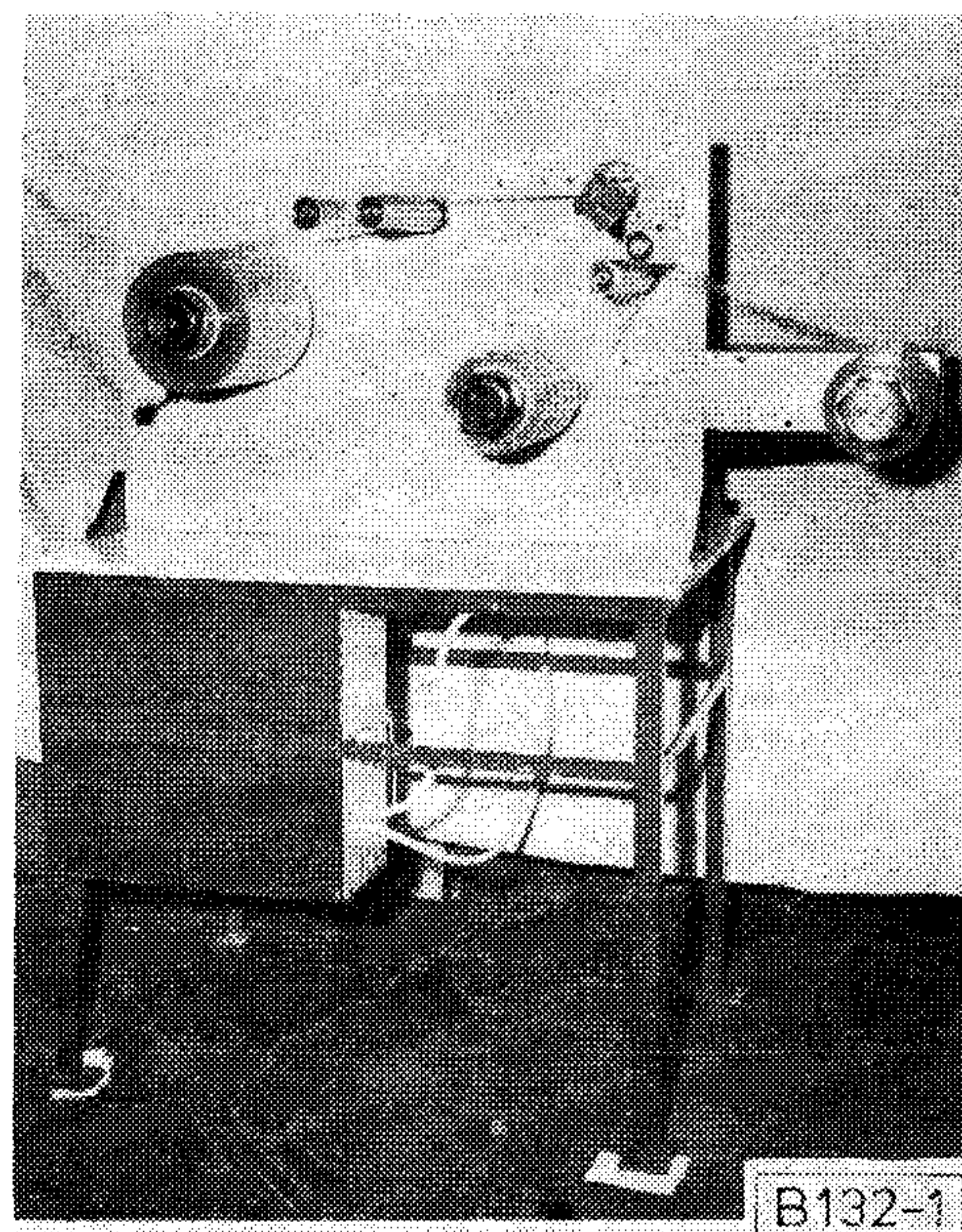
A fóliasávoló célgép (lásd 1. ábrát) a légrésfóliához, valamint a tekercsek burkolásához szükséges fóliák leszállására szolgál.

1.1. A gép jellemző adatai

A vágandó fólia vastagsága: 0,012 mm–0,2 mm
A felfogható cséve átmérője: 300 mm
A felfogható cséve szélessége: 200 mm
A felfogható cséve belső
átmérője: 60 mm
A vágható szélesség: 5 mm-től 200 mm. Tet-
szőlegesen állítható a
kések közötti közbetét-
gyűrűtől függően,
A felcsévézés max. átmérője: 300 mm
A felcsévéző tengelyek
fordulatszáma: 125 ford/min

1.2. A célgép felépítése

A gép egy szögvasból készült vázra van felszerelve. A fel ill. lecsévéző tengelyek egy függőlegesen állított szerelőlapra vannak felerősítve.



1. ábra. Fóliasávoló célgép

A gép bal oldalán van a vágandó fóliát felfogó (1) tengely. A fel ill. lecsévéző tengelyek átmérője 60 mm. Ha a fólia csévéje nagyobb átmérőjű, akkor a közbetétgyűrűvel kell felfogni a tengelyre. A csévefelfogó tengelyt egy rugós csavarral állítható fékkel (2) lehet a fólia vastagságának megfelelően fékezni. A felcsévéző tengelyt (3) ékszíjhajtáson, ill. állítható kuplungon keresztül hajtja a gép hátsó oldalán levő hajtóműves motor. A szíj feszességét egy állítható szíj-feszítő-görgővel lehet beállítani.

A tengelyről (3) lánckerék hajtáson keresztül hajtjuk a felcsévéző tengelyt (4). Így biztosítva van az, hogy a felcsévéző tengelyek egyforma fordulátúak. A gép jobb felső részén van a vágókéseket befoglaló késtartó (2. ábra). A kések közötti távtartó betétek határozzák meg a vágandó fólia szélességét. A kések felett egy plexi védőburkolat van elhelyezve.

A gép asztallapja alatt van elhelyezve egy dobozban a főkapcsoló, az indítást és megállást jelző gomb.

1.3. A fóliasávoló célgép működési elve

A célgép tengelyére (1) távtartó gyűrűvel felfogjuk a vágandó fóliát. A vágókések beállítása után a felvágott fóliacsíkok közül minden másodikat kell min-

HÍREK ÜZEMEINKBŐL

Nívódíj a legjobb cikkíróknak

1981. január 23-án ünnepélyes szerkesztő bizottsági ülésen vették át nívódíjukat a Híradástechnika folyóirat „BHG ORION TERTA Műszaki Közlemények” főrovatának legjobb cikkírói. A hagyományos év eleji értékelésen az előző év legeredményesebbnek ítélt szerzőit jutalmazta a szerkesztő bizottság.

Az elmúlt év szerkesztőbizottsági munkájának értékeléséről Angyal László, a lap szerkesztője beszélt. Egy év telt el azóta, hogy a „BHG ORION TERTA Műszaki Közlemények”-et összevonták a „Híradástechniká”-val. A kiadványon belül mindkét főrovat megtartotta önálló arculatát. A Híradástechnika több mint három évtizede megjelenő folyóirat, az abban megjelenő publikációk többsége a tudományos élet közleményeinek, a kutató intézmények eredményeinek közreadását szolgálta, s szolgálja ma is. A BHG ORION TERTA Műszaki Közlemények 1955-ben jelent meg először. A vállalatainknál kifejlesztett berendezésekről szóló gyártmányismertetések közlése volt a lap fő célja, de emellett minél több szakmai információt is akart nyújtani — olvasmányosan — a gyártók és felhasználók részére.

Az eltelt időszak tapasztalatai alapján a két folyóirat összevonását hasznosnak értékeli a szerkesztő bizottság. Az elmélet és gyakorlat eredményeit rögzítő publikációk egymást követve jól megférnek, jól kiegészítik egymást. A folyóirat így szélesebb perspektívájú, az olvasók számára előnyösebb hozzáférhetőség és anyagiak szempontjából is. Egy lap-számban olvashatnak a híradástechnika fejlődéséről, a hazai és külföldi eredményekről.

Nem utolsó szempont az sem, hogy a jelenlegi és a leendő olvasók a folyóirat hasábjain ismerkedhetnek meg a gyakorlatban alkalmazott munkamódszerek elméletben kidolgozott alapjaival.

Az 1980. év legjobb BHG-s cikkírói a következők voltak:

M a k a y Attila: Nevéhez fűződik a QA 96 programrendszerének tervezése. A „QA 96 programvezérlő rendszere” c. cikkében a hívásfeldolgozó rendszer, a programok és adatok szervezésének áttekinthető, összefoglalt ismertetése található. (1980/11. szám)

K e s s e l y á k Péter: Nívódíjas cikke a „Megbízhatósági garanciavállalás a telefóniában”, amely a berendezést gyártó cég kockázatvállalásának kapcsolatát elemzi. A javasolt vizsgálati terv lehetővé teszi a megbízhatóság igazolását. (1980/5. szám)

S z a l a y István: Jól illusztrált cikke a „Széles-sávú keverő a TV I—V. sávokra”, melynek alapkonceptiója, hogy ugyanazt az áramkört alkalmazza valamennyi TV-sávon. (1980/1—2. szám)



Laczkó Endre, a BHG műszaki igazgatója átadja Kiss Botondnak a nívódíjat

K i s s Botond: Cikkében egy általa tervezett ponthegeztető célgépet ismertetett, amely a nemesfém anyagtakarékos felhasználását teszi lehetővé. (1980/5. szám)

A nívódíjakat Laczkó Endre műszaki igazgató adta át, értékelve a szerzők teljesítményét.

Az ORION cikkírói közül nívódíjat kapott:

C s e r n o c h János: A törésmutató-gradiens megváltoztatása következtében előálló csillapítás-fading számítás. (1980/1—2. szám)

N ó b i k Lajos: Számítástechnika mikrohullámokon. Számítástechnikai és mikrohullámú berendezések gyártása az ORION-ban (1980/12. szám)

A Telefongyár nívódíjas cikkírói:

H a l m i Gábor: A szinkron szekvenciális hálózat tervezése visszacsatolt memória felhasználásával. (1980/10. szám)

C e b e László: Az MKSA mértékegység-rendszer. (1980/8. szám)

S i m o n Lajos: Új típusú hangfrekvenciás végződések az átviteltechnikában. (1980/1—2. szám)

B á l i n t János: Új LC szűrőkkel felépített csatormodem. (1980/6. szám)

TARTALOM

СОДЕРЖАНИЕ

INHALT

CONTENTS

ETO 621.385.032.9:621.792.4-033.6

Dr. Budinsevits A.:

Fém-kerámia kötéstechológiák az elektroncső iparban

HÍRADÁSTECHNIKA, 1981. 5. sz.

A frekvenciatartomány és a teljesítmény rohamos növekedése folytán az üveg elektroncső már nem tudott megfelelni a követelményeknek. Az üveget, mint szerkezeti anyagot, az oxid-kerámiák váltották fel. A szerző jelen cikkében átfogó képet ad azokról az ismeretekről, eljárásokról és problémákról, amelyek az ultrarövid hullámú és mikrohullámú, nagyteljesítményű fém-kerámia elektroncsövek kifejlesztése és gyártása során felmerülnek.

ETO 620.17:621.39:006.83

Somfai F.:

Híradástechnikai gyártmányok mechanikai tartósságának vizsgálati módszerei és követelményei

HÍRADÁSTECHNIKA, 1981. 5. sz.

A cikk elemzi a mechanikai tartóssági vizsgálatok indokoltságát és a gyártmányokra ható mechanikai környezeti igénybevételek fajtáit. A híradástechnikai nagyberendezések és az azokba beépített szerelvények és alkatrészek vonatkozásában részletezi a vasúti, közúti, vízi és légi szállítóeszközök okozta igénybevételeket. Tömören összefoglalja a magyar, KGST és IEC szabványokban leírt vizsgálati módszerek lényegét, segít eligazodni az azokban adott nagyszámú szigorúsági fokozat között. Befejezésül konkrét követelményrendszert javasol a különböző módon szállított és felhasznált híradástechnikai gyártmányok mechanikai tartóssági vizsgálatára.

ETO 621.396.41

Dr. Szabó P.—Fürst L.:

Új típusú URH diplexer

HÍRADÁSTECHNIKA, 1981. 5. sz.

A szerzők ismertetik a korábbi generációs URH diplexerek közel tíz éves üzemi tapasztalatait. A megbízható működés további lehetőséget adott egy új generációs URH diplexer kifejlesztésére. A cikk részletesen foglalkozik az új típusú URH diplexer elemek (szűrők, 3 dB-es hibridek, tápvonalak stb.) fejlesztésével és konstrukciós kialakításával.

ETO 621.395.65:678—415

Kelényi F.:

Légrés fólia hazai gyártása

HÍRADÁSTECHNIKA, 1981. 5. sz.

A cikk ismerteti a telefontechnikai iparban használatos jelfogók feltapadásának megakadályozására alkalmazott légrés fólia gyártásához tervezett célgépeket, melyek egyrészt a megfelelő szélességű fóliacsíkok vágásához, másrészt ezek vastagságjelző színezésére szolgálnak.

ДК 621.385.032.9:621.392.4—033.6

Д-р Будинчевитч А.:

Стально-керамическая технология присоединений в промышленности электронных ламп

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) 1981 г. № 5

Быстрое расширение частотного диапазона и мощности стеклянная электронная лампа уже не смогла соответствовать требованиям. Стекло, как элемент конструкции был заменен окисью — керамией. В данной статье автор дает обширную картину о тех знаниях, способах и проблемах, которые возникают при раз работке и в производстве стальнокерамических электронных ламп большой мощности для микро — и ультркоротких волн.

ДК 620.17:621.39:006.83

Шомфай Ф.:

Метод и требования испытаний на механическую долговечность изделий техники связи

HÍRADÁSTECHNIKA (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) 1981 г. № 5

Статья анализирует необходимость проведения испытаний на механическую долговечность, а также виды механической нагрузки влияющие на изделия в окружающей среде. В отношении больших оборудований техники связи и встроенных в оборудование узлов и элементов подробно описывает нагрузки, возникшие по причине транспортировки по железной дороге, на автотранспорте, морским или речным путем или авиа путем. Статья кратко подытоживает сущность описанных методов испытаний в стандартах СЭВа, МЭК и венгерских стандартах, а также указывает ориентировку между указанными в стандартах многочисленных жесточенных ступеней методов испытаний. В заключении автор предлагает систему конкретных требований по испытанию на механическую долговечность изделий техники связи, транспортируемых и применяемых различными методами.

ДК 621.396.41

Д-р Сабо П.—Фюрст Л.:

Диплексер УКВ нового типа

HÍRADÁSTECHNIKA, (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) 1981 г. № 5

Авторы знакомят приблизительно с 10-летним опытом эксплуатации УКВ диплексеров ранних поколений. Надежность их работы создала дальнейшую возможность разработки УКВ диплексеров нового поколения. Статья подробно занимается вопросами разработки и конструкционного построения новых типов элементов УКВ диплексеров (фильтр, гибридная схема на 3 дБ., линия питания и т. д.).

ДК 621.395.65:678—415

Келэни Ф.:

Фольга для воздушного зазора отечественного производства

HÍRADÁSTECHNIKA, (ХИРАДАШТЕХНИКА, Будапешт) 1981 г. за № 5

Статья знакомит со спецмашинами проектированными для изготовления фольги воздушного зазора, применяемой для предотвращения прилипания контактов реле, применяемых в промышленности телефонной техники. Упомянутые спецмашины с одной стороны предназначены для вырезки полос фольги соответствующего размера по ширине, а с другой стороны служат для окраски толщины указанных полос фольги.

DK 621.385.032.9:621.792.4-033.6

Dr. Bundecsevits A.:

Metall-Keramik Verbandtechnologie in der Radioröhren-Industrie

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1981. Nr. 5.

In Folge des schnellen Wachstums des Frequenzbereiches und der Leistung konnte die Glasradioröhre der Forderungen nicht mehr entsprechen. Das Glas wurde als Konstruktionsmaterial durch den Oxydkeramiken abgelöst. Der Verfasser gibt in seinem gegenwärtigen Artikel ein umfassendes Bild von diejenigen Kenntnissen, Verfahren und Probleme, die in Folge der Entwicklung und Erzeugung der Ultrakurzwellen, Mikrowellen-Radröhren von hoher Leistung auftauchten.

DK 620.17:621.39:006.83

Somfai F.:

Prüfmethoden und Forderungen der mechanischen Dauerhaftigkeit der nachrichtentechnischen Produkten

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1981. Nr. 5.

Der Artikel analysiert die Begründetheit der mechanischen Dauerhaftigkeitsprüfung und die Arten der auf die Produkte auswirkenden mechanischen Umgebungs-Beanspruchungen. Die nachrichtentechnischen Grossanlagen und die in Beziehung der in denen eingebauten Ausrüstungen und Bestandteilen detailliert der Artikel die von den Transportmitteln der Bahn, des Strassenverkehrs, der Wasserstrasse, der Luftwege verursachten Beanspruchungen. Er fasst gruppierend das Wesen der in den ungarischen, im RGW und IEC Normen beschriebenen Prüfmethoden zusammen, und hilft die Orientierung zwischen in denen angegebenen zahlreichen Strengegrade. Schliessend schlägt er einen konkreten Forderungssystem für die mechanischen Dauerhaftigkeitsprüfung der in verschiedenen Arten gelieferten und verwendeten nachrichtentechnischen Produkten vor.

DK 621.396.41

Dr. Szabó P.—Fürst L.:

URH-Diplexer von neuem Typ

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1981. Nr. 5.

Die Verfasser erklären die Betriebserfahrungen der nahe 10 jährigen URH-Diplexer von früherer Generation. Die zuverlässige Funktion gab die Möglichkeit zur Entwicklung eines URH-Diplexers von neuer Generation. Der Artikel befasst sich ausführlich mit der Entwicklung und Konstruktionsausbildung der URH-Diplexerelemente von neuem Typ (Filter, Hybride von 3dB, Speiseleitungen, usw.).

DK 621.395.65:678—415

Kelényi F.:

Luftspaltfolie von heimischer Erzeugung

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1981. Nr. 5.

Der Artikel macht die zur Erzeugung der Luftspaltfolie verwendete, für die Verhinderung der Anhaftung der in der telephontechnischen Industrie gebräuchlichen Relais geplante Zielmaschine bekannt, die einerseits zum Schneiden der entsprechend breiten Foliestreifen, andererseits für die Färbung deren Dickenanzeiger dient.

UDC 621.385.032.9:621.792.4-033.6

Dr. Budincsevits, A.:

Metal-ceramics joining technologies in valve industry

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1981. No. 5.

As a result of the rapid growth of frequency range and power the electronic valves of glass could not meet the requirements. The glass, as structural material has been replaced by oxid-ceramics. In this article the author gives a review of the knowledge, procedures and problems arising in the course of development and manufacturing the VHF and microwave high power metal-ceramics electronic tubes.

UDC 620.17:621.39:006.83

Somfai, F.:

Methods and requirements of the mechanical durability test for telecommunication products

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1981. No. 5.

The article analyses the justification of the mechanical durability test and the kinds of environmental loads acting on the products. Considering the telecommunication equipment and the built-in fittings and details a full account is given about the loads caused by the means of railway, road, sea and air transport. The essence of the test methods described in the Hungarian, CMEA, and IEC standards is summarized and direction lines are given for the large number of severity grades included in the standards. At last a actual system of requirements is recommended to test the mechanical durability of the telecommunication products transported and used by different ways.

UDC 621.396.41

Dr. Szabó, P.—Fürst, L.:

New type VHF diplexer

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1981. No 5.

The authors introduces the operating experiences of approximately 10 years of the former generation VHF diplexers. The reliable operation has offered an additional possibility for developing a new generation diplexer. The paper deals with the development and construction design of new type VHF diplexer components (filters, 3dB hybrids, feeder lines, etc) in details.

UDC 621.395.65:678—415

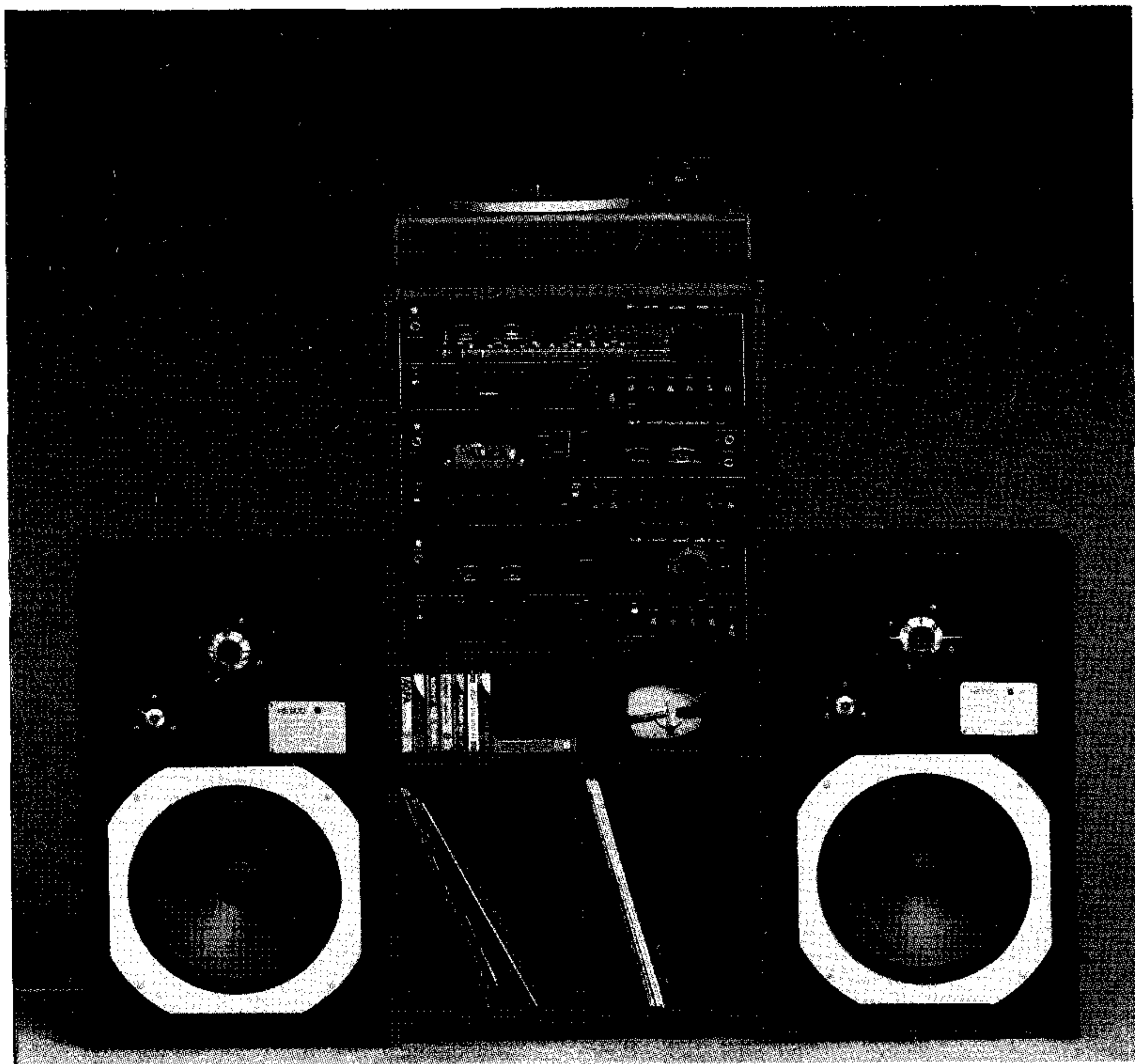
Kelényi, F.:

Home production of air gap film

HÍRADÁSTECHNIKA (Budapest), 1981. No 5.

The paper introduces the machines designed for the production of air gap films used for preventing the adhering of relays used in telephony. These machines serve for cutting film strips of proper width, on the other hand for their colouring for marking their thickness.

ORION 1001 HI—FI SZTEREÓ HÁZI STÚDIÓ



Az Orion Rádió és Villamossági Vállalat új, félprofesszionális jellegű terméke a toronyrendszerben felépített HI-FI házi stúdió, amelynek egységei: sztereó teljesítményerősítő, kazettás sztereó magnetofon deck és AM-FM sztereó rádió-tuner egy célszerűen kialakított szekrényben helyezkedik el.

A szekrény tetejére tetszőleges típusú HI-FI sztereó lemezjátszó helyezhető, az egységek alatti részben pedig magnetofon kazetták és hanglemezek tárolhatók. A szekrény a lakószobai bútorokkal összhangban többféle színválasztékban kerül forgalomba.

Külső méretei: 500 × 1000 × 400 mm.

A házi stúdióhoz ajánlott hangsugárzók típusa HS 500, amelyeknek névleges terhelhetősége 80 watt, impedanciája 4 ohm, átviteli sávszélessége 40—20 000 Hz.

A HÁZI STÚDIÓ MŰSZAKI ADATAI:

SE 260 típusú sztereó erősítő:

Névleges teljesítmény 2 × 60 W/4 ohm

Zenei teljesítmény 2 × 80 W/4 ohm

Átviteli sávszélesség 10—60 000 Hz

Teljesítmény sávszélesség

10—30 000 Hz

Kapcsolható tűzörej és dübörgés szűrő

Túlvezérlés és rövidzár védőautomata

Harmonikus torzítás 0,15% (20—20 000 Hz)

Intermodulációs torzítás: 0,2%

Jel-/zajviszony 70 dB

Mágneses pu. bemenet 2,5 mV/47 kohm

Kristály pu. bemenet 200 mV/1 Mohm

Tuner, magnetofon és tartalékbemenet: 150 mV/470 kOhm

ST 240 típusú sztereó AM-FM tuner

Közép- és nyújtott rövidhullámú AM sáv
OIRT és CCIR rendszerű ultrarövidhullámú FM sáv

Műszeres AM/FM térerősségjelző

Automatikus sztereó szétválasztás

URH FM középállású hangolási jelző

Nyolc előre programozható szenzorkapcsoló az FM sávra

Segédvív- és pilotjelelnyomás 70 dB

Zajhatárolt érzékenység AM 15 μ V,
FM 1,2 μ V

Torzítás AM 1%, FM 0,05%

Szelektivitás AM 40 dB, FM 70 dB

Jel-/zaj viszony AM 50 dB, FM 76 dB

SM 250 típusú sztereó kazettás magnetofon

Szalagsebesség 4,75 cm/s, pontosság 1,5%

Szalagsebesség ingadozás 0,18% RMS

Átviteli sávszélesség FeO szalaggal 30—14 000 Hz

Átviteli sávszélesség CrO₂, v. FeCr szalaggal 30—16 000 Hz

Torzítás 1,5%

Automatikus végálláskapcsoló

Fénydiódás csúcsindikátor

Törléscsillapítás 70 dB

Jel-/zaj viszony 54 dB

Jel-/zaj viszony ANP zajcsökkentővel 80 dB



ORION RÁDIÓ ÉS VILLAMOSSÁGI VÁLLALAT

Telefon: 284-830

1106 Budapest, Jászberényi út 29.

Telex: ORION BUDAPEST, 461