

1302935

5



ÉPÍTŐANYAG

A Szilikátipari
Tudományos Egyesület
folyóirata

6

XXXVII. ÉVFOLYAM
BUDAPEST 1985. JÚNIUS
ÉPÍTŐANYAG 37. (6) 161—192 (1985)

A mész- és cement-, az üveg-, a finomkerámia-, a tégl-, a cserép-, a kő-kavics- és betonipar, a szigetelőanyagok iparának tudományos szakirodalmi folyóirata

Szerkesztőbizottság:

elnöke:

Dr. Talabér József

felelős szerkesztő:

Dr. Székely Ádám

tagjai:

Dr. Bálint Pál

Dr. Beke Béla

Csáktornyai Béla

Dr. Csizi Béla

Dr. Grofcsik Elemér

Hajnal Lajos

Dr. Jilek József

Dr. Kolostori János

Dr. Kovács Róbert

Lenkei György

Riesz Lajos

Száder Rudolf

Szentmártony Gusztáv

Dr. Tamás Ferenc

Dr. Tóth Kálmán

Dr. Träger Tamás

Vajda László

TARTALOM

<i>Ovcsarenko, G. I. – Tamás Ferenc:</i> Alkáli-lignoszulfát tartalmú keverékcementek tulajdonságai	161
<i>Bernáth Zoltán – Kertész Pál – Scheuer Gyula:</i> Betonadalékanyag kutatás Algériában	167
<i>Wagner Zsófia:</i> Tűzálló anyagok vizsgálata Netzsch terhelés alatti lágyulásmérő készülékkel	174
<i>Voronko Jurij:</i> Abrázív szerszámok akusztikai vizsgálata	178
<i>Pethő Szilveszter:</i> A statisztikus rezonanciáról (I.)	185
Könyvismertetés	173
A világ szilikátiparától	184, 190
Kitüntetés	190
Pályázati felhívás	191

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Овчаренко, Г. – Тамаш, Ф.:</i> Свойства смешанных цементов с добавкой щелочь-лигносульфонат II. Гидратация	161
<i>Бернат, З. – Кермес, П. – Шейер, Дь.:</i> Исследования бетонных заполнителей в Алжире	167
<i>Вагнер, Ж.:</i> Испытание огнеупоров с помощью прибора Нетцч, служащего для измерения размягчения под нагрузкой	174
<i>Воронко, Ю.:</i> Акустический контроль абразивного инструмента	178
<i>Петё, С.:</i> О статистическом резонансе (I.)	185

INHALT

<i>Ovcsarenko, G. I. – Tamás, Ferenc:</i> Die Eigenschften eines Alkali-Lignosulphonat-haltigen Mischzements II. Hydratation	161
<i>Bernáth, Zoltán – Kertész, Pál – Schener, Gyula:</i> Beton-Zuschlagstoff-Prospektierung in Algerien.	167
<i>Wagner, Zsófia:</i> Die Untersuchung von Fenerfeststoffen mittels Netzsch-Gerät für Weichungsmessen unter Belastung	174
<i>Voronkó, Jurij:</i> Akustische Untersuchungen von obrasieven Werkzeuge	178
<i>Pethő, Szilveszter:</i> Über die statistische Resonanz (I.)	185

CONTANTS

<i>Ovcsarenko, G. I. – Tamás, Ferenc:</i> Properties of Alkali-Lignosulfonate Mixed Cements, II. Hydration	161
<i>Bernáth, Zoltán – Kertész, Pál – Scheuer, Gyula:</i> Prospecting for Concrete Aggregates in Algeria	167
<i>Wagner, Zsófia:</i> Softening-Under-Load Examination of Refractories Using a Netzsch Apparatus	174
<i>Voronkó, Jurij:</i> Acoustical Examination of Abrasive Tools	178
<i>Pethő, Szilveszter:</i> On Statistical Resonance (I.)	185

ÉPÍTŐANYAG

A SZILIKÁTIPARI
TUDOMÁNYOS
EGYESÜLET FOLYÓIRATA

Alkáli-lignoszulfonát tartalmú keverékementek tulajdonságai

OVCSARENKO, G. I.*—TAMÁS FERENC**

*Altáji Műszaki Főiskola, Barnaul, Szovjetunió

**Veszprémi Vegyipari Egyetem, Szilikátkémiai és -Technológiai Intézet, Veszprém

II. Hidratáció

Bevezetés

Korábbi közleményünkben [1] beszámoltunk az alkáli-lignoszulfonát tartalmú keverékementek (a továbbiakban: AL-cementek) fizikai tulajdonságairól.

Ezek a cementek abban különböznek a szokásos portlandcementtől, hogy kötőszabályozóként nem gipszet, hanem cellulózgyártási hulladékból származó kalcium-lignoszulfonátot és alkáli-karbonátokat tartalmaznak. (Az összehasonlításként említett gipszes cementet ebben a cikkben is GC-vel rövidítjük). Közleményünk II. része az AL-cementek hidratációját ismerteti.

Kísérleti rész

Anyagok és módszerek. Az elkészített nagyszámú keverék közül e cikk keretében csak néhány, jellegzetes és általánosítható következtetések levonására is alkalmas kompozíció hidratációs viselkedését mutatjuk be. A tárgyalásra kerülő keverékek tömegarányát az 1. táblázat mutatja. A kiindulási anyagok összetételét közleményünk első részében [1] adtuk meg.

Az elkészített keverékekből vízzel pépeket készítettünk, ezeket meghatározott körülmények közt meghatározott ideig érleltük, majd a hidratációs termékeket röntgendiffrakcióval, termikus és infravörös vizsgálatokkal tanulmányoztuk. Megvizsgáltuk továbbá a hidratált termékek mikromorfológiáját és anionszerkezetét is.

A vizsgálatokhoz használt műszerek: a röntgendiffrakciós vizsgálatokat DRON-3 jelű, szovjet gyártmányú diffraktométerrel, a termikus vizsgálatokat magyar gyártmányú derivatográfival, az infravörös spektroszkópiás vizsgálatokat NDK gyártmányú Zeiss UR-20 típusú spektrofotométerrel végeztük. Az anionszerkezethez a mintákat Tamás-Sarkar-Roy [2] módszerével trimetilzilileztük, majd

A keverékek összetétele (tömegegység)

1. táblázat

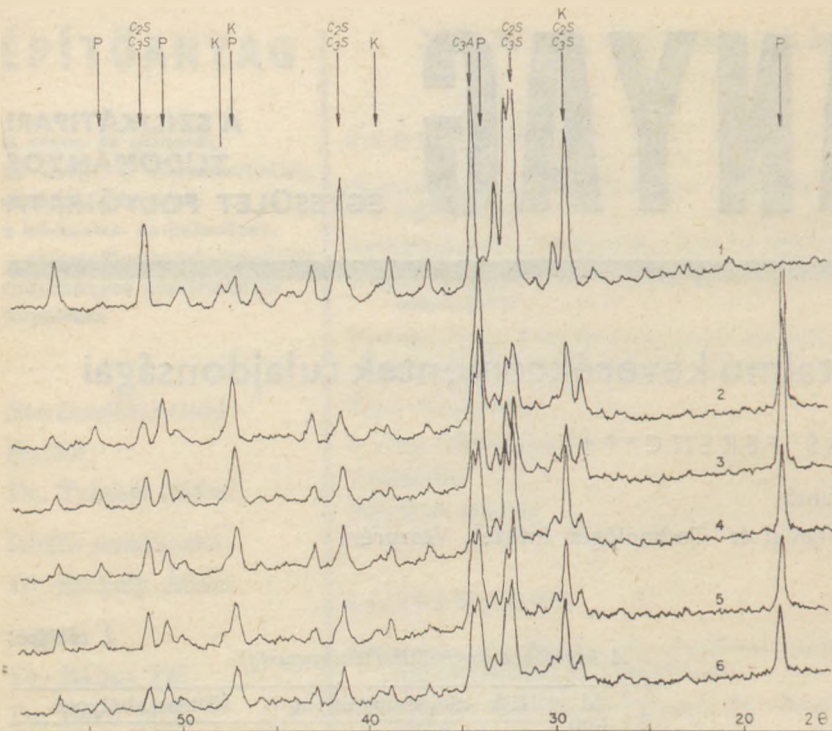
Szám	A jelű klin-ker	Hidr. kiegészítő anyag			Kötőszabályozó		
		SiO ₂	pernye	SI salak	Gipsz	Ca-lignoszulfonát	K ₂ CO ₃
1	100	—	—	—	—	—	—
2	100	—	—	—	4	—	—
3	100	—	—	—	—	0,5	1
4	95	5	—	—	—	0,5	1
5	95	—	5	—	—	0,5	2
6	85	—	—	15	—	0,5	2
7	50	—	—	50	—	—	5
8	25	—	—	75	—	—	10
9	—	—	—	100	—	—	8
10	50	—	—	50	4	—	—
11	50	—	—	50	—	0,5	5
12	25	—	—	75	—	0,5	10

a keletkezett szilil-észtereket Hewlett-Packard gyártmányú 5830A gázkromatográfival választottuk szét.

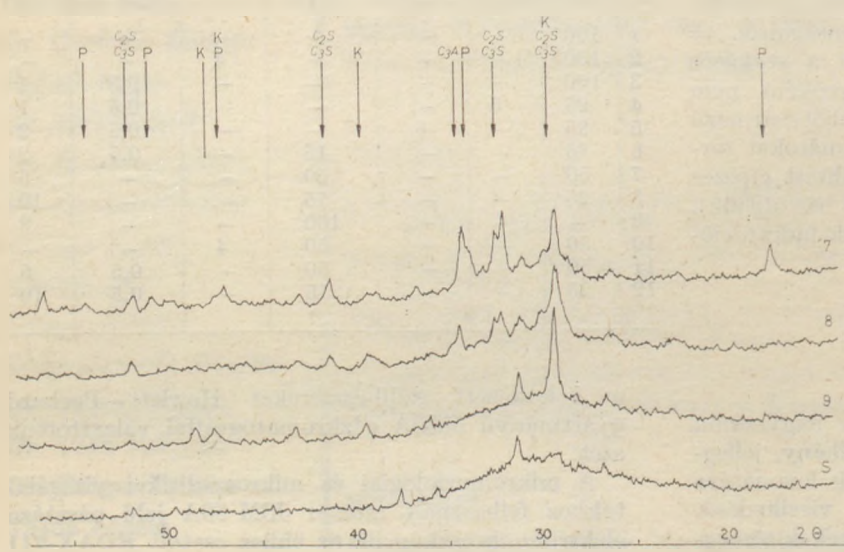
A mikromorfológiai és mikroanalitikai vizsgálatokhoz felhasznált műszer JSM 50A jelű pásztázó elektronmikroszkóp ill. az ehhez csatolt EDAX-711 mikroanalizátor volt. Az eredmények értékeléséhez 7EP és ZAF számítógépi programokat használtunk. Az elektronmikroszkópi vizsgálatokhoz a minták töretét használtuk, melyeket a szénréteggel való bevonás előtt 1%-os metanolos sósavoldattal maratunk. Itt jegyezzük meg, hogy a mikroanalízis eredményeit csak félkvantitatívnak szabad tekinteni: a hidrátok bomlásának elkerülése érdekében ugyanis csak kis gyorsítófeszültség alkalmazható [3], de a rendelkezésre álló szoftver 25 kV-nál kisebb gyorsítófeszültség esetén nem volt alkalmazható.

Eredmények

Röntgendiffrakció. A röntgendiffrakciós vizsgálat során kapott érdekesebb diffraktogramokat az 1. és 2. ábrán mutatjuk be. A görbék számozása az 1. táblázatban megadott összetételre vonatkozik.



1. ábra. A kísérleti keverékek röntgendiffraktogramja 28 nap hidratáció után
 K = kalcit, P = portlandit
 (Megjegyzés: a tiszta klinker diffraktogramja (1. görbe) hidratálatlan állapotra vonatkozik)



2. ábra. A kísérleti keverékek röntgendiffraktogramja 28 nap hidratáció után
 K = kalcit, P = portlandit, S jelű görbe = hidratálatlan állapotú salak

Az ábrákon a jellegzetes diffrakciós csúcsok helyzetét külön bejelöltük. Ezek segítségével lehet a hidratáció során keletkező fázisok mineralógiai azonosságára (és, kisebb mértékben, mennyiségére) következtetni. Sajnos számos csúcs egybeesik, így pl. a kalcit (CaCO_3) az alit (C_3S) és a belit (C_2S) egyaránt intenzív csúcsot ad $d = 303$ pm-nél (Ez megfelel $29,50$ 2θ értéknek). Az azonos fázishoz tartozó összes vonalak figyelembevételével azonban több-kevesebb pontossággal tanulmányozható a kiindulási fázisok fogyása illetve a keletkező új képződmények szaporodása. Ez utóbiak közül csak a portlandit, P, ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) és az ebből karbonizáció során keletkező kalcit, K, (CaCO_3) ad éles röntgendiffrakciós vonalakat, következtéseinket ezért elsősorban ezekre alapozzuk.

A kiindulási, hidratálatlan klinker (1. ábra 1 görbe) és a salak (2. ábra 8 görbe) természetesen nem mutat P vonalakat; hasonlóképpen hiányoznak ezek a 2. ábra 8 és 9 görbéiről is, ahol a hidratáció során képződött ugyan portlandit, de a jelenlévő nagy mennyiségű, K_2CO_3 -ból származó karbonát-ion ezt kalcittá alakította. A 7 jelű görbén, mely közepes mennyiségű K_2CO_3 -ot tartalmazott, a portlandit egy része megmaradt.

Megemlítésre érdemes tovább az is, hogy a hidraulikus adalékok (ferroszilícium-gyártás melléktermékeképpen képződő SiO_2 füst, pernye, salak) ugyancsak megkötik a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -ot; ez a P jelzésű csúcsok intenzitáscsökkenéséből látható, de a K csúcsok sem nőnek. Ez is arra az ismert tényre utal,

hogy az aktív adalékok és a $\text{Ca}(\text{OH})_2$ reakciója során amorf termékek képződnek.

Termikus vizsgálatok. A 3. ábrán a 28 napig hidratált keverékek differenciális termikus görbéit mutatjuk be, 28 napos korban. A görbék minőségi lefutása hasonló: jól látszik a kb. 400°C -ig tartó endoterm szakasz, mely a rosszul kristályosodott CSH-gél (kisebb mértékben az aluminátok és ferritek hidratációs termékei) vízvesztéséből ered és hosszan elnyúló jellegű, ezt követi a kb. 500°C -os minimummal rendelkező éles endoterm csúcs, mely a portlandit dehidratációjának, majd a $700\text{--}800^\circ\text{C}$ közt lejátszódó endoterm szakasz, mely a kalcit dekarbonizációjának tulajdonítható.

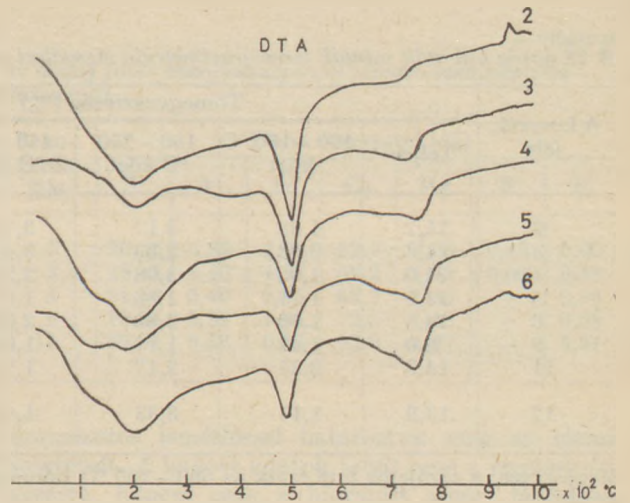
A tüzetesebb megfigyelés illetve a görbék kimérése azonban már különbségeket mutat: az AL-cementek (3–6 görbe) 500°C -os csúcsa kevésbé intenzív, a $700\text{--}800^\circ\text{C}$ -os csúcs pedig intenzívebb, mind a közönséges GC esetében (2. görbe). Ez is arra utal, hogy a K_2CO_3 hatására a portlandit egy részéből kalcit keletkezik. Jól látható, hogy a 3 és 4 ill. az 5 és 6, jelű görbék CaCO_3 csúcsa kb. azonos intenzitású, az azonos mennyiségben adagolt K_2CO_3 következtében.

A hidraulikus kiegészítő anyag hatása a görbék alacsony hőmérsékletű szakaszán mutatható ki: a tiszta GC (2 görbe) első endoterm csúcsa egylépcsős, míg a kiegészítő anyagokat (pernye, salak, aktív SiO_2 -füst) tartalmazó keverékek esetében határozottan kétlépcsős a görbe. Ez arra mutat, hogy az amorf fázis két különböző mechanizmussal jön létre: vagy a klinker hidratációja során elsődlegesen keletkezik, vagy pedig a hidraulikus kiegészítő anyag és a portlandit reakciójából, másodlagosan. Okunk van annak feltételezésére, hogy a két fázis mineralógiailag sem azonos: az elsődleges fázis a cementhidratációs termékek közt jól ismert C-S-H-gél, míg a másodlagos inkább zeolitszerkezetű. A későbbiekben még részletesen foglalkozunk ezzel a kérdéssel.

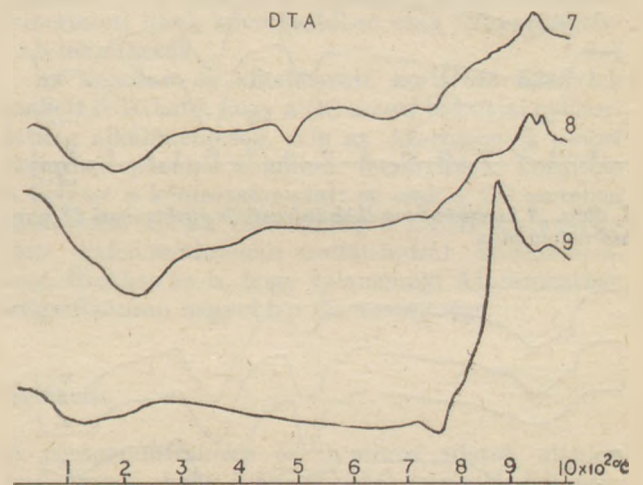
Igen érdekesek a nagy mennyiségű salakot tartalmazó keverékek szilárdulás utáni DTA görbéi is (4. ábra). A salak (9 görbe) endoterm csúcsot alig mutat (az alacsony hőmérsékletű elnyúlt völgy az adszorpciós úton kötött vízmennyiségnek tulajdonítható, a 750°C -os völgyet, a már korábban megismert kalcitbomlás okozza); óriási exoterm effektussal jelentkezik azonban az eredetileg üvegesen megdermedt salak kristályosodása 860°C -on. Klinker+salak keverékek (7 és 8) esetében azonban már változik a kép: ha viszonylag sok a klinker, akkor megjelennek a jól ismert, és a 3. ábra kapcsán részletesen leírt portlandit- ill. kalcitbomlást jelentő endoterm csúcsok; nagyobb mennyiségű salak azonban már felhasználja a klinkerhidratáció során keletkező $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -ot a rosszul kristályosodott CSH-gél kifejlesztésére.

Teljesen hasonló képet mutatnak az 5. ábrán látható DTG görbék is, de ezek illetve az ezekhez tartozó TG-görbék a mennyiségi értékelésre is módot adnak (2. táblázat)

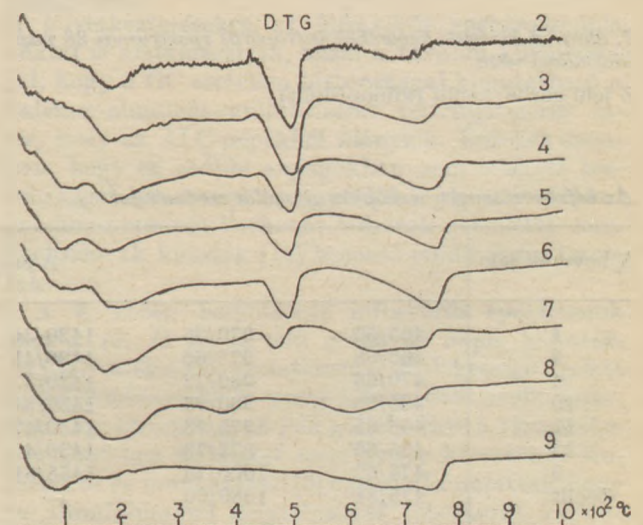
A termikus görbék tanulmányozása is arról győz meg, hogy a fő szilárdsághordozó fázis (a CSH-gél) szempontjából nincs lényeges különbség a szokásos gipszes cement és az alkáli-karbonát – lignoszulfonátos keverék cement közt.



3. ábra. A kísérleti keverékek DTA-görbéi 28 nap hidratáció után



4. ábra. A kísérleti keverékek DTA-görbéi 28 nap hidratáció után

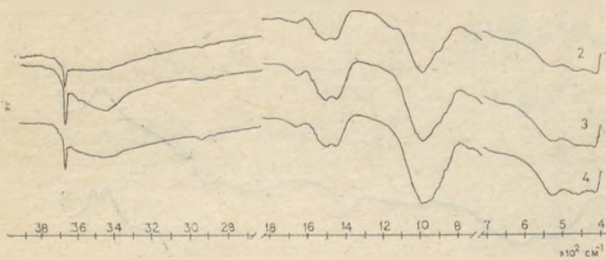


5. ábra. A kísérleti keverékek DTG-görbéi 28 nap hidratáció után

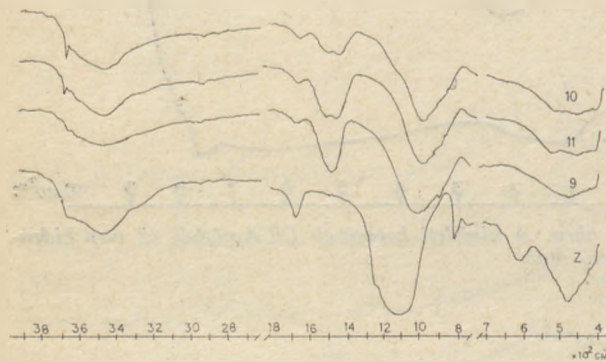
A 28 napig hidratált minták termogravimetriás vizsgálati eredményei

A keverék jele	Tömegvesztés (%)				
	Teljes	100 – 150 °C közt	150 – 250 °C közt	440 – 550 °C közt	640 – 800 °C közt
2	15,7	1,58	3,17	3,75	1,50
3	14,3	0,83	2,83	3,42	2,12
4	15,0	1,92	3,08	2,25	2,50
5	14,5	1,17	1,80	1,67	2,83
6	14,5	1,50	2,83	2,00	3,00
9	9,0	1,42	1,17	1,00	2,17
11	14,3	2,25	2,17	1,75	2,25
12	13,9	1,17	3,33	1,42	(2,92) 1,58 (3,25)

Megjegyzés: a zárójelbe tett érték az 550 – 760 °C hőmérsékletközre vonatkozik.



6. ábra. A kísérleti keverékek infravörös spektrumai 28 nap hidratáció után



7. ábra. A kísérleti keverékek infravörös spektrumai 28 nap hidratáció után

Z jelű görbe: zeolit (klinoptilolit)

Infravörösspektroszkópiai vizsgálatok. A 6. és 7. ábrán néhány keverék, továbbá Tokajhegyaljáról származó természetes zeolit (klinoptilolit) infravörös spektruma látható; a 3. táblázatban a spektrumok alapvető mennyiségi jellemzőit foglaltuk össze.

A GC-nek megfelelő 2 jelű görbén a kalcit (1480 és 880 cm^{-1}) és a portlandit (3650 cm^{-1} , az OH-csoport vegyértékrezgése) sávján kívül jól látható 1160 cm^{-1} -nél egy kis intenzitású sáv, mely a kalcium-aluminát-szulfátok valamelyikének (valószínűleg az ettringitnek) tulajdonítható. A fő abszorpciós sávot, a 990 cm^{-1} minimummal megjelenő mély völgyet a rosszul kristályosodott szilikát-hidrát fázis, a CSH-gél okozza.

Al-cementek esetében (3 és 4 jelű görbe) az ettringit okozta abszorpció természetesen hiányzik, de a 3650, 975 és 465 cm^{-1} -es sáv intenzitása nő.

SiO₂-tartalmú vegyületek bekeverése során a Ca(OH)₂ tartalom csökken. Ez az infravörös spektrumokon is jól látható: a 9 görbe (tisztá salak, 8% K₂CO₃-al aktiválva) alig mutat abszorpciót 3650 cm^{-1} -nél, az 1 : 1 arányú klinker-salak keverékek esetében pedig a gipszes gerjesztésű anyagban több, az alkáli + lignoszulfonát gerjesztésűben pedig kisebb az OH-csoport abszorpciójának intenzitása. Részletes adatok a 3. táblázatban találhatók.

Trimetil-szililezés. A trimetil-szililezés, mint ismeretes, még rosszul kristályosodott szilikátok esetében

3. táblázat

Az infravörösspektroszkópiás vizsgálat eredményei

A keverék jele	A sáv helyzete és intenzitása							
1	465/55	970/55	1420/34	1480/35	1640/24	3500/52	3650/63	
2	460/68	975/66	1420/41	1480/42	1640/25	3450/48	3650/57	
4	470/66	980/72	1420/37	1480/37	1640/25	3450/43	3650/50	
10	465/66	980/73	1430/34	1485/33	1640/24	3450/46	3650/40	
11	465/65	975/73	1430/47	1480/46	1645/22	3450/48	3650/36	
12	465/65	975/73	1430/47	1480/46	1640/26	3450/48	3650/36	
9	475/62	1000/75	1455/51	—	1640/22	3440/38	3630/29	
Zeolit	475/84	1080/96	—	—	1638/38	3440/52	3640/42	

Megjegyzés: A sáv helyzete és intenzitása jelű rovatban az első szám a sáv helyzetét adja meg (cm^{-1} -ban kifejezve), az ettől törtvonással elválasztott második szám a mért abszorpciót (0 – 100%-os skálán).

Az amorf fázis energiadisziperzív röntgen-lokálelemzési eredményei

A keverék jele	Elemi összetétel (%)						
	Si	Al	Fe	Ca	Mg	S	K
2	30,85	5,82	2,08	52,7	8,06	0,48	0,00
3	18,48	8,46	4,77	66,2	1,62	0,00	0,48
4	24,56	6,49	2,95	63,7	1,39	—	0,95
6	18,85	5,39	1,06	72,5	1,48	—	0,68
11	22,91	6,53	0,93	60,0	4,27	—	5,31

is alkalmas a szilikátanion-szerkezet meghatározására. Lényegében az eljárás abból áll, hogy a vizsgálandó anyagot trimetil-klór-szilán $[(CH_3)_3SiCl]$ jelenlétében oldjuk olyan módon, hogy a keletkező kovasavak azonnal reagáljanak a reakcióképes végcsoportokat blokkoló trimetil-szilil csoporttal; így nem következik be a kovasavak spontán kondenzációja. A folyamat során a vizsgálandó anyag szilikátváza lényegében érintetlen marad, csak a kationok helyét a $(CH_3)_3Si-$ (trimetil-szilil csoport) foglalja el. E trimetil-szilil-szilikát észterek jól megőrzik a kiindulási szilikát anionszerkezetét; mint termikusan és hidrolitikusan egyaránt stabilis szerves vegyületek kromatográfiásan szétválaszthatók, majd különböző módszerekkel (pl. tömegspektrometriával, mágneses magrezonanciával, stb.) vizsgálhatók.

A leírt kísérletek során az észtereket gázkromatográfiával választottuk szét. A gázkromatográfiás csúcsok helyzetéből az anionszerkezetre, a csúcs intenzitásából a mennyiségre lehet következtetni. Sajnos ez a technika a kondenzáltabb szilikátoligomerek vizsgálatára csak korlátozottan alkalmas, de a monoszilikát (SiO_4^{4-}) és diszilikát $(Si_2O_7^{6-})$ ionok arányának meghatározására jól megfelel.

Az eredményeket a 4. táblázatban mutatjuk be. Látható, hogy a GC hidratációja során szignifikáns módon több diszilikát keletkezik, mint az AL-cementek hidratációja során. A cementhez pernyét adagolva némileg nő a di- és csökken a monoszilikát mennyisége. A GC+salak keverék (10. sz. keverék) jól mutatja, hogy a salak jelenléte 28 napos korban még a hidratáció lassulásával jár (nő a mono- és csökken a diszilikát mennyisége). Ugyanez a helyzet ha az AL-cementekhez adagoljuk a hidraulikus kiegészítő anyagot.

Röntgenmikroanalízis. Vizsgálatra a 2, 3, 4, 6 és 11 sz. keverékek kerültek. Úgy jártunk el, hogy a korábban leírt módszerekkel készült preparátumból kiválasztottunk 10–10 jellegzetes területet, ahol csak hidratált amorf fázisok találhatóak, majd ezekről

4. táblázat

A trimetil-szililézési vizsgálat eredményei

A keverék jele	Hidratációs idő (nap)	SiO_4/Si_2O_7 arány
2	0	13,40
2	3	2,69
2	28	1,10
13*	28	1,08
14*	28	1,21
3	28	1,73
4	28	4,75
5	28	1,98
6	28	1,99
11	28	1,78

* 13. sz. keverék: 85 klinker, 15 pernye, 4 gipsz

14. sz. keverék: 50 klinker, 50 salak, 4 gipsz

háromszoros ismétléssel határoztuk meg az elemi összetételt. A kapott adatok tehát nem a cementpép egészére, hanem csak a hidratált amorf fázisokra vonatkoznak. Gondosan ügyeltünk arra, hogy hidratálatlan klinkerszemcsék, portlandit- vagy kalcitkristályok ne legyenek a vizsgált területen. Az eredményeket az 5. táblázat mutatja. Ismételten megjegyezzük, hogy ezek az eredmények, a már korábban ismertetett okok következtében csak félkvantitatívnak tekinthetők.

Az azonban az alkalmazott korlátozó feltételek mellett is látható, hogy a GC amorf hidrátjai gyakorlatilag alkálimentesek, míg az AL-cementek amorf fázisában jelentős a kálium mennyisége. Fordított a helyzet a kéntartalommal: ez csak a GC esetében mutatható ki. Ez valószínűleg a C-S-H-hoz keveredett kalcium-aluminát-szulfát-hidrát következménye. Érdekes az is, hogy valamennyi AL-cementben szignifikánsan nagyobb a Ca mennyisége.

Értékelés

A röntgendiffrakciós és termikus adatok alapján nyilvánvaló, hogy a GC és ALC megszilárdult pépei közt az a fő különbség, hogy az ALC-kőben a portlandit mennyisége kisebb, a kalcit és C-S-H-gél mennyisége nagyobb, mint a GC-kő esetében. Kiegészítő anyagokkal kevert ALC esetében ez a különbség felerősödik.

A következtetéseket az infravörös spektroszkópia adatai is alátámasztják, azzal a további különbséggel, hogy a GC esetében biztonsággal kimutatható a kalcium-aluminát-szulfát-hidrát (ettringitszerű) fázis, mely az ALC-pépekből hiányzik. Érdekes azonban, hogy ez utóbbi anyagokban nem lehetett biztonsággal kimutatni az egyébként jogosan várható kalcium-aluminát-karbonát-hidrátok jelenlétét sem. Cseh-szlovák kutatók [14] hasonló eredményre jutottak.

A 7. ábrán bemutatott infravörös spektrumok közt a 10, 11 és 12 jelű görbe 28 napig hidratált ALC-keverékekre vonatkozik. Érdekessége miatt külön feltüntettük a hazai klinoptilolit-zeolit infravörös spektrumot is (Z jelű görbe). Erre a vizsgálatra egy 1982-ben publikált megfigyelés készített: Komarneni és munkatársai [5] ugyanis kimutatták, hogy az alumíniummal helyettesített tobermorit kationcsere-tulajdonságokat mutat, hasonlóan a zeolitokhoz, ezért érdekesnek látszott megvizsgálni az AL-cementek hidratációs termékeit a zeolitszerű

viselkedés szempontjából. A görbék összehasonlításából valóban kitűnik, hogy a kétféle spektrum hasonló, a fő abszorpciós sáv megegyezik, de a távoli i. v. sávban már jelentősek a különbségek.

Az AL-cementek hidratációs folyamata az elvégzett vizsgálatok alapján a következőképpen foglalható össze:

1. A klinkerásvány hidratációja során keletkező portlandit reagál a gerjesztőként adagolt kálium-karbonáttal:



Nagyobb mennyiségű kálium-karbonát jelenléte esetében a reakció teljesen lejátszódik, kisebb K_2CO_3 koncentráció esetében azonban a portlandit egy része megmarad.

2. A fenti reakcióban keletkező aktív kálium-hidroxid megtámadja a jelenlévő szilikát- és alumínát-hidrátokat illetve a puccolános fázist, a keletkező termék zeolitszerű szerkezetű alkáli-alumínium-szilikát. Lehetséges, hogy a zeolitban kalcium is található. Erre utal a mikroanalízis során az ALC-kő amorf részében található nagy kalciumtartalom; a GC esetében ugyanis a kalcium egy része különálló, nagy kalcitkristályok alakjában található, és nem épül be az amorf fázisba.

3. SiO_4^{4-} tetraéderek az ALC-ből keletkező szilikát-hidrát-fázisokban valószínűleg nem párosával vagy gyűrűben helyezkednek el, hanem AlO_4^{5-} tetraéderekkel váltakozóan. Erre már Fahlke és Wieker [6] felhívták a figyelmet és erre utal az a tény is, hogy az ALC hidratációs termékeiben nagyobb a monoszilikát-csoportok mennyisége, mint a GC hidratációs termékeiben. (A trimetil-szililezés ugyanis csak a hidratációs termékek gerincét alkotó Si—O-váz szerkezetét őrzi meg, az Al—O poliédereket nem veszi figyelembe). A 4. táblázat adataiból jól látszik, hogy azonos hidratációs idő után klinker+gipsz, salak+gipsz illetve pernye+gipsz esetében mindig szignifikánsan nagyobb a $\text{Si}_2\text{O}_7^{2-}$ -csoportok aránya, mint lignoszulfonáttal történő kötőszabályozás esetében.

IRODALOM

- [1] *Ovcsarenko, G. I. — Tamás, F.*: Építőanyag **36**, 353 (1984)
- [2] *Tamás, F. — Sarkar, A. K. — Roy, D. M.*: Hung. J. Industr. Chem. **5**, 115 (1977)
- [3] *Rayment, D. L. — Majumdar, A. J.*: Cement Concrete Res. **12**, 753 (1982)
- [4] *Skvara, F.*: Silikaty **27**, 215 (1983)
- [5] *Komarneni, D. — Roy, D. M. — Roy, R.*: Cement Concrete Res. **12**, 773 (1983)
- [6] *Fahlke, B. — Wieker, W.*: Zeolites **3**, 195 (1983)

Ovcsarenko, G. I. — Tamás Ferenc: Alkáli-lignoszulfonát tartalmú keverékcement tulajdonságai.

II. Hidratáció

A sorozat második közleményében a szerzők a szokványos, gipsztartalmú cementek (GC) és az alkáli-lignoszulfonát

cementek (ALC) hidratációját hasonlítják össze röntgen-diffrakciós, termikus, infravörös-spektroszkópiás és trimetilszililezési vizsgálatok segítségével. Az ALC hidratációs termékei egyébként azonos körülmények közt kevesebb kalcium-hidroxidot tartalmaznak (egy esetben teljesen hiányzik), mint a GC hidratációs termékei; helyette rendszerint kalcium-karbonát (kalcit) van jelen. Ez a gerjesztőanyagként adagolt kálium-karbonát hatásának tulajdonítható. A reakció másik terméke, a kálium-hidroxid a többi hidratációs termékkel vagy a hozzáadott hidraulikus kiegészítő anyagokkal reagálva zeolitszerű anyagot hoz létre.

Ovcsarenko, G. — Tamás, F.: Sвойства смешанных цементов с добавкой щелочь-лигносульфонат

II. Гидратация

Во второй части серии публикаций, посвященных данной проблеме, авторы проводят сравнение процессов гидратации нормальных, гипсосодержащих цементов (ГЦ), и цементов с добавкой щелочь-лигносульфонат (АЛЦ), на основе рентгенодифракционных, термических, инфракрасных спектроскопических испытаний и метода триметилсилилизации. Продукты гидратации АЛЦ-цементов содержат меньше гидрата окиси кальция (в некоторых случаях вообще не содержат), чем продукты гидратации ГЦ-цементов при гидратации в аналогичных условиях. Вместо этого обычно обнаруживается наличие карбоната кальция (кальцита), что можно объяснить влиянием карбоната калия, добавляемого в качестве возбудителя твердения. Вторым продуктом этой реакции является гидрат окиси калия, который реагируя с другими продуктами гидратации цемента, а также гидравлической добавкой, приводит к образованию цеолитоподобных материалов.

Ovcsarenko, G. I. — Tamás, Ferenc: Die Eigenschaften eines Alkali-Lignosulphonat-haltigen Mischzementes

II. Hydratation

In der zweiten Mitteilung der Serie wird die Hydratation gebräuchlicher gipshaltiger (GC) sowie Alkali-Lignosulphonat-haltigen (ALC) Zemente mittels Röntgendiffraktions-, thermischen, infrarotspektroskopischen und Trimethyl-silylisierungs untersuchungen verglichen. Die Hydratationsprodukte des ALC-Zementes enthalten unter gleichen Bedingungen weniger

Kalzium-Hydroxyd (in einigen Fällen fehlt vollständig), als die des GC-Zementes; Anstelle dessen ist anwesend Kalzium-Karbonat (Kalzit). Es kann der Wirkung des als Erregungstoff zugegebenen Kalium-Karbonats zugeschrieben werden. Das andere Produkt der Reaktion, das Kalium-Hydroxyd bildet zeolitähnliche Produkte zufolge der Reaktion mit den übrigen Reaktionsprodukten oder mit den zugegebenen hydraulischen Erregungstoffen.

Ovcsarenko, G. I. — Tamás, Ferenc: Properties of Alkali-Lignosulfonate Mixed Cements,

II. Hydration

In this second part of the series, hydration of normal, gypsum-containing cements (GC) was compared with that of alkali lignosulfonate cements (ALC), using X-ray diffraction, thermal analysis, infrared spectroscopy and trimethyl silylation as research tools. Due to the added potassium carbonate, hydration products of ALC contain less (or nil) calcium hydroxide than GC; excess calcium is usually present as calcium carbonate. Potassium hydroxide, formed simultaneously with calcium carbonate may react with the hydration products or hydraulic additives to yield zeolite-like new formations.

Betonadalékanyag kutatás Algériában

BERNÁTH ZOLTÁN*—KERTÉSZ PÁL**—SCHEUER GYULA*

*Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat, Budapest

**Budapesti Műszaki Egyetem, Ásvány- és Földtani Tanszék

1. Bevezetés

A Duna-Tisza közti Állami Építőipari Vállalat (DUTÉP) Annabában 980, Souk-Ahras-ban pedig 1700 lakás megépítésére vállalkozott. Mivel Algériában homokoskavics nem nyerhető, az adalékanyag zúzottkővének biztosítására a felhasználás térségében kőbányák nyitására és kötőőrző üzemek telepítésére került sor. A zúzottkő ellátásban kezdetben nehézségek jelentkeztek, mert olyan kőzetanyag ki-termelésére történtek kísérletek, amelyek nem biztosították a megfelelő és megkívánt betonszilárdságot. A kőellátási problémák megoldásához kapcsolódóan előzetes helyszíni vizsgálatok eredményeként a már fennálló adottságokhoz igazodóan új bányanyitásokra történtek javaslatok azzal, hogy ezek megbízhatóságát bányaföldtani és kőzettani vizsgálatokkal kell megalapozni.

Ilyen előzményeket követően bízta meg a DUTÉP a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalatot a kijelölt két kőbánya földtani szakvéleményezésével. E szakvéleménynek alapvető célja volt annak eldöntése, hogy az Annaba Kef-Bou Assida-i bányából 150 ezer tonna, a Souk-Ahras Bou Kebech-i bányából pedig 300 ezer tonna B 35 (C 30 Afnor) beton előállításához alkalmas kőanyag biztosítható-e.

A kőbányák kőzetanyaga betonkészítésre való alkalmasságának vizsgálatára az FTV alvállalkozóként bevonta a BME Ásvány és Földtani Tanszékét.

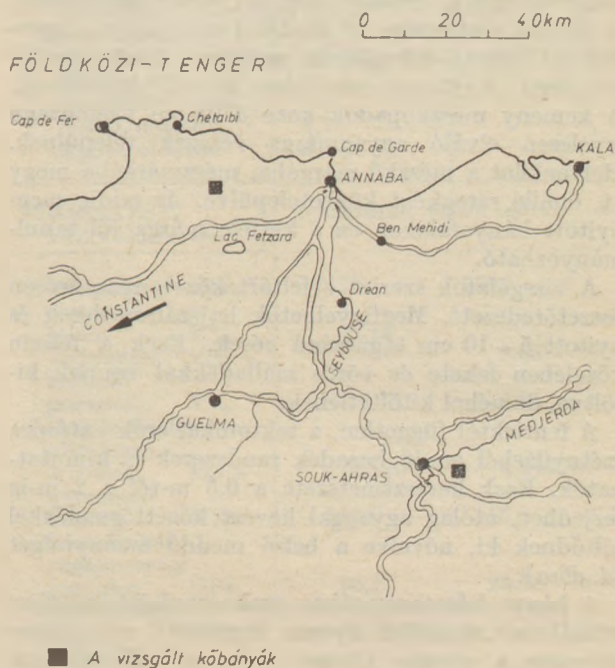
2. A bányaföldtani vizsgálatok

A zúzottkő ellátást biztosító kőbányák Algéria északi részén, a tengerpart mentén húzódó Parti Atlasz különböző hegység-részeihez kapcsolódnak helyileg és morfológiailag (1. ábra).

2.1 Az Annaba-i építkezés zúzottkő ellátását biztosító bánya a várostól kb. 40 km-re ÉNy-ra helyezkedik el, a Parti Atlasz Edoughi masszívum nevű hegység-részeiben. A bányát a masszívum középső részén, a kb. észak-déli irányban húzódó kb. 1 km hosszúságú Kef-Bou Assida-i hegy déli elvégződésénél nyitották. A bánya kőzetanyaga a magmás kőzetek csoportjába tartozó mikrogránit.

A mikrogránit elválása négyzetes oszlopos (2. ábra), amely a kihüléssel kapcsolatosan jött létre. Egyes helyeken, főleg az előfordulás alsó részén, e kifejlődés már hiányzik és a kőzet tömeges, elválás nélküli.

A kőzet a tektonikai erők hatására erősen össze-töredezett. Vannak 70–85°-os meredek repedés-rendszerek, de vannak laposabb 25–30°-ak is, amelyek az előzőekkel különböző szöveget zárnak be.



1. ábra. Helyszínrajz a vizsgált bányaterületek elhelyezkedésével

A kőzet mállottsági foka változó, a felszínen a kőzetnek kb. 1-2 cm-es felületi mállott zónája figyelhető meg, de a repedések és az oszlopos tagoló felületek mentén beszivárgó víz még 5-10 m-es mélységben is a repedés kétoldalán elbontotta a kőzetet. Ahol talajtakaró fedi, ott a vizsgálatok szerint 2-3 m mélységig is kimutatható a kőzetben az elváltozás. Az üde kőzet középszürke, bontott-mállott része sárgásvilágos rozsdabarna színű. Helyenként a mállás annyira előrehaladt, hogy kézzel morzsolható.



2. ábra. A mikrogránit felszíni kibukkanása

2.2 A *Souk-Ahras-i* építkezés köellátását az Atlasz hegység Medjerdai hegység részében telepített bányából kívánják biztosítani; ez a várostól DK-re helyezkedik el, egy közel észak-déli csapásirányú, környezetéből meredek lejtőkkel kiemelkedő eocén korú mészkővonulat nyugati oldalán.

A helyszíni megfigyelések szerint a mészkő a sötétebb szürkétől a világosabb enyhén vöröses árnyalatig változhat, kemény, tömött, pados kifejlődésű. A rétegek vastagsága 20 cm-től 1 m-ig terjed, egyetlen felületű réteglapok mentén a kőzet elválik (3. ábra). A rétegek meredeken 30–40°-kal dőlnek. A kemény mészkőpadok közé 5–10 cm vastagságú levelesen elváló agyagmárga rétegek települnek. Helyenként a mészkő márgába, mészmárgába megy át, önálló rétegeként közbetelepülve. Az eddig megnyitott bányafalakon ez a kétféle márga jól tanulmányozható.

A vizsgálatok szerint a feltárt kőzetanyag erősen összetöredezett. Megfigyelhetők hajszálrepedések és nyitott 5–10 cm tágasságú rések. Ezek a felszín közelében fekete és vörös málladékkal vannak kitöltve, de néhol kitöltetlenek.

A fentiekől független, a tektonikai erők hatására szétnyílásból eredő hasadék rendszerek is kimutathatók. Ezek keresztmetszete a 0,5 m-től a 2 m-ig terjedhet, utólag agyaggal kevert kőzettörmelékkel töltődnek ki, növelve a belső meddő mennyiségét (4. ábra).

A bánya kőzetanyagában szakaszonként erőteljes termálvizes működés nyoma figyelhető meg. Ilyen helyeken a márgás rétegek laza porlódó anyaggá bomlottak. Gyakoriak a termálvizes működésből származó kalciterek is.

A környék bejárása alapján megállapítható volt, hogy az eocén mészkő felszíni előfordulása jelentős. A mészkő különböző kifejlődésben jelentkezik, mert a bányánál feltárt kedvezőtlen adottságú márgarétegek egyes részeken nem mutathatók ki. Valószínűsíthető, hogy a megnyitott bánya feletti részen is kimaradnak, illetve mennyiségük lényegesen csökkenhet.



3. ábra. Az eocén mészkő és márga rétegei



4. ábra. Hasadék az eocén mészkőbányában

3. Kőzetértékelő és minősítő vizsgálatok*

3.1 Mintavétel

A külföldi munkák egyik kedvezőtlen kísérője, hogy a felhasználás szempontjából szükséges vizsgálatokhoz ritkán érkezik haza elégséges kőanyag. A nem megfelelő mennyiségű mintán végzett vizsgálatok nem szolgáltatnak mértékadó eredményeket és így minősítésre alkalmatlanok. Ezért a munka során fontosnak tekintettük, hogy legalább a magyar előírások szerinti mintamennyiség kerüljön vizsgálatra. A Souk-Ahras-i 2. bányából a röpitőtörőn előállított terméket és 2 tájékoztató vizsgálatra szolgáló tömböt hoztunk haza, míg az annabai bányából a röpitőtörő régebbi termékéből kismennyiségű zúzottkő és 4 tömb került a laboratóriumba. Ezekből laboratóriumi töréssel állítottuk elő a próbahalmazokat. A mintegy 40-40 kg-os mintamennyiség mértékadó eredmények képzésére és összehasonlításra is elégséges volt.

3.2 Annaba Kef-Bou Assidai mikrogránit

3.2.1 Kőzettani vizsgálatok

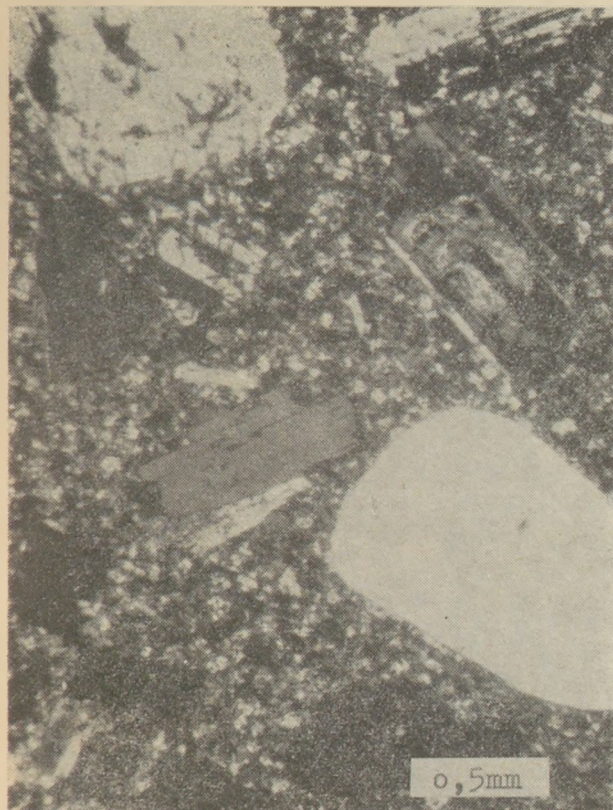
A mikrogránit elnevezés a kőzettan kezdetétől ismert: Rosenbusch klasszikus művében a kiömlési kőzetek közé sorolja és a kvarcporfír válfajának tekinti. Ilyen módon használja az elnevezést a modern irodalom egy része is: (pl. Hamilton et al. 1983) kiömlési jellegű porfíros szövetű kőzetre. A magyar kőzettani irodalomban – más külföldi forrásokhoz hasonlóan – aprószemű kristályos gránitváltozatra értik ugyanezt a nevet. A vizsgált kőzet oszlopos elválása miatt kiömlési jellegű, így mai nevezéktanunk riolitnak határozná meg. Mivel azonban a környéket feldolgozó francia szakemberek nyomán különválasztják a környéken az üveges alapanyagú riolitól a holokristályos alapanyagú mikrogránitot, a továbbiakban is ezt a nevet használjuk.

A mikrogránit jellegzetes porfíros szövetében 50%-ot meghaladó mértékű porfíros kiválások ülnek,

* A vizsgálatokban résztvett Szabóné dr. Balog Anna, dr. Gálos Miklós és dr. Marek István a BME Ásvány és Földtani Tanszékéről.

A mikrogránit kőzetfizikai jellemzői

MIKROGRÁNIT Kef-Bou-Assida bánya	5/8 mm-es zúzottkő	8/12 mm-es zúzottkő
HALMAZVIZSGÁ- LATOK	szára- vize- zon sen λ	szára- vize- zon sen λ
Los Angeles aprózódás m%	19,3	
mikro-Deval aprózódás m%	5,2 14,9 0,34	4,6 11,4 0,40
szulfátos aprózódás m%		
NaSO ₄ oldattal	3,7	
MgSO ₄ oldattal	3,9	
PRÓBATEST- VÍZSGÁLATOK	légszárazon	vízrel telítve λ
testsűrűség kg/m ³	2472	2505
alapvíztar- talom V%	2,13	
vízfelvétel V%		2,68
telítődő porozitás V%		4,81
longitudinális ultrahang- sebesség km/s	4,180	4,379
nyomószí- lárdtság MPa	129,0	115,8 0,90
kőzetfizikai rugalmassági modulus GPa	30,1	29,7 0,99
húzószilárd- ság MPa	9,7	
mikroke- ménység GPa	7,1	

 λ = Változási jellemző

5. ábra. A mikrogránit fénymikroszkópos képe

(5. ábra) kőzetalkotói (1. táblázat) közül a szanidin is a kiömlési (esetleg szubvulkáni) jellegre utal. A kőzet főtömege üde, mind térfogati mind felületi mállás is csak a felszín közelében észlelhető.

3.22 Kőzetfizikai vizsgálatok

A felhasználhatóság megítéléséhez a minta megszabta keretek között igyekeztünk teljes kőzetfizikai elemzést végezni. A kőzetfizikai vizsgálatok eredményei (2. táblázat) a kőzet kedvező sajátságait jelzik.

1. táblázat

A mikrogránit ásványos összetétele

Kőzetalkotók:	gyakorisága	legnagyobb szemnagysága
porfiros elegyrészek:		
plagioklász-földpát:	23 V%	1,5 mm
biotit	13 V%	1,3 mm
kvarc	7 V%	1,8 mm
szanidin	3 V%	1,0 mm
mállott, kloritosodott színes elegyrész	1 V%	0,2 mm
alapanyag		
szanidin	35 V%	0,08 mm
kvarc	18 V%	0,03 mm
turmalin	1-2 szemcse	0,04 mm

A telítődő porozitás a hasonló magyar kiömlési kőzetekhez képest csekély, a testszilárdsági vizsgálatok alapján a kőzet nem vízerékeny.

A magyar — és igen hasonlóan az algériai illetőleg francia — előírások a betonkészítésre való alkalmasságot halmazvizsgálati eredmények alapján ítélik meg. A magyar irányelvek (MI-04-19.81) a kőzetfizikai csoportosítást (MSZ 18 291) veszik alapul. A vizsgálható szemnagyságokban a klasszikus Deval vizsgálatot a mikro-Deval vizsgálatok (MSZ 18 287) helyettesítik, még jóváhagyott határértékek nélkül.

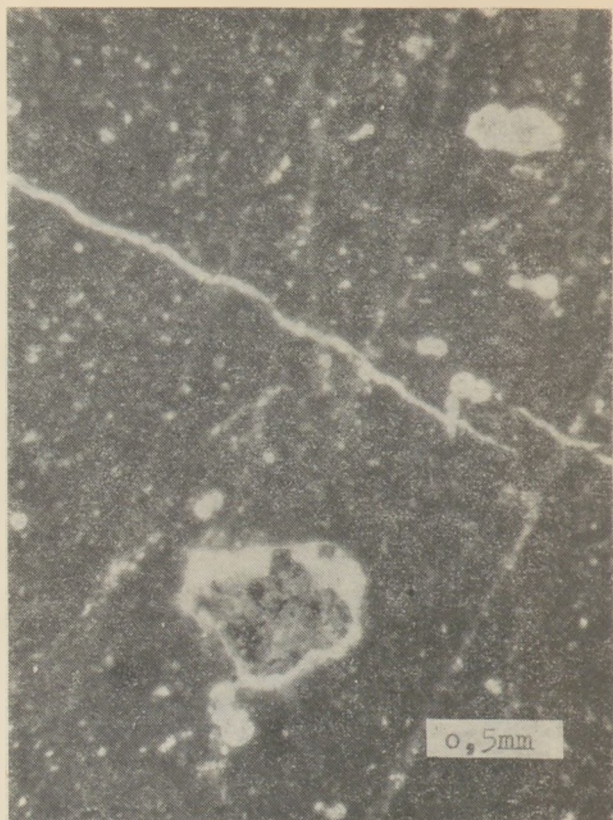
A kőanyag Los Angeles és szulfátos kristályosítási vizsgálat alapján egyaránt a legjobb (A) minőségi csoportba tartozik.

A mikro-Deval vizsgálat kidolgozói (Gálos et al., 1984) által javasolt határértékek szerint a száraz eredmény az A csoportba (vagy az A-B csoport határára) eső kőzetre utal, míg a vizes eredmények B kőzetfizikai csoportba esnek. A száraz és vizes eredmények 0,34-0,40 közötti változási tényezői szintén kedvezőek.

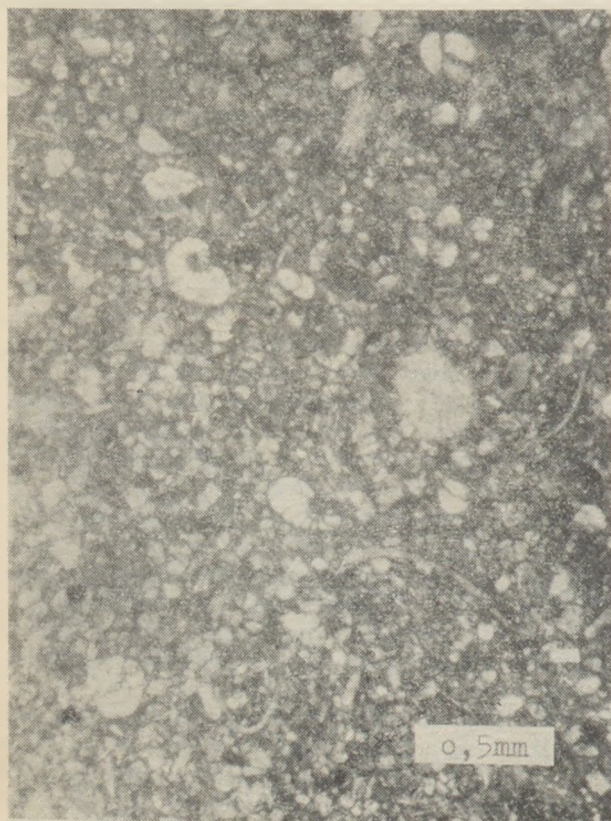
Amennyiben a kőzetet a kedvezőtlen csoportba soroljuk, akkor a B 30 (C 25) jelű beton készítésére alkalmas, a kedvezőbb csoport esetén ennél nagyobb szilárdságú betonok is előállíthatók. A kőzettani és egyéb tényezők értékelése e második feltételezést megalapozottá teszi.



6. ábra. A nummuliteszes mészkő fénymikroszkópos képe



8. ábra. A Souk-Ahras-i 1. bányá kréta márgájának fénymikroszkópos képe



7. ábra. Az eocén márga fénymikroszkópos képe

A felhasználás nehézségeit jelenti a kőzet jelentős kvarctartalma, amely éles, sarkos, helyenként rezorbeált, de szilárdan beágyazott szemcsékből adódik. A 25 V% körüli kvarctartalom az aprítóberendezés, valamint a betonszivattyú és tartozékai erőteljes kopását, elhasználódását okozhatja; az aprításnál képződő por szilikózisveszélyes.

3.3 Souk-Ahras Bou-Kebech-i eocén mészkő

3.3.1 Kőzettani vizsgálatok

A kőzetelőfordulás haszonanyaga, az eocén tömött nummuliteszes mészkő, a hazai hasonló jellegű mészköveknél szilárdabb és ellenállóbb. A közbetelepülő márgapadok e kedvező tulajdonságot lerontják, a keveredéstől függő mértékben.

Mikroszkópi vizsgálat alapján a mészkő mikrokristályos, pátitos alapanyagában ülnek a nagyobb foraminifera, nummulitesz ősmaradványok (6. ábra). A kőzet kötési szilárdsága jelentős, amit a mikrokeménység értéke is jelez. A közbetelepült márga (7. ábra) a derivatográfias és röntgenvizsgálatok alapján inkább agyagos mészkőnek tekinthető, de tulajdonságai kedvezőtlenek. A mészkő-padok közötti réskitöltő márga még gyengébb minőségű, de ez a feldolgozás során a zúzottkő felhasználandó frakcióiba már nem kerül be.

A különböző szemnagyságú, 7 mm fölötti zúzottkővekben a mészkő 80–95, a márga 5–20 tömegszázalékban volt jelen.

hagyott 1. kőbánya márgájának anyaga. A mészke és a márgák minőségi különbségére utalnak a mikro-keményesség értékei.

A márga időállóság szempontjából kedvezőtlen, duzzadásra feltehetően hajlamos. Ezért annak ellenére, hogy a vegyes termék – a karbonátos kőzetek kedvezőbb betontechnológiai tulajdonságai miatt – C kőzetfizikai csoportja elvileg a mikrogránittal azonos kategóriájú (B 30 – C 25) a betonkészítés szempontjából, a márgatartalom miatt jelenlegi összetételében felhasználásra nem javasolható. Felhasználhatósága még akkor is kétséges, ha mennyisége az idegen kőzetanyagra határáként gyakran szereplő 5 tömegszázalék alá csökken, mivel duzzadása vagy kimállása ekkor is a tömegarányánál nagyobb mérvű károsodást okozhat.

4. Bányaföldtani adottságok, készletbecslés

4.1 Annaba Kef Bou Assida-i bánya

A bányaművelést a jelenleg folyó bányanyitáshoz megfelelően, hosszabb frontokon indokolt kialakítani, a mindenkori fedő eltávolítását követően. A későbbiekben megfontolandónak tartjuk a jelenlegi 10 m-es szeletfogásoknál nagyobb falmagasságok kialakítását, oszlopos sorozatrobantásos jövesztést.

Az igénybe vett területen belül 158 000 tonna kitermelhető (10% termelési veszteséggel és részsűben lekötött készletekkel csökkentett) készletet mutatunk ki, amely kielégíti az igényeket. A terület kiterjesztése esetén a készletbővítésre csaknem korlátlan a lehetőség, azonban egyre nehezedő bányászati feltételek mellett.

4.2 Souk-Ahras, Bou Kebech-i bánya

A Bou Kebech-i bánya a bányafeltárástól K-re elterülő eocén, márgapados mészkeből-, mészkeből felépülő hegyvonulatra támaszkodik. A hegyoldal 20-30 m magasságú tereplépcsőkkel tagolt. A geológiai célfelvételezések és morfológiai vizsgálatok alapján a regionálisan és átlagosan 240/40° dőlésirányú és dőlésszögű rétegek, a dőlés irányába haladva egyre márgapadosabb kifejlődésűek. A bányafeltárásokban is megjelenő, átlagosan 305/75° dőlésirányú és dőlésszögű vetők erősen felszabdadják a területet, melyek mentén a rétegek horizontális eltolódása ismerhető fel. Mindebből következően a különböző kifejlődésű rétegcsoportok (márgapados mészke, gyengén márgapados mészke, mészke) gyakran erősen változó térbeli megjelenésűek.

A jelenlegi bányanyitás a mészkesorozat márgapados részét tárja fel. ÉK-i irányban betonadalékanyag szempontjából egyre kedvezőbb rétegösszlet jelenik meg, így ezek igénybevétele indokolt. A lehetőségeket azonban behatárolja a telepített kőbányaüzem és az ebből következő belső szállítás növekedésének többletköltsége.

Figyelembe véve az alacsonyabban telepített készletek gyengébb, a távolabbiak és magasabban fekvők jobb minőségét és ezeknek a kisebb művelési szeletekben történő lefejtését a bányászati alternatívák mérlegeléséhez, a szükségesnél nagyobb területeket vontunk vizsgálat alá. Így 839 000 tonna kitermel-

hető (10% termelési veszteséggel és részsűben lekötött készletekkel csökkentett) készletet mutatunk ki, amely összességében meghaladja az igényeket. Az eredmények egyben azt is mutatják, hogy a bányafront teljes szeletfogásnak megfelelő mintegy 100 m-es előrehaladásával a megkívánt készlettömeg már biztosítható.

5. Összefoglalás

A helyszíni és laboratóriumi vizsgálatok alapján megállapítható volt, hogy

– az annabai mikrogránit jelenlegi kőbányája az igényeket mennyiségi és minőségi szempontból egyaránt kielégíti, de kvarctartalma a technológiai feldolgozás során figyelembe veendő nehézségeket okozhat

– a Souk-Ahras-i eocén nummuliteszes mészke jelenlegi termeléséből kikerülő zúzottkő formailag ugyan kielégíti az igényeket, de a márgatartalom rontóhatása (kimállás, duzzadás) miatt a vegyes termék felhasználása nem javasolható. Kijelölhető a felépített technológiai sor közvetlen közelében olyan magasabb része a kőzettömegnek, ahol feltehető a márgarétegek hiánya vagy legalábbis jelentős csökkenése. E területen a kőzetminőséget ellenőrző kutatással (fúrásokkal) kell megállapítani.

A mennyiségi igényt e bányaterület ki tudja elégíteni.

– a mértékadó minősítések alapja a megfelelő mennyiségben vett minta. Jelentős volumenű exportmunkáknál nem engedhető meg, hogy vizsgálati eredményeink a szállítási költségek megtakarítása miatt legyenek megbízhatatlanok. A nem megfelelő minta alapján minősítő laboratórium részes az esetleges hibás döntés felelőségében.

IRODALOM

- [1] Hamilton, W. R – Woolley, A. R. – Bishop, A. C.: Minerals, rocks and fossils, Country Life Books, Feltham 1983.
- [2] Gálos M. – Kertész P.: Kőzetten szabványunk a kőzetrendszerben tükröben. Építőanyag, 1985.
- [3] Gálos M. – Kausay T. – Kertész P. – Marek I.: Zúzottkővek mikro-Deval aprózódási vizsgálata, Építőanyag, XXXVI. évf. 9. sz. pp 281 278 – 287

Bernáth Zoltán – Kertész Pál – Scheuer Gyula: Betonadalékanyag kutatás Algériában

Algériában az annabai és souk-ahrasi építkezések zúzottkő ellátására kőbányák nyitására és kőfeldolgozó üzemek telepítésére került sor.

Az Annaba-i bányánál a kőzetanyag vulkáni eredetű mikrogránit. A vizsgálati eredmények alapján legrosszabb esetben is B kőzetfizikai csoportba tartozó nem karbonátos kőzetanyagként tekinthető. Megítélésünk szerint ezért megengedhető e kőzetből a C 30 (B 35) minőségű beton készítése is.

A Souk-Ahras-i bánya kőzetanyaga eocén korú márgapados tömött mészke. A mintán lefolytatott kőzetminősítő vizsgálatok alapján az anyag C kőzetfizikai csoportba tartozó karbonátos zúzottkő.

Feltehető, hogy a márga mennyiségének csökkenésével a kőzetfizikai sajátságok javulnak. A márgatartalom egyébként minőségrontó, homogenitást csökkentő tényező.

Bernat, Z.—Kertész, P.—Scheuer, D.: Исследования бетонных заполнителей в Алжире

В Алжире-в целях обеспечения строительства в Аннабе и Соук—Ахрае-были открыты новые каменные карьеры и созданы предприятия по обработке камня.

Каменная порода карьера в Аннабе представляет собой микрогранит вулканического происхождения. На основании проведенных испытаний она представляет собой некарбонатную породу, которая даже в самом неблагоприятном случае, может быть отнесена к физическим породам группы Ц. Можно предположить, что со снижением количества мергеля физические свойства данной породы улучшатся. Содержание мергеля является фактором, снижающим качество, однородность породы.

Каменной породой карьера Соук-Ахрас является плотный известняк эоценового периода свлечениями мергеля. На основании проведенных испытаний эту породу можно отнести к карбонатному щебню физических пород группы Ц. Можно предположить, что со снижением количества мергеля физические свойства данной породы улучшатся. Содержание мергеля является фактором, снижающим качество, однородность породы.

Bernáth, Zoltán—Kertész, Pál—Schener, Gyula: Beton-Zuschlagstoff-Prospektierung in Algerien

In Algerien wurden Steingruben und Steinverarbeitungsbetriebe für die Schotterversorgung der Bauarbeiten bei Annaba und Souk-Ahras geöffnet. Bei der Steingrube Annaba ist der Gesteinstoff ein Mikrogranit von vulka-

nischem Herstamm. Es ist auf Grund der Untersuchungsergebnisse auch in schlechtestem Fall an einem zu der B-gesteinphysikalischen Gruppe gehörenden karbonatischen Gesteinstoff zu betrachten. Nach unserer Beurteilung kann die Fertigung einer

Betongualität von C 30 (B 35) aus diesem Gestein erlart werden.

Der Gestein der Grube Souk-Ahras ist ein Mergelschiefer-ähnlicher dichter Kalkstein aus der Eozen-Alter. Auf Grund der durchgeführten Qualifizierungsuntersuchungen gehört dieser karbonatscher Schotter zu der C gesteinsphysikalischen Gruppe. Es ist anzunehmen, dass sich die gesteinsphysikalischen Eigenschaften mit der Verminderung der Mergelmenge verbessern.

Bernáth, Zoltán—Kertész, Pál—Scheuer, Gyula: Prospecting for Concrete Aggregates in Algeria

New quarries were put into operation in Algeria to cover the demands of concrete aggregates at the Annaba and Souk-Ahras construction sites. The Annaba quarry gives volcanic microgranite; this non-carbonate material belongs to the rock physical Class B even in the worst case. C30 (B35) concrete can be manufactured of this rock. The Souk-Ahras quarry carries Eocene dense limestone, containing marl layers. Quality assurance tests showed this carbonate rock to belong to rock physical Class C. Marl is a deteriorating factor, reducing the homogeneity of the rock; by its decrease rock physical characteristics will improve.

Könyvismertetés

Dr. Vitális György: Szilikátipari nyersanyagok. Szilikátipar—Építőanyagipar 3. Építésügyi Tájékoztatói Központ, Budapest, 1984. A B/5-ös formátumú kézikönyv 207 oldal terjedelmű, amelyet 88 ábra, 28 kép és 25 táblázat tesz szemléletessé és jól áttekinthetővé.

A Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet által kezdeményezett könyvsorozat 3. kötete a szilikátipari nyersanyagok földtani viszonyait, a kutatások legújabb tudományos és gyakorlati eredményeit ebben a csoportosításban — a hazai szakirodalomban elsőként — együtt tárgyalja. A sokrétű, szerteágazó témát, a nagy felkészültségű szerző, három főrésze csoportosítja.

Az első rész a szilikátipari nyersanyagokat létrehozó földtani folyamatokat foglalja össze. Bemutatja az ásványok és a kőzetek keletkezését, a földtani erőket és erőtényezőket, továbbá a magyar föld földtani fejlődéstörténetének vázlatát. Az első rész a bevezetés történeti visszatekintésével együtt rendkívül hasznos, érthető összefoglalást, illetve tájékozódást ad a témával foglalkozó különböző szakemberek számára.

A kerekén 100 oldal terjedelmű második rész, az egyes iparágak természetes nyersanyagainak földtani és kőzet-tani viszonyait foglalja össze. A minden lényegre kiterjedő, gazdag, tömör rész az ismertetés módja miatt is rendkívül figyelemre méltó. Az egyes iparágak természetes nyersanyagait ugyanis a következők szerint tárgyalja.

A cement- és meszipari nyersanyagokat (mész- és, valamint a szilikát-komponensek) gyáregységek, az azbesztcementipari nyersanyagokat az ásvány-kőzettani beosztásuk, a tégl- és cserépipari nyersanyagait a földtani

koruk, a tűzállóanyagipar nyersanyagait a minőség és a földtani kor, a finomkerámiai nyersanyagokat a keletkezési körülményeik, a kőipari nyersanyagokat a kőzet-tani rendszer, a kavicsipari nyersanyagokat a kavicsos-homokos törmelék-kúpok földrajzi elhelyezkedése, az üvegipari nyersanyagokat az alap- és a segédanyagok, a szigetelőanyag-ipari nyersanyagokat a főbb hazai típusok szerint, míg az egyéb (különböző) iparágak neméves nyersanyagait egyszerű felsorolással tárgyalja.

A könyvben található földtani térképek és szelvények, valamint a táblázatok és a kőzet-, illetve elektronmikroszkópi képek tömören és részletesen tájékoztatnak a legkorszerűbb vizsgálatok eredményeiről. Ezek a kézikönyv használhatóságát nagy mértékben növelik.

A harmadik rész a hazai nyersanyagbázis növelésének földtani lehetőségeit tárja az olvasó elé. A nyersanyag-kataszterezés és prognóziskészítés, valamint a nyersanyagkutatás földtani és geofizikai irányelveinek bemutatása mellett, a szerző nagy elméleti és gyakorlati ismerettel hívja fel a figyelmet a szilikátipari nyersanyagok további feltárásának lehetőségére. Az egyes iparágak részére ajánlott kutatási területek felvázolása mellett, a meddőhányói és feldolgozási melléktermékek hasznosítását is felveti.

A kézikönyvet a témára vonatkozó 290 magyar nyelvű nyomtatásban, illetve sokszorosításban megjelent tanulmány jegyzéke egészíti ki.

A rendkívül jól és sokoldalúan használható könyv valóban hiánypótló, reméljük, hogy a szükségletek kielégítése érdekében hamarosan, és pl. az oktatás számára is elérhető áron, újabb, nagyobb példányszámú kiadásban is megjelenik.

Hegyné Pakó Júlia

Tűzállóanyagok vizsgálata Netzsch terhelés alatti lágulásmérő készülékkel

WAGNER ZSÓFIA

Szilikátipari Központi Kutató és Tervező Intézet, Budapest

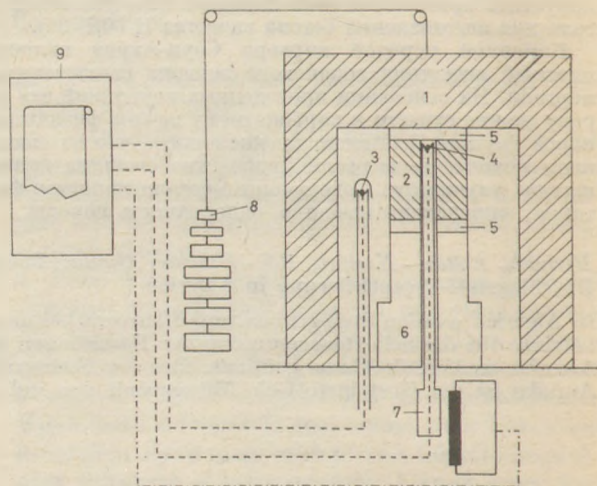
Bevezetés

A terhelés alatti lágulás és a kúszás mérés az anyag magashőmérsékletű ellenállóképességének vizsgálatára alkalmas. Segítségével meghatározható a tűzállóanyagok maximális alkalmazási hőmérséklete, és következtetni lehet a falazat viselkedésére az alkalmazás során. A terhelés alatti lágulás és kúszás mérést különböző országokban, figyelembe véve a helyi adottságokat, kissé eltérő módon szabványosították. Hazánkban 1982 óta az MSZ-KGST 2894-81 és az MSZ KGST 2226-80 szabványok érvényesek.

Intézetünkben 1981 óta üzemel egy Netzsch gyártmányú terhelés alatti lágulás mérő berendezés, amellyel a DIN 51053 előírásainak megfelelő vizsgálatokat lehet elvégezni.

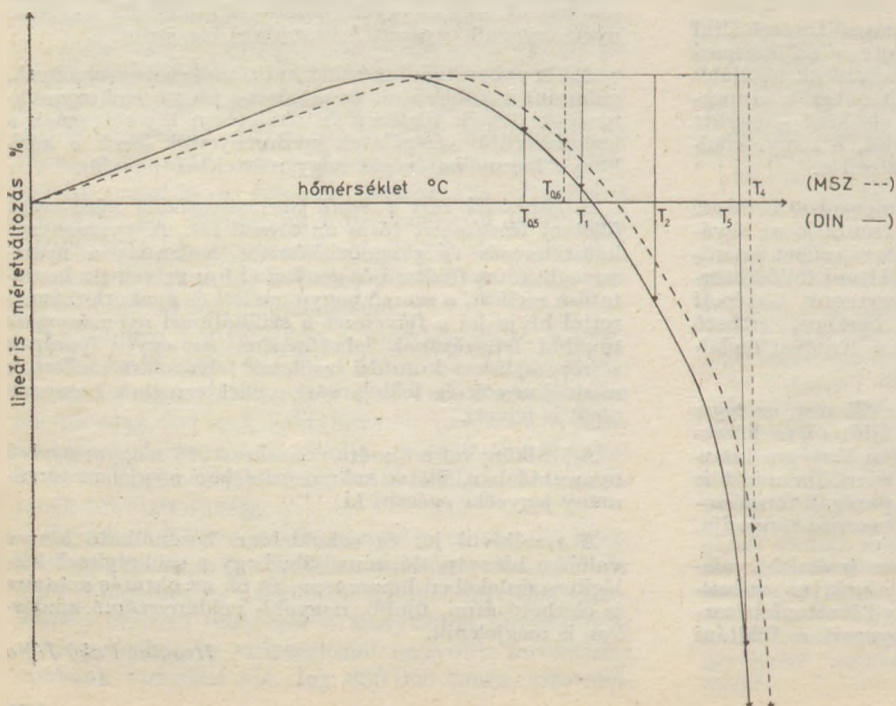
A készülék leírása

A berendezés sematikus rajza az 1. ábrán látható. A készülék szuperkantál fűtőelemekkel ellátott kemencével 20–1700 °C hőmérséklettartományban üzemel. 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20 és 50 °C/perc felfűtési ill. lehűtési sebességet alkalmazhatunk, valamint tetszés szerinti ideig hőntartást végezhetünk. A kemencetér és a minta hőmérsékletét EL-18 jelzésű Pt-PtRh termoelemmel mérjük, amely 1700 °C-ig működőképes. Hátránya, hogy 20–300 °C hőmérséklettartományban nincs értékelhető termofeszültsége. A minta egy 50 mm magas 50 mm



1. ábra. A Netzsch terhelés alatti lágulásmérő berendezés elvi ábrája (1. kemence, 2. minta, 3. a kemencetér hőmérsékletét mérő termoelem, 4. a minta hőmérsékletét mérő termoelem, 5. alátét korundkorongok, 6. korund alátámasztó egység, 7. induktív elmozdulás érzékelő, 8. a kemence tömegét kiegyenlítő súlyok, 9. regisztáló berendezés)

átmérőjű henger, tengelyében 12,5 mm átmérőjű furattal. A minta terhelését maga a kemence biztosítja. A nyomóerőt ellensúlyok segítségével lehet változtatni 1–700 N tartományban, amely figyelembe véve a minta felületét (1840 mm²) 5–380 kPa nyomásnak felel meg.



2. ábra. Sematikus terhelés alatti lágulás görbe

A terhelés alatti lágyulás- és a kúszás mérés szabványok fontosabb előírásai

	Terhelés alatti lágyulás		K ú s z á s	
	MSZ – KGST 2894 – 81	DIN 51053 Blatt 1	MSZ – KGST 2226 – 80	DIN 51053 Blatt 2
Minta mérete	50 ± 1 v. 36 ± 1 v. 12 ± 1 Ø-jű 50 ± 1 mm magas henger	50 ± 0,5 v. 36 ± 0,3 mm Ø-jű 50 ± 0,5 mm magas henger tengelyénél 12,5 ± 0,2 Ø-jű furattal	50 ± 1 v. 36 ± 1 v. 12 ± 1 mm Ø-jű 50 ± 1 mm magas henger esetleg tengelyében furattal	50 ± 0,5 v. 36 ± 0,3 mm 50 ± 0,5 mm magas henger tengelyénél 12,5 ± 0,2 mm Ø-jű furattal
Felfűtési sebesség	1000 °C-ig 10 °C/perc 1000 °C felett 5 °C/perc	5 °C/perc	5 °C/perc	5 °C/perc
A hőmérséklet mérési helye	kemencetérben	A minta furatában	Kemencetérben v. a minta furatában	A minta furatában
Alkalmazandó hőmérséklet meg- választása			A mintára vonatkozó szabvány előírásai szerint ill. úgy, hogy 0,5 és 10%-os zsugo- rodás mérhető legyen	A mintára vonatkozó szabvány előírásai szerint, max. 1500 °C- ig
Alkalmazandó fajlagos nyomó- erő	0,1 MPa ($\rho = 1 - 1,5 \text{ g/cm}^3$) 0,2 MPa ($\rho = 1,5 \text{ g/cm}^3$ felett) 0,05 MPa ($\rho = 1 \text{ g/cm}^3$ alatt ill. a mintára vonatkozó szabvány előírásai szerint	tetszőleges ill. a mintára vonat- kozó szabvány elő- írásai szerint	0,2 ± 0,003 MPa ill. a mintára vonatkozó szabvány előírásai szerint	max. 0,2 MPa ill. a mintára vonatkozó szabvány előírásai szerint
Eredmények	1.) A minta felfűtése során kialakult maximális magasságból számított: 0,6 és 4,0% zsugorodáshoz tartozó hő- mérséklet	0,5; 1; 2 és 5% zsugorodáshoz tartozó hőmérséklet	zsugorodás 15, 25, 50 és 100 óra hőntartás után max. 10% zsugorodásig	zsugorodás 0, 10, 25, 50, 75, 100 és esetleg n* 100 óra hőntartás után max. 10% zsugorodásig
	2.) Esetleges törési hőmérséklet	2.) Esetleges törési hőmérséklet	2.) Maximális tágulás értéke	2.) Maximális tágulás értéke
		3.) Max. tágulás értéke	3.) 15 – 25 óra közötti átl. zsugorodás sebessége	
Megengedett hiba	± 20 °C	± 10 °C	± 10 °C (hőntartásnál)	± 5 °C (hőntartásnál)

A vizsgálat során mérjük a minta magasságváltozását az alumínium-oxid mérőrendszerhez képest, ezért az eredmények kiértékelésekor a mérőrendszer hőtágulását korrekcióként kell alkalmazni. A maximális mérhető magasságváltozás 10 mm, amelyet a regisztráló papíron 25, 50, 125, 250, 500 vagy 1250-szeres nagyítással rajzoltathatjuk ki. 10 mm-nél nagyobb zsugorodás esetén egy biztonsági ütköző meggátolja, hogy a kemence a mérőrendszerre zuhanjon. A szuperkantál fűtőelemek élettartamának növelése érdekében a mérés befelyezésekor a kemencét programozottan kell visszahűteni legalább 900 °C-ig, így mérést csak minden másnap lehet végezni.

A szabványok összehasonlítása

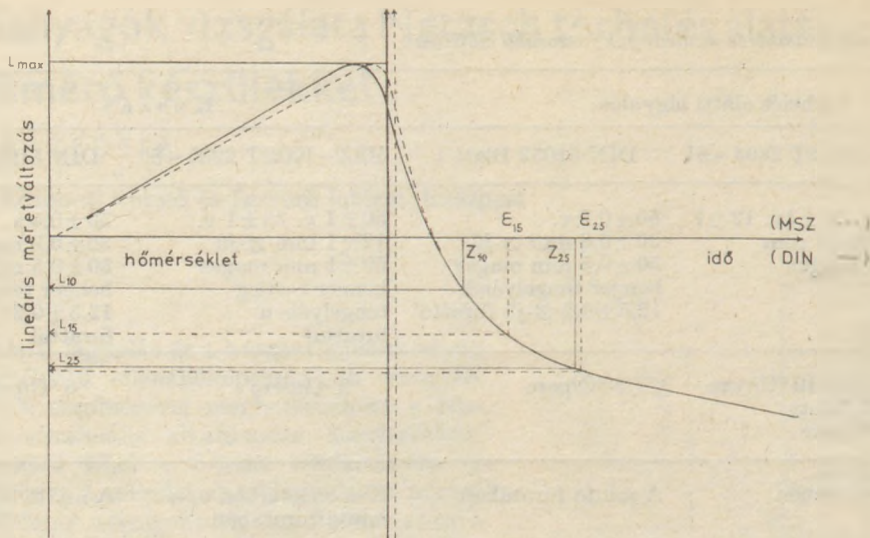
A szabványok fontosabb előírásait az 1. táblázat tartalmazza. A terhelés alatti lágyulás görbe kiérté-

kelésének eltéréseit egy sematikus görbén mutatom be a 2. ábrán.

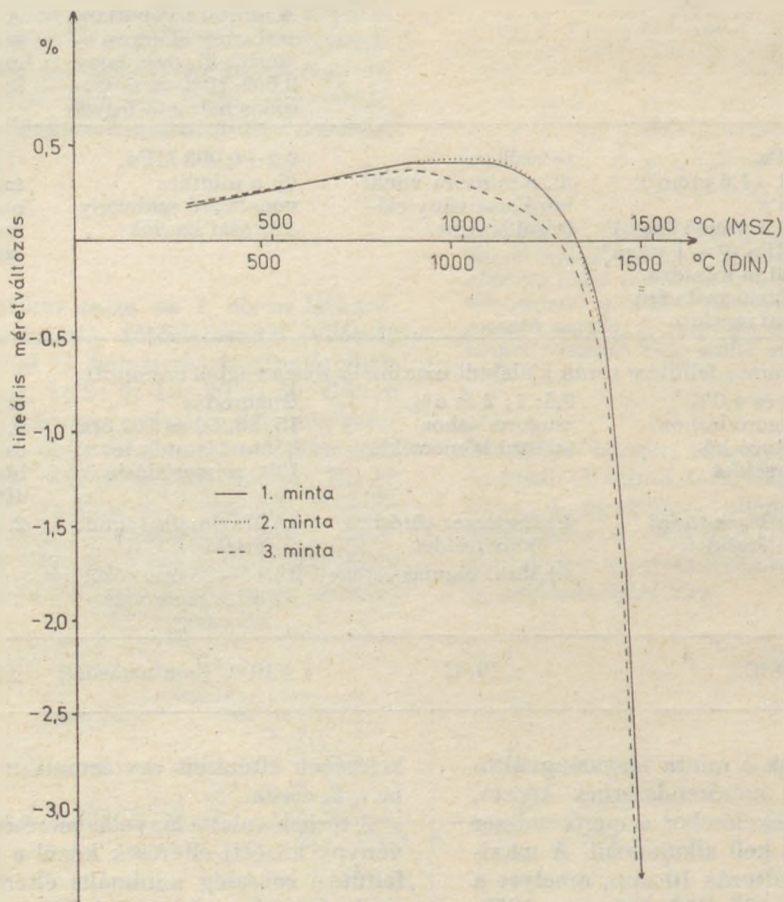
A terhelés alatti lágyulás mérésére vonatkozó szabványok közötti eltérések közül a különböző kezdeti felfűtési sebesség minimális eltérést okoz a mérési eredményekben. Jelentős hatása van a minta hőmérsékletének mérésére szolgáló termoelem elhelyezésének. A minta hővezetőképességétől függően a kemencetérben elhelyezett és a minta furatában elhelyezett termoelemmel mért hőmérséklet eltérése 10–40 °C lehet. A minta furatában mért hőmérséklet jobban közelíti az üzemi körülményeket.

A KGST Szabvány pontosabban írja elő az alkalmazandó terhelés nagyságát. A megadandó értékek a lágyulás kezdeti szakaszának leírására szolgálnak, a DIN Szabvány értékeiből könnyebb következtetni a lágyulási folyamat sebességére.

A 3. ábrán egy sematikus kúszás görbe látható. A két kúszás szabvány eltérései csekélyek. Mérési



4. ábra. Azonos téglából kivágott három samott minta terhelés alatti lágyulás görbéi



3. ábra. Sematikus kúszás görbe

tapasztalataink szerint a kúszás a hőtartás első 3 órájában lényegesen nagyobb érték $\left(\frac{1}{t}\right)$ -vel arányos

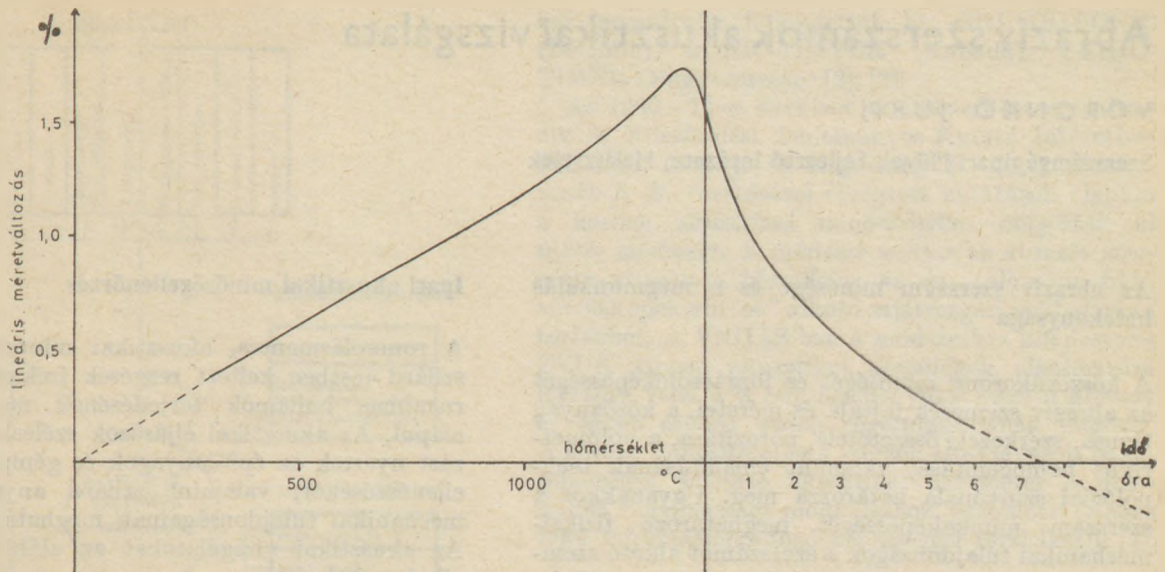
ebben az időtartamban) majd kisebb mértékben, közel lineárisan nő az idővel. Így az 5–10 óra közötti zsugorodás alapján extrapolálással megbecsülhetjük a 100 órás hőtartás után várható zsugorodást költséges és körülményes mérés nélkül is.

Mérési eredmények

Gyakorlati példaként egy samott termék terhelés alatti lágyulás görbéit mutatom be a 4. ábrán.

A kiértékelést mindkét szabvány szerint elvégeztem és a kapott eredményeket a 2. táblázatban foglaltam össze.

A mérés reprodukálhatósága jó, a 3. görbe eltérése a másik két mintánál kapott mérési eredményektől a mintavétel jelentős szerepére hívja fel a figyelmet. Szembetűnő, hogy közel azonos zsugorodásokhoz tartozó hőmérsékletek ($T_{0,8}-T_{0,5}$ ill. T_4-T_5) jelentősen eltérnek egymástól, és hogy az MSZ Szabvány szerinti kiértékelésnél kapjuk a magasabb hőmérséklet értékeket. A különbséget a kemenceterben és a minta furatában mért hőmérséklet különbsége okozza.



5. ábra: Magnezit téglák kúszás görbéje

2. táblázat

Szabványos terhelés alatti lágyulás vizsgálatának eredményei

Szabványos jelölés	Hőmérséklet °C				szórás %
	1. minta	2. minta	3. minta	átlag	
MSZ T _{0,6} T ₄	1394	1383	1369	1382	0,9
	1521	1525	1512	1519	0,5
DIN T _{0,5} T ₁ T ₂ T ₅	1348	1340	1324	1337	0,9
	1403	1403	1386	1397	0,7
	1448	1450	1435	1444	0,6
	1505	1506	1500	1504	0,4

Az 5. ábrán egy magnezit minta kúszási görbét mutatom be. Jól megfigyelhető, hogy a zsugorodás az első 5 órában lényegesen nagyobb mértékű, mint a későbbi időpontokban, és hogy 5–6 óra hőntartás után a zsugorodás közel lineáris függvénye az időnek.

A kúszás vizsgálata során a termoelem elhelyezéséből adódó eltérések a minta hőmérsékletében a hőntartás kezdetétől számított 10–15 perc alatt kiegyenlítődnek.

Összefoglalás

Összefoglalva megállapítható, hogy a DIN 51053 és az MSZ–KGST 2894–81 szabvány előírásai szerint végzett terhelés alatti lágyulás vizsgálatok eredményei nem helyettesíthetők egymással. Az MSZ szabvány alapján magasabb hőmérséklet értékeket kapunk; az eltérés mértéke annál kisebb minél nagyobb a vizsgált anyag hővezetőképessége.

A DIN 51053 Blatt 2 és az MSZ–KGST 2226–80 kúszás szabványok között csekély az eltérés.

Köszönetnyilvánítás

Megköszönöm dr. Terényi Gyulánának az értékes észrevételeket, és Sarlós Jánosnának a mérések kivitelezésében nyújtott segítséget.

Вагнер, Ж.: Испытание огнеупоров с помощью прибора Нетч, служащего для измерения размягчения под нагрузкой

Wagner Zsófia: Die Untersuchung von Feuerfeststoffen mittels Netzsch-Gerät für Weichungsmessen unter Belastung

Wagner, Zsófia: Softening-Under-Load Examination of Refractories Using a Netzsch Apparatus

Abrazív szerszámok akusztikai vizsgálata

VORONKÓ JURIJ

Szerszámgépipari Művek Fejlesztő Intézete, Halásztelek

Az abrazív szerszám minősége és a megmunkálás hatékonysága

A köszőrűkorong minőségét és forgácsolókéességét az abrazív szemcsék fajtája és méretei, a kötőanyag típusa, szerkezeti összetétele, porozitása, a volumetrikus homogenitása, valamint előállításának technológiai színvonala határozza meg. Ugyanakkor a szerszám munkaképességét meghatározó fizikai-mechanikai tulajdonságok a szerszámot alkotó szemcse és kötőanyag ásványtani és vegyi összetétele, annak főbb tulajdonságai, valamint e komponensek jellemzik.

Az adott feladatnak megfelelő abrazív szerszámot, a szemcsézete, kötőanyagának típusa, valamint keménysége és szerkezeti (tömörsegi) szám alapján választják meg. A felsorolt jellemzőket általában az egyezményes gyári jelölés (szerszám specifikáció) szerint határozzák meg, abból a feltevésből kiindulva, hogy azonos jelzéssel ellátott abrazív szerszámok azonos munkaképességgel is rendelkeznek. Az üzemi tapasztalatok azonban arra utalnak, hogy azonos szemcse-szerkezet-kötőanyag jelöléssel ellátott, de különböző gyártócégtől származó köszőrűkorongok és egyéb abrazív szerszámok a legtöbb esetben eléggé eltérő fizikai-mechanikai és forgácsolási tulajdonságokkal rendelkeznek. Még az azonos szerszámgyártótól származó, azonos specifikációjú szerszámok tulajdonságai is különbözők. Az utóbbi nagymértékben nehezíti a megmunkálási célnak megfelelő szerszám kiválasztását és csökkenti az abrazív megmunkálási műveletek megbízhatóságát, valamint a megmunkált termék minőségének azonosságát. Nyilvánvaló, hogy ilyen állapot nem elégíti ki a modern gépgyártás állandóan növekvő minőségi követelményeit. Az automatizált gyártásban, valamint az CNC köszőrűgépek alkalmazásával az abrazív szerszám előzetes ellenőrzése és a megfelelő minőségű korong kiválasztása döntően befolyásolja a későbbi abrazív jellegű megmunkálás minőségi és gazdaságosságát.

Az abrazív szerszámgyártásban legjobban elterjedt minőségellenőrző szűrőpróba-módszerek, mint a Zeiss-Mackensen- és Rockwell-féle keménységvizsgálat nem biztosítják a nagy sorozatban gyártott szerszámok tulajdonságainak megbízható megítélését. A szerszám rugalmasságának és szilárdságának meghatározására szolgáló, próbatesteken végzett statikus laboratóriumi módszerek nem alkalmasak a késztermék minőségének bevizsgálására. A köszőrűszerszám fizikai-mechanikai tulajdonságainak meghatározására irányuló megbízható módszer a korong akusztikai (szonikus) vizsgálata, amelynél rugalmasságát a szerszám sajátrezgése alapján határozzák meg.

Ipari akusztikai minőségellenőrzés

A roncsolásmentes, akusztikai minőségvizsgálat a szilárd testben keltett rezgések frekvenciájának és rugalmas hullámok terjedésének meghatározásán alapul. Az akusztikai eljárások széleskörű alkalmazást nyertek az építőanyagok és gépipari termékek ellenőrzésekor, valamint szilárd anyagok fizikai-mechanikai tulajdonságainak meghatározásánál [1]. Az akusztikai vizsgálatokat az alábbi főbb céllal alkalmazzák:

- az anyag homogenitásának ellenőrzése,
- az alkatrészek méretpontosságának vizsgálata,
- az anyag szerkezetének ellenőrzése,
- a munkadarabok dinamikus teherbírásának megítélése,
- az anyagok rugalmasságának, keménységének és szilárdságának meghatározása.

A GOSZT 18353–73 szovjet szabvány ajánlása szerint az iparban alkalmazott akusztikai minőségellenőrző eljárások az alábbi ismérvek szerint jellemezhetők:

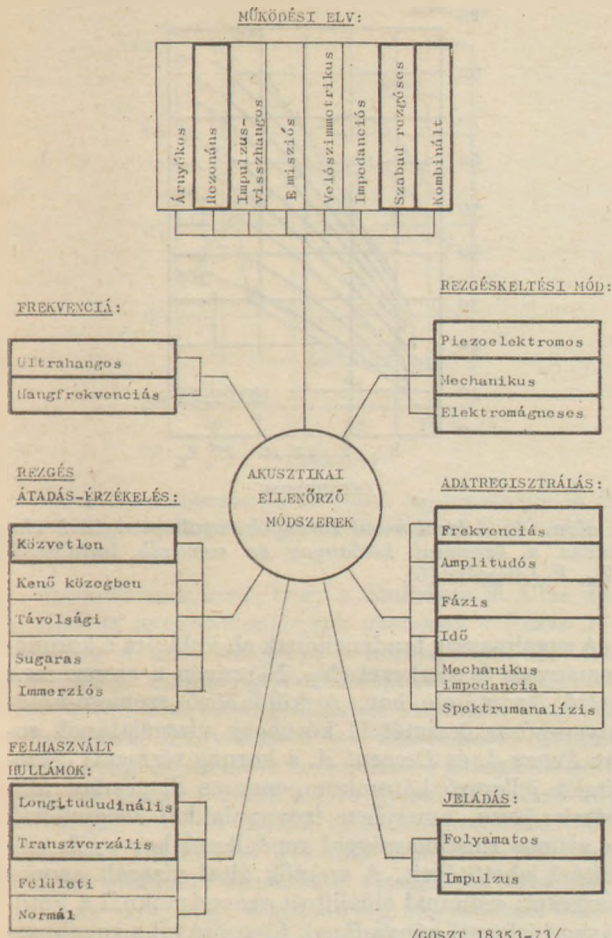
- az ellenőrzéshez alkalmazott akusztikai készülék működési elve szerint,
- a rugalmas rezgések keltési módja szerint,
- a rezgések érzékelési módjai szerint,
- a mérésnél felhasznált rezgések frekvencia tartománya szerint,
- a mért eredmények regisztrálása szerint,
- a mérésnél felhasznált rugalmas hullámok típusa szerint,
- a jeladás időbeli lefutása szerint.

Az 1. ábrán a GOSZT ajánlásai szerint összeállított és az akusztikai eljárásokat jellemző osztályozási sémán vastag vonallal jelöltük az abrazív technikai területén alkalmazandó akusztikai berendezések legfőbb jellemzőit.

Az akusztikai minőségellenőrzési eljárások az alábbi előnyökkel rendelkeznek:

- a selejt megállapításához szükséges magas fokú érzékenység,
- a különböző méretű testek belső selejtnek megállapításához szükséges magas feloldási képesség,
- a selejt gyors azonosítása,
- az üzemi alkalmazhatóságának megbízhatósága,
- a minőségellenőrzési folyamat automatizálásának lehetősége,
- az eljárás viszonylagos egyszerűsége, gyorsasága és termelékenység.

Az akusztikai ellenőrző eljárások hatékony üzemi alkalmazása, a megfelelő mérési-minősítési segéd-



1. ábra. Az ipari akusztikai vizsgáló rendszerek osztályozása [1]

letek előzetes kidolgozását igényli. Azonban ilyen jellegű „hátrány” bármilyen minőségellenőrzési eljárásra jellemző.

A köszörűkorong akusztikai vizsgálati módszerei

Az abrazív szerszám keménységvizsgálatának gyakorlatában az 1940-es évektől kezdődően kezdték meghonosítani az akusztikai módszereket, amelyek egyrészt az abrazív szerszámok keménysége és felhasználhatósági jellemzői, másrészt a rugalmassági paraméterek közötti összefüggésen alapulnak. E paraméterek közül kiválaszthatjuk a sajátrezgés frekvenciáját, mint olyan alapvető jellemzőt, amely az abrazív szerszám esetében viszonylag a legegyszerűbben mérhető. A sajátrezgések ismerete alapján, szükség esetén meghatározhatóak olyan fontos jellemzői, mint a normál és nyíró rugalmassági modulusz, Poisson-szám valamint rugalmas hullámok terjedési sebessége.

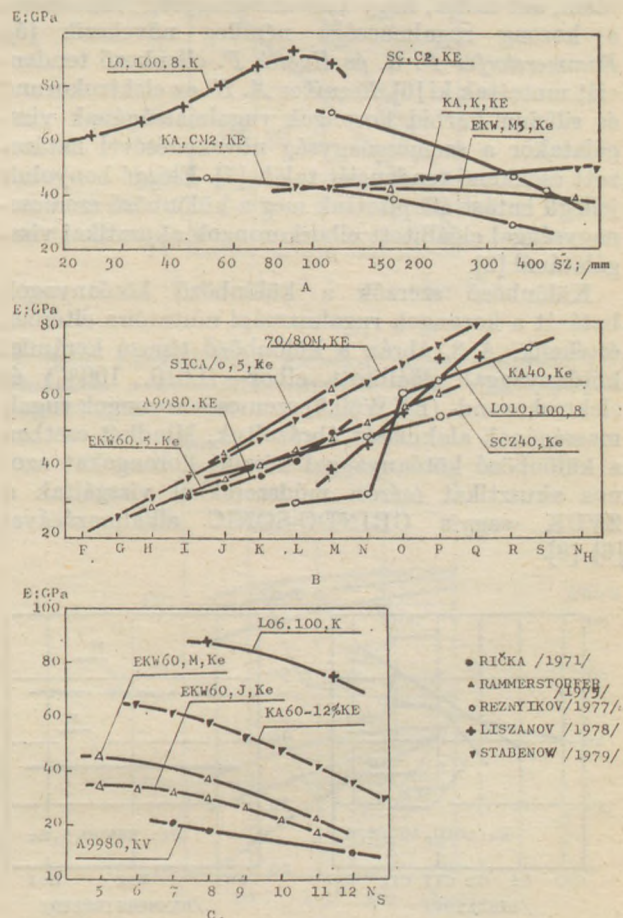
Az 1950–60-as években a Peters J., Snoeys R. és Decneut A. által kifejlesztett és üzemi szintű vizsgálatokhoz alkalmas mérési-minősítési módszer szerint az abrazív szerszám dinamikus rugalmassági moduluszát a hajlítójellegű sajátrezgések alapján határozzák meg. E módszer alapján a 100–150 mm-nél nagyobb méretű abrazív korongok és hasábok gyors és megbízható vizsgálatához többféle akusztikai

berendezést fejlesztettek ki: GRINDO-SONIC (Belgium), SONIC-TESTER (Kanada), PERIO-TIMER (Magyarország) [2], [3].

Az 1960–70-es években az Össz-szövetségi Abrázív és Kösörülési Tudományos-Kutató Intézetben (VNIAS, Leningrad) *Glagovszkij B. A.* és *Moszkovenko I. B.* vezetésével elvégzett kutatások alapján a korong akusztikai minősítéséhez dolgoztak ki újabb módszert. E módszer szerint az abrazív szerszám vizsgálata bármilyen, az ún. „alacsony frekvenciás spektrumot” alkotó sajátrezgési mód alapján történhet. A VNIAS-ban a módszerhez kifejlesztett ZVUK típusú akusztikai készülékek alkalmazása lehetővé teszi a 3 mm-nél nagyobb méretű abrazív és egyéb szilárd testek rugalmasságának mérését. A korong minősítéséhez a szerzők által javasolt hangsebességet jellemző akusztikai paraméter a dinamikus rugalmassági moduluszhoz hasonlóan magas fokú információhordozó képességgel rendelkezik [4].

A köszörűszerszám összehasonlító rugalmassági vizsgálatai

A külföldi és a hazai kutatók egyaránt rámutatnak arra, hogy a köszörűszerszám akusztikai úton mért rugalmassági jellemzői a szerszám specifikációtól, összetételétől, keménységétől, szemcse és kötőanyag



2. ábra. A rugalmassági modulusz (E) alakulása a köszörűszerszámok szemcse nagyságától (Sz), Norton-keménységétől (N_H) és szerkezeti számától (N_S) függően [5], [6], [7], [8].

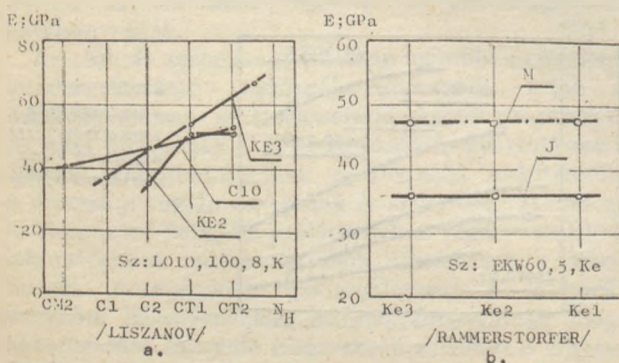
fajtájától, valamint előállítási módjától függenek. A különböző szerzők által nyert eredmények és a vizsgált szerszámok specifikációinak szembeállításából (lásd a 2. ábrát) az alábbi következtetéseket vonhatjuk le:

- a különböző gyártmányú korongok rugalmassági modulusza növekszik a Norton-keményység (N_H) fokozásával,
- a szerszám szerkezeti szám (N_S) növekedésével a korongok rugalmasságánál általában csökkenő tendencia tapasztalható,
- a nyert összefüggések a különféle csiszolószemcséknek és kötőanyagoknak a rugalmasságára gyakorolt hatását mutatják,
- az azonos specifikációval, de különböző gyártók által előállított korongoknál a rugalmassági mutatók, míg az azonos tendenciák esetében is eltérők.

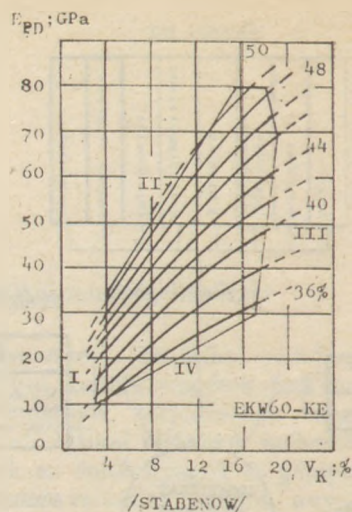
A különböző gyártócégek gyártási sajátosságai befolyásolják a kész szerszám fizikai-mechanikai tulajdonságait, és ezzel számolni kell a különböző szerzőktől származó vizsgálati eredmények elemzésekor.

A szemcsenagyság hatásának vizsgálatok a kutatók eltérő eredményre jutottak. *Snoeys B. R.* és *Peters J.* azt tartják, hogy a korong rugalmassági moduluszának alakulására a szemcsenagyság hatása lényegtelen és nincs meghatározott tendenciája [2]. Ugyanakkor *Stabenow R.* rámutatva a gyenge hatásra, azt tartja, hogy a szemcsenagyság fokozásával a korong rugalmassága némileg növekszik [5]. *Rammerstorfer F. G.* és *Hastik F.* ellenkező tendenciát mutattak ki [6]. *Reznikov A. N.* az elektrokorund és silícium-karbid korongok rugalmasságának vizsgálatok a szemcsenagyság növekedésével határozott csökkenő tendenciát talált [7]. Elégé bonyolult jellegű hatást állapítottak meg a különböző szemcsenagysággal előállított elborkorongok akusztikai vizsgálatánál [8].

Különböző szerzők a különböző kötőanyagok hatását a korongok rugalmassági mutatóira eltérően értékelik. A 3. ábrán a különböző típusú kerámiai kötőanyaggal előállított elbor- (L010, 100%) és elektrokorund- (EKW60,5) szemcsés korongok rugalmasságának alakulását ábrázoltuk. Mindkét esetben a különböző kötőanyaggal készült korongokat azonos akusztikai mérési módszerekkel vizsgálták a ZVUK vagyis GRINDO-SONIC alkalmazásával [6], [8].



3. ábra. Az elbor (a) és elektrokorund (b) korongoknál alkalmazott kötőanyagok hatása a rugalmassági moduluszának alakulására [6], [8].



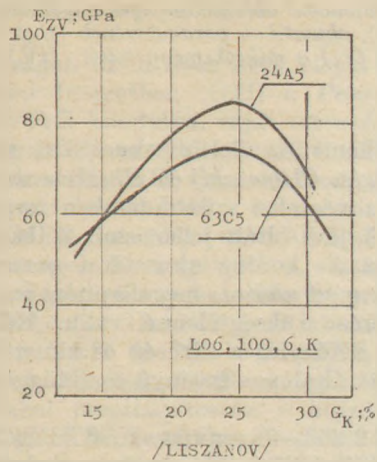
4. ábra. Az elektrokorund korongok rugalmasságának alakulása a kerámiai kötőanyag és szemcsék tartalmától (V_k , V_s) függően [5].

A rugalmasság tendenciáinak alakulására a korongkeménység és szerkezet (N_H , N_S) révén a szerszámok eltérő összetétele hat. A különböző szemcse-kötőanyag-pórus összetételű korongok vizsgálatának során *Peters J.* és *Decneut A.* a korong térfogati összetételét jellemző háromkomponenses diagramot állítottak össze, amelyben izovonalakkal megjelölték az azonos rugalmassággal rendelkező korongok előállítási lehetőségeit. A szerzők által vizsgált azonos szerkezeti számmal előállított szerszámoknál a kötőanyag térfogati hányadának fokozásával a rugalmassági modulusz lineárisan növekszik [3].

A nyert lineáris összefüggés nem általános jellegű. Az elektrokorundszemcsés korongoknál a kerámiai kötőanyagtartalom hatását *Stabenow R.* és *Fixl J.* a 4. ábrán bemutatott parabolikus jellegű összefüggésekkel jellemezték [5]. Hasonló jellegű degeneratív növekvő hatást állapított meg *Zagonnik N. P.* és *Liszova A. A.* az elborkorongok akusztikai vizsgálatának során [9].

Stabenow R. elektrokorundkorongoknál határeseteket talált, amikor szemcse és üvegszerű kötőanyag térfogati hányada által gyakorolt hatások elveszik a görbe parabolikus jellegét:

- I. határeset, ahol rohamosan csökkent a rugalmasság az alacsony kötőanyagtartalom miatt, és ez technológiailag sem teszi lehetővé a szerszám előállítását;
- II. határeset, amikor a fokozott szemcsehányad, a korong sajtolásakor a szemcsék töréséhez és morzsolásához vezet, a létrejött finomabb szemcsék sokkal szilárdabb szemcse-kötőanyag szerkezetet hoznak létre és emiatt a kész korong rugalmassága ugrásszerűen növekszik;
- III. határeset, amelynél a korong rugalmassága azért hirtelen növekszik, mert a fokozott kötőanyaghányad miatt a korong égetésekor a zsugorodás nagyobb lesz;
- IV. határeset: rohamos rugalmasság csökkenés, ami az alacsony szemcsehányad esetén a szemcse-kötőanyag laza szerkezetével, és szemcsék közötti nagy távolsággal magyarázható.



5. ábra. Az elborszemcsés korongok rugalmasságának (E) alakulása a kötőanyag súlytartalmától (G_K) függően [8].

Rámutatunk arra, hogy a *Stabenow R.* által megállapított határtartományok azonosak a *Peters J.* és *Decneut A.* által megjelölt a korong előállításai lehetőségének technológiai korlátjaival. E határtartományokban a korongelőállítás folyamán lejátszódó folyamatok nagyrészen az alkalmazott kerámiai kötőanyag és szemcse technológiai tulajdonságaival függenek össze. Például a C10 típusú üvegszerű kötőanyaggal, korund (24A5) és szilícium-karbid (63C5) szemcsés adalékával gyártott elborszemcsés korongokkal elvégzett akusztikai vizsgálatok eredményei utalnak arra, hogy a kötőanyag hányadának fokozásával a korong rugalmassága, ahogyan ez az 5. ábrából látható, csak egy bizonyos határig növekszik. Ezután a kötőanyag hányadának további növelésével a szerszám rugalmassági modulusa csökken. Ez a *Stabenow*-féle III. határesetének ellentmondó jelenséget, a szerzők azzal magyarázzák, hogy a kötőanyaghányad növekedésével a sajtoláskor növekszik az abrazív masszakeverék rugalmas ellenállása, ami a korong porozítás növekedéséhez és égetéskor történő fokozott duzzadáshoz vezethet [8].

Az abrazív szerszám keménységének és rugalmasságának megítélésére irányuló vizsgálatok arra utalnak, hogy e két mutató között szoros kapcsolat áll fenn [3]. *Rička J.* a *Zeiss-Mackensen*-féle keménységmérési módszer vizsgálatánál kimutatta, hogy fenti módon mért korongkeménység növekedésével (H_{ZM} – a homokfúvatással nyert furatmélység csökkentésével) a korong rugalmassága is növekszik (lásd a 6. ábrát) [10]. Hasonló jellegű összefüggéseket nyertek az elbor korongok sajátfrekvenciájának és *Rockwell*-féle keménységének vizsgálatánál [9].

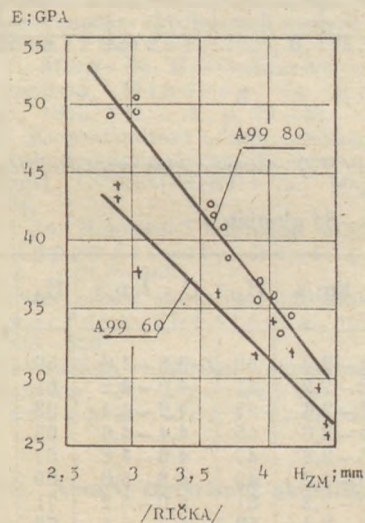
Az egyes szerzők rámutatnak a korong előállításakor alkalmazott technológiai tényezőknél a rugalmasság alakulására gyakorolt hatására. Megállapították, hogy az égetési folyamat intenzitása a késztermék rugalmasságának növekedéséhez vezethet [6]. Ugyanakkor megfigyelték, hogy ez a jelenség sem általános érvényű. Az elbor korongoknál az égetési hőmérséklet és ciklus növekedésével, ahogyan a 7. ábrán látható, a saját frekvenciája szerint mért rugalmasság stabilizálódik. Előfordulhat ellenkező hatás is, amikor a nagyporozitású és alacsony kötőanyagtartalmú korongoknál az égetési folyamat in-

tenzitálásának növekedésével a pórusokon át behatoló meleg levegő oxidálja a köbös bórnitrid szemcséket, és ez az elborkorongok rugalmasságának csökkentéséhez vezethet [8].

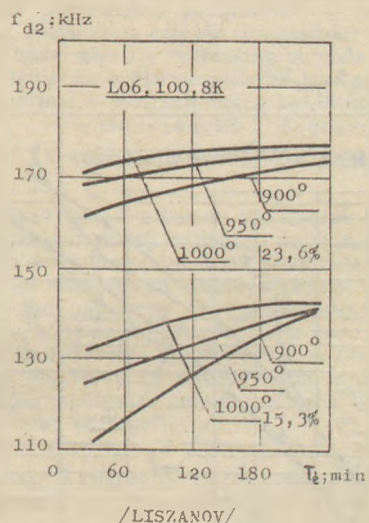
A szakirodalmi adatok elemzése arra utal, hogy a korong rugalmassága szorosan összefügg a szerszám alapvető jellemzőivel és komplex minőségi mutatóként használható. Azonban több vonatkozásban a korong rugalmasságára gyakorolt hatásokról eltérő vélemények hangoztak el. Az utóbbi tény nemcsak a szerzők által alkalmazott eltérő mérési-számítási módszerek alkalmazásával, de a vizsgált korongok előállítási sajátosságaival is magyarázható.

Az abrazív szerszám minősítése az akusztikai paraméter alapján

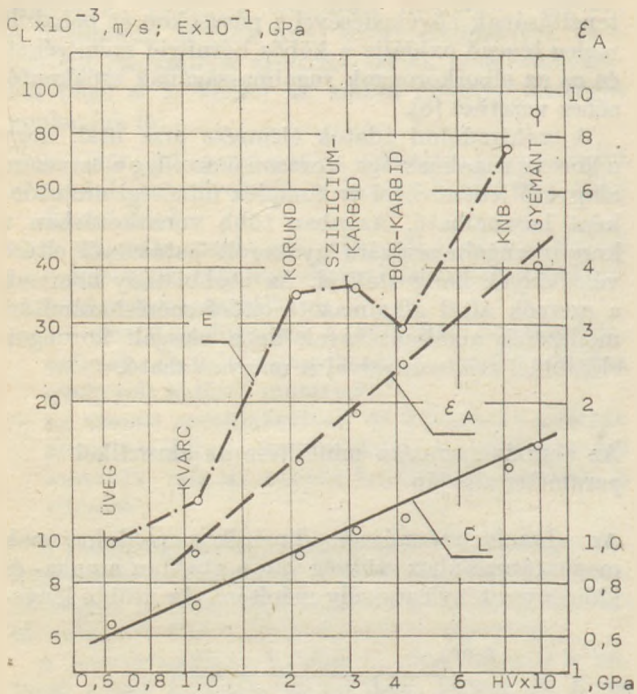
Az abrazív szerszámok dinamikus modulusának meghatározásához szükség van a gyakran munka- és időigényes tényleges súly mérésre. Az utóbbi lénye-



6. ábra. Elektrokorund korongok rugalmasságának (E) alakulása a *Zeiss-Mackensen*-féle (H_{ZM}) keménységétől függően [10].



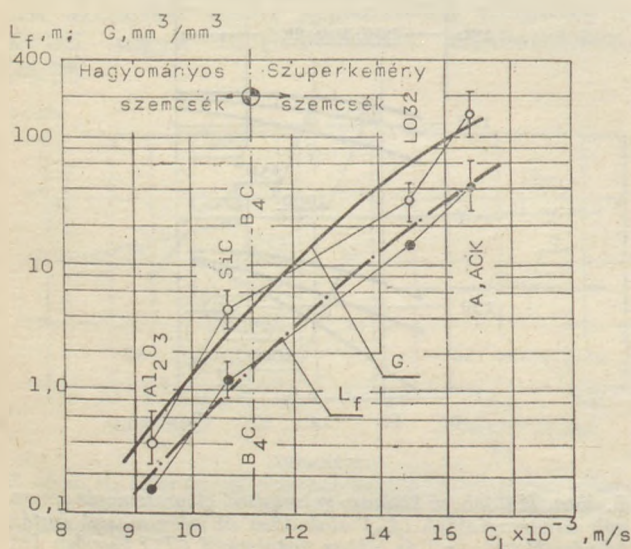
7. ábra. Különböző kötőanyag tartalmú elborszemcsés korongok sajátrezgésének (f_{d2}) alakulása az alkalmazott égetési hőmérséklettől (T_e) és ciklus tartalmától (T_e) függően [8].



1. táblázat

A hangindex (H_A) csoportosítása rezgésterjedési sebességtől (C_L) függően (MSZ 4505/9-84 alapján)

H_A	C_L ; km/s	H_A	C_L ; km/s	H_A	C_L ; km/s
19	1,8-2,0	39	3,8-4,0	59	5,8-6,0
21	2,0-2,2	41	4,0-4,2	61	6,0-6,2
23	2,2-2,4	43	4,2-4,4	63	6,2-6,4
25	2,4-2,6	45	4,4-4,6	65	6,4-6,6
27	2,6-2,8	47	4,6-4,8	67	6,6-6,8
29	2,8-3,0	49	4,8-5,0	69	6,8-7,0
31	3,0-3,2	51	5,0-5,2	71	7,0-7,2
33	3,2-3,4	53	5,2-5,4	73	7,2-7,4
35	3,4-3,6	55	5,4-5,6	75	7,4-7,6
37	3,6-3,8	57	5,6-5,8	77	7,6-7,8



8. ábra. A különböző abrazív anyagok rugalmassági modulusának (E), akusztikai paraméterének (C_L) és csiszolóképeségének (ϵ_A) a mikrokeménységtől (HV) függő alakulása.

gesen csökkenti az üzemi akusztikai vizsgálatok hatékonyságát. *Glagovszkij* és *Moszkovenko* a korong minőségét a végtelen szilárd testben terjedő hangsebességével javasolták jellemezni. A hangsebesség (C_L) vagyis a „korong akusztikai paramétere” a sajátrezgési mód szerinti megállapításakor az előzetes súlymérés szükségtelenné válik. Rámutatunk arra, hogy a tényleges sűrűség és akusztikai paraméter között általános érvényű összefüggések állnak fenn.

Az OSZT 2-362-76 szovjet, KGST RSZ 3313-81, valamint MSZ 4505/9-84 magyar szabvány ajánlásai szerint a korongminőség megjelölésére javasolt „hangindex” értéke a korongon mért hangsebesség értékétől függ (lásd az 1. táblázatot). Gyakorlati vonatkozásban a különböző méretű szerszámok jellemzésére alkalmazott akusztikai paraméter értékeinek ismerete lényegesen megkönnyíti az alaktényezők előzetes meghatározásán alapuló korong sajátrezgési spektrumának lefejtését.

Tudományos szempontból az akusztikai paraméter alkalmazása alábbiakkal indokolható:

- a jelenlegi felfogás szerint az anyagszilárdságot az atomok között levő kapcsolati erők határozzák meg, amelyek nagyságára általában a rugalmassági modulus értéke alapján következtetnek;
- a rugalmas hullámok terjedési sebessége szintén jellemzi az anyag rugalmasságát;
- a különböző abrazív anyagok mikrokeménysége és akusztikai paramétere között sokkal szorosabb korrelációs kapcsolat áll fent, mint a rugalmassági modulus és mikrokeménység között (lásd a 8. ábrát);
- a különböző edzett acélok szabad csiszolószemcsékkel történő megmunkálásánál szintén szoros kapcsolatot állapítottak meg a szemcsék relatív abrazív képesége (ϵ_A) és mikrokeménysége (HV) között [11];
- feltételezhető, hogy az akusztikai paraméter nagysága jobban jellemzi az abrazív anyag forgácsolóképeségét, mint a rugalmassági modulus;
- az utolsó feltevést alátámasztják a nehezen köszörülhető titanötvözetek abrazív jellegű megmunkálása során nyert, az abrazív szemcsékre és köszörülőkorongokra vonatkozó kopásállósági eredmények (9. ábra) [12];
- a superkemény anyagokból készült szabályos élű forgácsoló szerszámoknál a szerszám forgácsolóképeség és akusztikai paraméterük között szintén szoros korrelációs összefüggést állapítottak meg [13].

Ily módon a különböző szilárd szerszámanyag minősítéséhez javasolt akusztikai paraméter alkalmazása mind a kutatás, mind mérnöki gyakorlat szempontjából indokolt.

9. ábra. Az abrazív szemcsék éltartamának (L_f) és korongok jósaági fokának (G) alakulása a szemcsék akusztikai paraméterétől (C_L) függően [12].

Hazai akusztikai korongvizsgálat

Magyarországon az 1970-es évek elején a Gépipari Technológiai Intézetben (GTI) a Peters—Decneut-féle módszerből kiindulva, saját tervezésű PERIO-TIMER típusú akusztikai készüléket állítottak elő. Ugyanakkor a GRÁNIT Csiszolókorong és Kőedény gyár Kőszőrüléstechnikai laboratóriumában a PERIO-TIMER készülék üzemi kikísérletezésével a kész korongok bevizsgálásához alkalmas mérési segédlet kidolgozására tettek előzetes próbálkozásokat. A GTI-ben és GRÁNIT gyár laboratóriumában a PERIO-TIMER és SONIC-TESTER akusztikai berendezések alkalmazásával elvégzett kőszőrülési vizsgálatokkal megállapították a kőszőrűkorongok rugalmassága és forgácsoló képessége között meglévő szoros kapcsolatot [14], [15]. Azonban a Magyarországon gyártott korongok a *Glagovszkij* és *Moszkovenko* által javasolt „akusztikai paraméterének” tanulmányozása még várat magára.

1977–1980-ban GRÁNIT gyár és VNIAS között megkötött Műszaki-tudományos együttműködési szerződés keretében a gyári Kőszőrüléstechnikai laboratóriumban a ZVUK típusú készülékek és VNIAS által kidolgozott mérési-minősítési módszer felhasználásával a hazai és import abrazív szerszámokon összehasonlító vizsgálatokat végeztünk [16]. Az összehasonlító komplex korongvizsgálatok főbb célkitűzése az volt, hogy meghatározzuk az összefüggéseket a különféle abrazív szerszámok akusztikai paramétereit és fizikai-mechanikai, valamint forgácsolási tulajdonságai között. A gyári Kőszőrüléstechnikai Laboratórium lehetőségeiből kiindulva módunk volt összehasonlító akusztikai, keménységi, levegő áteresztőképesség, sűrűség és szilárdság mérési vizsgálatok, valamint próbakőszőrülések elvégzésére. A fenti szakirodalmi adatok értékelésével módunk volt egyes általános jellegű összefüggések megállapítására, valamint a további vizsgálatokhoz szükséges kísérleti stratégiának kialakítására. Megjegyezzük, hogy az általunk megfigyelt egyes jelenségekkel az eddig megjelent szakpublikációk hiányosan, vagy egyáltalában nem foglalkoztak.

Az elvégzett vizsgálatok során megállapítottuk, hogy korongminőség jellemzéséhez alkalmazott akusztikai vizsgálatok nagyon hatékonyak. Az abrazív szerszámok gyártásában az akusztikai vizsgálatok honosításával lehetőség nyílik a valószínűségi selejthányad gyors megállapítására és gyártási okainak operatív elhárítására. A korongot felhasználó üzemekben előzetes, akusztikai ellenőrzés biztosítja a kőszőrülési feladatoknak megfelelő minőségű szerszám kiválasztását.

IRODALOM

- [1] *Szamoljovics G. Sz.* Nerazrusajuscsij kontroly. Moszkva, 1976, p. 456.
- [2] *Snoeys By. R., Peters J.* Acustikal measurement of modulus of elasticity as test of the average hardness of wheels. ADWC, 1964. s. 5–11 sep. 1964
- [3] *Decneut A., Snoeys R., Peters J.* Sonic testing of grinding wheels. CRIF, MC36, 1970, p. 24.
- [4] *Glagovszkij B. A., Moszkovenko I. B.* Nizkocsasztonije metogi kontrolja v masinosztrojenii. Leningrad, 1977, p. 208.
- [5] *Stabenow R., Fial J.* Beziehungen zwischen volumetrischen Aufbau, Elastizitätsmodul und Schleifverhalten von keramisch gebundenen Korund-Schleifcheiben. INTERGRIND-79, Budapest, 1979, p. 213–224.
- [6] *Rammerstorfer F. G., Hastik F.* Der dynamische E-Modul von Schleifkörpern. Werkstatt und Betrieb., n. 107, 1974, 9, s. 527–533.
- [7] *Reznikov A. N.* Abrazivnaja i almaznaja obrabotka materialov. Moszkva, 1977, p. 391.
- [8] *Liszanov V. Sz.* Elbor v masinosztrojenii. Leningrad, 1978, p. 280.
- [9] *Zagonnik N. P., Liszova A. A.* O kerrelacii znacsenij csasztoni szobsztsvennih kolebanij abrazivnih krugov i ih tvjerdoszti na pribore „Rokvell”. *A Brazivi.*, 1975, n. 6 (132), p. 15–16.
- [10] *Rička J.* Messungen mit Hilfe von Ultraschall und Radiometrie an Schleifwerkzeugen. *Maschinenbau.*, 1971, 20, n. 1, s. 31–35.
- [11] *Bogomolov A. I.* O szvjazi mehaniceszkij i ekszpluatacionnih szvojsztv abrazivnih i almaznih materialov. KGST országok gyémántszerszám konferencia. Kijev, 1974, p. 5.
- [12] *Slifovanije szplavov na osznove titana, SZTANK – INPROM.*, Moszkva, 1977, p. 28.
- [13] *Muzikant J. A., Kamenkovics A. Sz., Moszkovenko I. B., Feldgun I. L.* Isszledovanije szvjazi mezsdu fiziko-mehaniczeszkimi szvojsztsvami elbora-R ekszpluatacionnimi szvojsztsvami rezeov. *Rezanije i Insztrument.*, 1977, n. 18., p. 108–112.
- [14] *Benkó I., Márffy Gy.* Kőszőrűszerszámok minőségének vizsgálata. *Minőség és Megbízhatóság.*, 1973, VII, n. 4., p. 39–42.
- [15] *Nagy L.* Kerámiakötésű kőszőrűszerszámok néhány fizikai tulajdonságának összefüggése a forgácsoló-képességgel. INTERGRIND – 73., Maribor, 1973, p. 26–34.
- [16] *Voronkó Ju.* Kisméretű korongok szónikus vizsgálata. *Gépgyártástechnológia.*, 1980, XX, n. 6., p. 257–263.
Abrazív szerszámok akusztikai minősítési módszere. *Gépgyártástechnológia.*, 1980, XX, n. 12., p. 553–558.
Kőszőrűszerszám akusztikai minősítése a gyártás-előkészítéskor. V. Szerszám- és Szerszám anyag Kollokvium, Miskolc, 1982.

Voronko Jurij: Abrazív szerszámok akusztikai vizsgálata

A szakirodalmi adatok elemzése arra utal, hogy a kőszőrűszerszám akusztikai eljárásokkal megállapított rugalmassága szorosan összefügg a szerszám főbb fizikai-mechanikai és forgácsolási tulajdonságaival. A VNIAS által javasolt „akusztikai paraméter” a rugalmassági moduluszhoz hasonlóan szintén magasfokú információt nyújthat. A hazai abrazív szerszámgyártásban elvégzett komplex vizsgálatok során megállapítottuk az akusztikai paraméter szerinti korongminősítés hatékonyságát.

Voronko, Ju.: Акустический контроль абразивного инструмента

Анализ литературных данных указывает на то, что между упругостью шлифовальных кругов, определенной акустическими методами, и их физико-механическими и рабочими свойствами, имеется тесная взаимосвязь. „Акустический параметр”, предложенный ВНИИИШ, так же, как и модуль упругости имеет высокую информативность. Испытания, проведенные в отечественном производстве абразивного инструмента, подтверждают высокую эффективность оценки качества инструмента по акустическому параметру.

Voronkó, Jurij: Akustische Untersuchungen von abrasiven Werkzeugen

Die Analyse der fachliterarischen Angaben weist darauf hin, dass die mit akustischen Methoden bestimmte Elastizität der Schleifzeuge mit den wichtigeren physika-

lischen mechanischen und Verspannungseigenschaften des Werkzeuges hängt eng zusammen. Das durch VNIIAS vorgeschlagene „akustisches Parameter“ kann, wie das Elastizitätsmodul eine hochwertige Information geben. Im Laufe der komplexen Untersuchungen in der heimischen abrasiven Werkzeugproduktion wurde die Effektivität der Rundscheibegualifizierung nach akustisches Parameter festgestellt.

Voronko, Jurij: Acoustical Examination of Abrasive Tools

The physical-mechanical as well as cutting properties of abrasive tools are in significant correlation with elastic properties, as determined by acoustical methods. The so-called „acoustical parameter“ as devised by VNIIAS also gives informations of high importance, similarly to the modulus of elasticity. Complex investigations during abrasive tool manufacture in Hungary proved that the „acoustical parameter“ plays a decisive role in the quality assurance of grinding wheels.

A világ szilikátiparából

Újabb üvegszálgyár az NSZK-ban

A japán Sumitomo Electric, Osaka cég licencladási szerződést kötött a Wacker-Chemitronic, NSZK vállalattal optikai kábeleknél a VAD (vapor axial deposition = tengelymenti rügzölögtetés) eljárással történő gyártására. A japán eljárás eltér a Corning Glass által kifejlesztett és a Siemens által átvett technológiától és jól továbbfejleszhető. A Wacker-Chemitronic Burghausen-i üzemében az üvegszálgyártás alapanyaga a szilícium-tetraklorid melléktermékként keletkezik a szupertisztaságú fémszilícium gyártásánál. Ez utóbbiból a Wacker-Chemitronic látja el az NSZK piac 45–50%-át. A cég kábelt nem kíván gyártani csak az elemi szálakat. Az új üzem első lépcsőjének beruházási költségét 70–80 M DEM-re becsülik és a gyár 100 dolgozónak nyújt majd kereseti lehetőséget. Az üzem már az első beruházási lépésben túlszárnyalja a Siemens Üvegszálgyár 80 000 km/év kapacitását.

(Handelsblatt, 1984. dec. 11.)

Épül az NSZK legnagyobb optikai szálgyártóüzeme

80 000 km/év üvegszálakat gyárt majd a Siemens AG, München és a Corning, New York vegyesvállalat 70 M DEM költséggel épülő optikai szálüzeme. Az üzem úgy épül, hogy elfogadható ráfordítással 200 000 km/évre lehesen bővíteni a kapacitást. Az új vállalat a Gesellschaft für Lichtwellenleiter mbH+Co KG, Neustadt majdnem akkora, mint a Szövetségi Kartellhivatal vétőjén megbukott berlin Üvegszál-Kábelgyár (AEG, Kabelmetal PKI, Siemens és SEL), melynek tervezett kapacitása 100 000 km/év lett volna. Az új gyár induláskor 100 főt foglalkoztat. A termelés 1986-ban kezdődik. A gyártási eljárást a Corning, USA adja és ezzel a módszerrel az USA-ban 1984 végéig közel 500 000 km üvegszálkábelt készült. (Siemens+Corning = Siecor). A világpiac jelenlegi forgalma 1,5 Mrd DEM/év, ennek 35%-a jut a Siecor cégre, míg az első helyen az AT+T vállalat áll.

(Handelsblatt, 1984. dec. 4.)

Kerámia alkatrészek motorokhoz és turbina hajtóművekhez

A kerámia alkatrészeket nagy keménységük, kis kopásuk, nagy korrózióállóságuk, kis súlyuk, alacsony hővezetőképességük teszi vonzóvá a motorgyártás számára. Hátrányuk ezzel szemben a ridegség. Ennek ellenére a műszaki kerámiák alkalmazásának esélyei legalább akkorak, mind a bevezetés gondoljai.

A VDI (Verein Deutscher Ingenieure) Baden-Badenban szakemberek vezetésével megvitatta a témakört. Dr. Hausner a Berlini Műszaki Egyetem tanára fejlesztési főcélul a szilárdság növelését javasolta. Itt a kalcium-, magnézium- és yttrium-oxidall, részben stabilizált cirkon-dioxidnak, cirkondioxid betétes alumíniumoxidnak és a kerámiánál erősítésű kerámiáknak van jövője.

Dr. V. Dvorak (Feldmühle AG) azt hangsúlyozta, hogy az egy- és többalkotós porok hidegsajtolása, formaszórása, melegsajtolása vagy extrudálása majd ezt követő zsurgrítása (1400–2100 °C) nehezen teszi lehetővé a tökéletesen egyenletes minőség biztosítását. Az ipar már számos alumíniumoxid és szilíciumnitrid terméket gyárt, melyek bár erősen eltérő tulajdonságúak, 1100 °C körüli hőmérsékleteken hajlított szilárdság szempontjából felülmúlják a fémeket. A cirkondioxid a keménységen kívül szívósságával is kitűnik. Kerámia-tektes alkalmazása csökkenti a kopást, de ezen a téren a kerámiaipar, a gépkocsigyártás és a kenőanyaggyártás együttműködése szükséges, mert számos kerámia számára még nem is rendelkezünk megfelelő vagy pláne optimális kenőanyagokkal.

Optimális anyag és kerámia cirkondioxidból gyártott hengerperselyhez, szelepvezetéshez, szelepelemek gyártására. A kerámiaalkatrészek és főmek összekötésére a ragasztás csak az egyik módszer. Alkalmazzák már az alkatrészeknek folyékony nitrogénben történő méretcsökkentését és a hideg alkatrészt a fémbe fogásba behelyezve, az környezeti hőmérsékletre felmelegedve igen jó kötést biztosít.

A cirkondioxid szelepvezetés még a Stellit keményfémekkel szemben is többszörös élettartamot jelent a csökkent kopás miatt. Szivattyúk tömítő-

gyűrűiben az alumíniumoxid-keményszén kombináció vezetett igen jó eredményekhez.

Míg a kerámiák kopásállóságát a motorteknikában már sokfelé használják, a „hőszigetelt” motor kérdésében még csak a kísérleteknél tartanak. A kis hővezetésű alkatrészek alkalmazása lehetővé tenné a motorhűtés elhagyását, ami jelentősen csökkentené az üzemanyagfogyasztást. A melegebb égésgázok lehetővé tennék a turbocompound motorok szériagyártását.

A kerámia alkatrészek alkalmazása rövidítené a hidegindítás időtartamát, lehetővé tenné a füstgáztisztítás nagyobb hőmérsékletét és csökkentené a motorzajt. Új termék az alumínium-titanát (ATI: Al₂TiO₅), mely a cirkondioxiddal együtt a jövő anyaga a robbanómotor számára. Az ATI alkalmazása – kisebb szilárdsága miatt azonban általában fémfoglatot igényel.

Kisebbsé a magnézium-alumínium-szilikát szilárdsága, de egyúttal a hőtágulása is ezért a kis mechanikai igénybevételnek, de erős hőlökéseknek kitett helyeken alkalmazható.

A szilíciumnitrid (Si₃N₄) és a szilíciumkarbid (SiC) kb. 60%-kal könnyebbek a „szuperötvezetéknel”, 1540 °C körül szilárdabbak és elég hőlökésállóak.

Dr. S. Mielke a Kolbenschmidt AG cégtől beszámolt a belsőégésű motorokban alkalmazott kerámia betétekkel szerzett negatív és pozitív tapasztalatokról számolt be. Cirkondioxid égésterbetéttel a kerámiabetét nagy szilárdsága és hőszigetelőképesége következtében igen jó eredményeket ért el.

A turbomotorok lapátkerégyártásánál jó eredményeket adtak a kerámia lapátkerék, de jobbnak ígérkezik, ha valamilyen szuperötvezetre plazmaszórással visszük fel a kopásálló kerámia réteget.

A Baden-Baden-i értekezletet követő sajtókonferencián nyilvánvalóvá vált, hogy a kerámia motoralkatrészek üzemi bevezetéséig még több megoldandó kérdés van és az arról is csak később lehet beszélni. Egy biztos: a kerámiák alapanyaga legnagyobb részben európai eredetű és nem függ a világpiac áringadozásaitól, ami a tengeren túlról érkező fémekre annyira jellemző.

(Blick durch die Wirtschaft, 1985. márc. 6.)

A statisztikai rezonanciáról (I.)

PETHŐ SZILVESZTER

Nehézipari Műszaki Egyetem, Ásványelőkészítési Tanszék, Miskolc

1. Bevezetés

A szitaberendezést, a rezgő szállítócsatornát, az ülepítőgépet a statisztikus rezonancia törvényeinek megfelelően üzemeltetve, a berendezés egyetlen lökétének ideje (ill. ennek egész számú többszöröse) és az általa elhajított szemcsének a közegben való tartózkodási ideje pontosan megegyezik, így a szemcse visszaesésének pillanatában az eldobás is bekövetkezik. Az így üzemeltetett berendezések kapacitása a legnagyobb, kopásuk a lehető legkisebb, a sziták szétválasztási élessége a legjobb [5].

A statisztikus rezonancia törvényeinek megállapításánál légüres teret tételezünk fel. Az így levezetett törvények levegő közegre is alkalmazhatók, mivel relatíve kis távolságoknak a szemcse által való megtételére légüres térben és levegő közegben gyakorlatilag azonos időre van szükség. [2, 3, 4].

A szakirodalomban a statisztikus rezonancia alap-törvényére, tehát a berendezésnek a nehézségi gyorsulásához viszonyított gyorsulására a $(\pi^2 + 1)^{1/2} \approx 3,3$ összefüggés található. Ez az összefüggés vízszintes szitalapot és a szemcsének függőleges eldobását tételezi fel, tehát csak egy határesetre igaz. A szükséges relatív gyorsulás azonban 3,3-tól mindkét irányban lényegesen eltér, ha a szitalap hajlásszöge és a szemcse eldobási szöge az előbbi értékektől különbözik. A statisztikus rezonancia egyéb paramétereinek, mint az eldobás pillanatában a meghajtó mechanizmus szögállása, a szemcse löketenkénti útja, előrehaladási sebessége és a szitalappal ütköző szemcse pályájának becsapódási szöge a berendezések kapacitását, ezenkívül szitalásnál a szétválasztás élességét nagymértékben befolyásolják. Mindezek levezetése, a paraméterek több irányú vizsgálata csak egy hosszabb tanulmány keretén belül volt lehetséges.

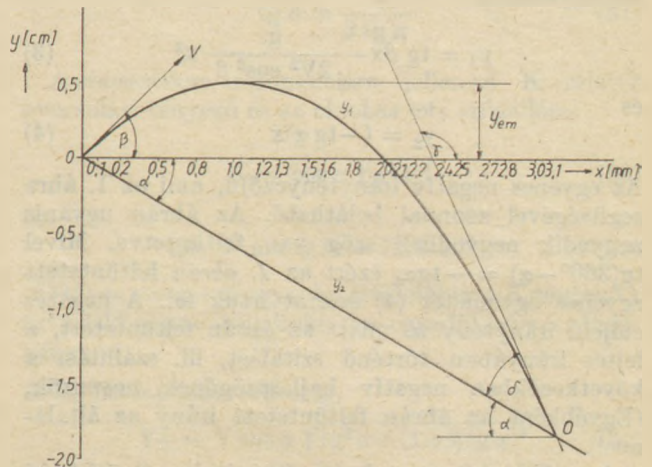
A levezetett összefüggések kisebb módosításokkal akkor is alkalmazhatók, ha a berendezés nem a statisztikus rezonanciának megfelelően üzemel.

A következőkben előbb ún. negatív és pozitív hajlásszögű berendezésre a statisztikus rezonancia paramétereit külön-külön levezetjük, majd az egyes paramétereknek a szita hajlásszögének, a szemcse eldobásának szögállása és kezdő sebessége függvényében való vizsgálatát elvégezzük.

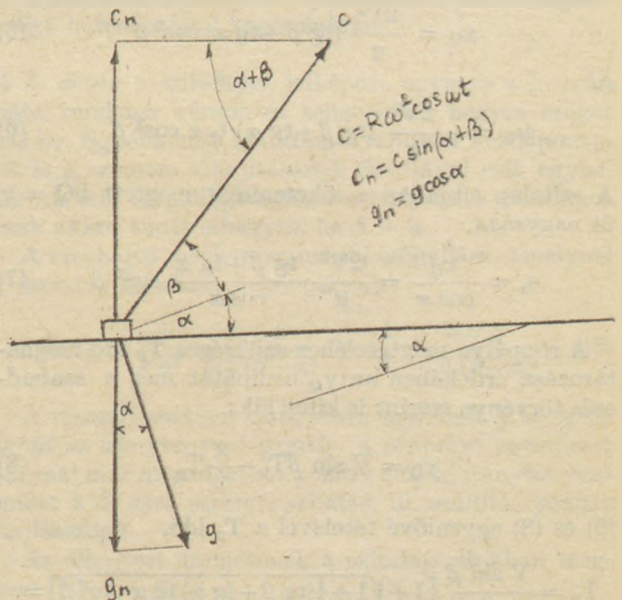
2. A statisztikus rezonancia paramétereit negatív hajlásszögű berendezéssel kapcsolatban

Az 1. ábrán az α hajlásszögű szitalapot, ill. szállítócsatornát ferde egyenes jelzi. Erről a szemcse β szög alatt V kezdősebességgel van elhajítva. A koordináta rendszer O kezdőpontja a szitalapon az eldobás helyével egyezik meg. Az ábrán az eldobott szemcse röppályája és a szitalappal való ütközésének Q pontja

$$\begin{aligned} \alpha &= 30^\circ & y_a &= -1,8214 \text{ [cm]} & \bar{r} &= 114,8961^\circ \\ \beta &= 45^\circ & x_a &= 3,1547 \text{ [cm]} & \bar{d} &= 35,1039^\circ \\ \frac{V^2}{2g} &= 1 \text{ [cm]} & OQ &= 3,6427 \text{ [cm]} & T &= 0,1007 \text{ [s]} \\ V &= 44,2945 \text{ [cm/s]} & y_m &= 0,5000 \text{ [cm]} & & \end{aligned}$$



1. ábra. Negatív hajlásszögű szitalás röppályájának paramétereit



2. ábra. Az α hajlásszögű berendezésen levő egységnyi tömegű szemcsére ható erők

is fel van tüntetve. A statisztikus rezonancia alapvető feltételének megfelelően az eldobás és az ütközés a szitalap ugyanazon szögállásánál következik be, ezért az α hajlásszögű szitalap egyetlen ferde egyenessel ábrázolható. Az ábrán a szemcsére ható erők és ezeknek a szitalapra merőleges komponensei a 2. ábrán vannak feltüntetve. Az egységnyi tömegű szemcsére ható $c = r\omega^2 \cos \omega t$ erőt a szitaberendezés meghajtó mechanizmusa közvetíti. g a nehézségi

gyorsulás. c -nek és g -nek a szitalapra merőleges komponensei c_n és g_n . A szemcse eldobása t_1 időpillanatban ωt_1 szögállásnál következik be,

$$\cos \omega t_1 = \frac{g}{r\omega^2} \frac{\cos \alpha}{\sin(\beta + \alpha)} = \frac{1}{K} \frac{\cos \alpha}{\sin(\beta + \alpha)} \quad (1)$$

Ugyanebben az időpillanatban V kezdősebesség a berendezés sebességével egyezik meg,

$$V = r\omega \sin \omega t_1 \quad (2)$$

A szemcse röppályájának és az α hajlásszögű egyenes egyenletei.

$$y_1 = \operatorname{tg} \beta x - \frac{g}{2V^2 \cos^2 \beta} x^2 \quad (3)$$

és

$$y_2 = (-\operatorname{tg} \alpha)x \quad (4)$$

Az egyenes negatív iránytényezőjű, ami az 1. ábra segítségével azonnal belátható. Az ábrán ugyanis negyedik negyedbeli szög van feltüntetve. Mivel $\operatorname{tg}(360^\circ - \alpha) = -\operatorname{tg} \alpha$, ezért az 1. ábrán feltüntetett egyenes egyenletét (4) szerint írtuk fel. A negatív előjelű iránytényező miatt az ábrán feltüntetett, a lejtés irányában történő szitalást, ill. szállítást a következőkben negatív hajlásszögűnek nevezzük. (Egyébként az ábrán feltüntetett irány az általános!)

Az előbbi két egyenlet segítségével a Q ütközési pont x_Q és y_Q koordinátái számíthatók,

$$x_Q = \frac{2V^2}{g} (\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \alpha) \cos^2 \beta \quad (5)$$

és

$$y_Q = -\frac{2V^2}{g} (\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \alpha) \operatorname{tg} \alpha \cos^2 \beta \quad (6)$$

A szitalap síkjában a löketenként megtett $\overline{OQ} = s_n$ út nagysága,

$$s_n = \frac{x_Q}{\cos \alpha} = \frac{2V^2}{g} \frac{\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \alpha}{\cos \alpha} \cos^2 \beta \quad (7)$$

A röppálya megtételéhez szükséges T_p idő meghatározása érdekében az y_Q ordinátát még a szabadesés törvénye szerint is kifejtjük:

$$y_Q = V \sin \beta T_p - \frac{g}{2} T_p^2 \quad (8)$$

(6) és (8) egyenlővé tételével a T_p idő,

$$\begin{aligned} T_p &= \frac{V \sin \beta}{g} [1 + \sqrt{1 + 4(\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \alpha) \operatorname{tg} \alpha \operatorname{ctg}^2 \beta}] = \\ &= \frac{2V}{g} \cos \beta (\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \alpha) \end{aligned} \quad (9)$$

A Q ütközési pontban a röppálya iránytényezője $\operatorname{tg} \gamma$. Ezt az iránytényezőt a következők szerint lehet kiszámítani,

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{\left(\frac{dy}{dt}\right)_Q}{\left(\frac{dx}{dt}\right)_Q} = \frac{V \sin \beta - g T_p}{V \cos \beta} = \operatorname{tg} \beta - \frac{g}{V \cos \beta} T_p \quad (10)$$

Az előbbi T_p időt ide behelyettesítve,

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \gamma &= -\operatorname{tg} \beta \sqrt{1 + 4(\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \alpha) \operatorname{tg} \alpha \operatorname{ctg}^2 \beta} = \\ &= -(\operatorname{tg} \beta + 2 \operatorname{tg} \alpha) \end{aligned} \quad (11)$$

Ezen egyenlet értelmében negatív hajlásszögű szitalásnál γ mindig tompaszög. Nagysága független a V kezdősebességtől, csak az α szitalhajlásszög és a szemcse β eldobási szögének függvénye.

Szitalástechnológiai szempontból nagy jelentősége van a δ becsapódási szögnek. δ a szitalap síkja és az ütközési pontban a röppálya érintője által bezárt szög. Az 1. ábra szerint $\delta = 180^\circ - \alpha - \gamma$. A $\operatorname{tg} \gamma$ -ra levezetett előbbi összefüggés figyelembevételével,

$$\operatorname{tg} \delta = \operatorname{tg} [(180^\circ - \alpha) - \gamma] = \frac{\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \alpha}{1 + \operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \alpha + 2 \operatorname{tg}^2 \alpha} \quad (12)$$

Ezen függvény vizsgálata azt mutatja, hogy a becsapódási szög 90° -nál kisebb. Csak vízszintes szitalapon és $\beta = 90^\circ$ mellett $\delta = 90^\circ$. Ezzel a függvénnyel a becsapódási szög nagyságának fontossága miatt a későbbiekben igen részletesen foglalkozunk.

A statisztikus rezonancia alaptörvényeinek meghatározása érdekében előbb írjuk fel a szitalaberendezés egyetlen löketének T_1 idejét

$$T_1 = \frac{2\pi}{\omega} \quad (13)$$

formában. Ezt követően a (2) szerinti V kezdősebességet helyettesítsük be a röppálya idejének (9) egyenletébe. A T_1 és T_p idők egyenlővé tételével,

$$\frac{2\pi}{\omega} = \frac{r\omega}{g} \sin \omega t_1 \sin \beta [1 + \sqrt{1 + 4(\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \alpha) \operatorname{tg} \alpha \operatorname{ctg}^2 \beta}] \quad (14)$$

$$\sin \omega t_1 = \frac{1}{K} \frac{2\pi}{\sin \beta [1 + \sqrt{1 + 4(\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \alpha) \operatorname{tg} \alpha \operatorname{ctg}^2 \beta}]} \quad (15)$$

$\sin^2 \omega t_1 + \cos^2 \omega t_1 = 1$ képzésével a K jellemző az előbbi és az (1) sorszámú egyenletek segítségével meghatározható ($K = r\omega^2/g$):

$$\begin{aligned} K &= \\ &= \sqrt{\frac{(2\pi)^2}{\sin^2 \beta [1 + \sqrt{1 + 4(\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \alpha) \operatorname{tg} \alpha \operatorname{ctg}^2 \beta}]^2} + \frac{\cos^2 \alpha}{\sin^2(\alpha + \beta)}} \end{aligned} \quad (16)$$

$\sin \omega t / \cos \omega t = \operatorname{tg} \omega t$ képzésével és ugyancsak a (15) és (1) sorszámú egyenletek figyelembevételével az eldobás szögállásának iránytényezője

$$\operatorname{tg} \omega t_1 = \frac{2\pi \sin(\alpha + \beta)}{\sin \beta \cos \alpha [1 + \sqrt{1 + 4(\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \alpha) \operatorname{tg} \alpha \operatorname{ctg}^2 \beta}]} \quad (17)$$

Az előbbi két egyenlet mindegyike egyszerűbb formában is felírható. (16) első tagjának nevezőjében kijelölt műveletek elvégzésével.

$$\frac{1}{\sin^2 \beta [1 + \sqrt{1 + 4(\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \alpha) \operatorname{tg} \alpha \operatorname{ctg}^2 \beta}]^2} = \frac{1}{4} \frac{\cos^2 \alpha}{\sin^2(\beta + \alpha)} \quad (18)$$

A (17) számlálójában levő $\sin(\alpha + \beta)$ -át az ismert módon kifejtve, majd a kijelölt műveleteket itt is elvégezve,

$$\frac{2 \sin(\alpha + \beta)}{\sin \beta \cos \alpha [1 + \sqrt{1 + 4(\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \alpha) \operatorname{tg} \alpha \operatorname{ctg}^2 \beta}]} = 1 \quad (19)$$

(18)-at (16)-ba, majd (19)-et (17)-be visszahelyettesítve

$$K = \frac{\cos \alpha}{\sin(\beta + \alpha)} \sqrt{\pi^2 + 1} \quad (20)$$

és

$$\operatorname{tg} \omega t_1 = \pi \quad (21)$$

Így a meghajtó mechanizmus azon szögállása, amelyenél a szemcse eldobása bekövetkezik,

$$\omega t_1 = \arctan \pi = 72,3432^\circ \quad (22)$$

A statisztikus rezonanciára vonatkozó ezen alap-törvények értelmében a K relatív gyorsulás a $(\pi^2 + 1)^{1/2} \cong 3,3$ állandónak, továbbá a szitahajlásszögtől és az eldobási szögtől függő, változó jellegű $\cos \alpha / \sin(\beta + \alpha)$ tag szorzata. A meghajtó mechanizmus azon ωt_1 szögállása, amelyenél az eldobás bekövetkezik, (22) értelmében $\arctan \pi$ -vel állandó érték.

Statisztikus rezonancia esetén a V kezdősebesség:

$$V = r\omega \frac{\pi}{\sqrt{1 + \pi^2}} = 0,9529 r\omega \quad (23)$$

Ezen egyenlet értelmében a V kezdősebesség a π -től függő állandónak és $r\omega$ szorzata. A kezdősebesség is független a szitalap α hajlásszögétől és a szemcse eldobásának β szögétől.

A Q becsapódási pontban a szemcse V_Q sebességét a

$$V_Q^2 = (V \cos \beta)^2 + (V \sin \beta - gT_p)^2 \quad (24)$$

egyenletből lehet meghatározni. A (9) szerinti T_p behelyettesítése után a V_Q becsapódási sebesség:

$$V_Q = V \sqrt{\cos^2 \beta + [\sin \beta - 2(\operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \alpha) \cos \beta]^2} = V \cos \beta \sqrt{1 + (\operatorname{tg} \beta + 2 \operatorname{tg} \alpha)^2} \quad (25)$$

Ezen sebességnek a szitalapra merőleges V_{Q1} komponense

$$V_{Q1} = V_Q \cos(90^\circ - \delta) = V_Q \sin \delta = V_Q \sin(\gamma + \alpha) \quad (26)$$

2.1. A negatív hajlásszögű szítálás paraméterei merőleges eldobás mellett

Az α hajlásszöggel felállított elektromágneses vibrátorok gerjesztése a szitalapra merőlegesen történik. A szemcsék eldobása is a gerjesztés irányában, tehát a szitalapra merőlegesen következik be. A rezgő szállítócsatornák is gyakran ugyanúgy működnek.

A vizsgált speciális esetben $\beta = 90^\circ - \alpha$. Ennek megfelelően a szemcse eldobása a meghajtó mechanizmus

$$\cos \omega t_1 = \frac{g}{r\omega^2} \quad (27)$$

szögállásánál következik be. Az elhajtott szemcse a szitalap síkjában

$$s_s = \frac{2V^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} \quad (28)$$

utat tesz meg. A röppálya T_p ideje

$$T_p = \frac{V \cos \alpha}{g} [1 + \sqrt{1 + 4(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha) \operatorname{tg}^2 \alpha}] = \frac{2V}{g \cos \alpha} \quad (29)$$

Az ütközési pontban a röppálya és a becsapódás $\operatorname{tg} \gamma$ és $\operatorname{tg} \delta$ iránytényezője:

$$\operatorname{tg} \gamma = -\operatorname{ctg} \alpha \sqrt{1 + 4(1 + \operatorname{tg}^2 \alpha) \operatorname{tg}^2 \alpha} = -\left(\frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} + 2 \operatorname{tg} \alpha\right) \quad (30)$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1}{2 \operatorname{tg} \alpha} \quad (31)$$

A statisztikus rezonanciára jellemző K relatív gyorsulási tényező és az eldobás ωt_1 szögállása,

$$K = \cos \alpha \sqrt{\pi^2 + 1} \quad (32)$$

és

$$\omega t_1 = \arctan \pi = 72,3432^\circ \quad (33)$$

A (32)-es sorszámú egyenlet értelmében a K tényező a $(\pi^2 + 1)^{1/2}$ állandótól eltekintve egyedül $\cos \alpha$ függvénye.

A V_Q becsapódási sebesség,

$$V_Q = V \cos \alpha \sqrt{\operatorname{tg}^2 \alpha + (1 + 2 \operatorname{tg} \alpha)^2} \quad (34)$$

3. A statisztikus rezonancia paraméterei pozitív hajlásszögű berendezéssel kapcsolatban

A 3. ábrán a szitalapot jelképező egyenes a koordináta rendszer vízszintes tengelyével hegyes szöget zár be. Egyébként a koordináta rendszer kezdőpontja itt is a szemcse elhajításának pontjával esik egybe. Az ábráról megállapíthatóan a szemcse a szitalapot csak akkor tudja elhagyni, ha $\beta > \alpha$.

A meghajtó mechanizmus ωt_1 szögállása, amelyenél a szemcse eldobása bekövetkezik:

$$\cos \omega t_1 = \frac{g}{r\omega^2} \frac{\cos \alpha}{\sin(\beta - \alpha)} = \frac{1}{K} \frac{\cos \alpha}{\sin(\beta - \alpha)} \quad (35)$$

A vizsgált esetben az egyenes egyenlete $y = \operatorname{tg} \alpha x$. tehát az iránytényező pozitív. A röppálya egyenletét (3)-mal már megadtuk. A pozitív előjelű iránytényező miatt a 3. ábra szerinti szítálás, ill. szállítás pozitív hajlásszögű.

Az elhajtott szemcsének a szitalap síkjában megtett $OQ = s_s$ útja

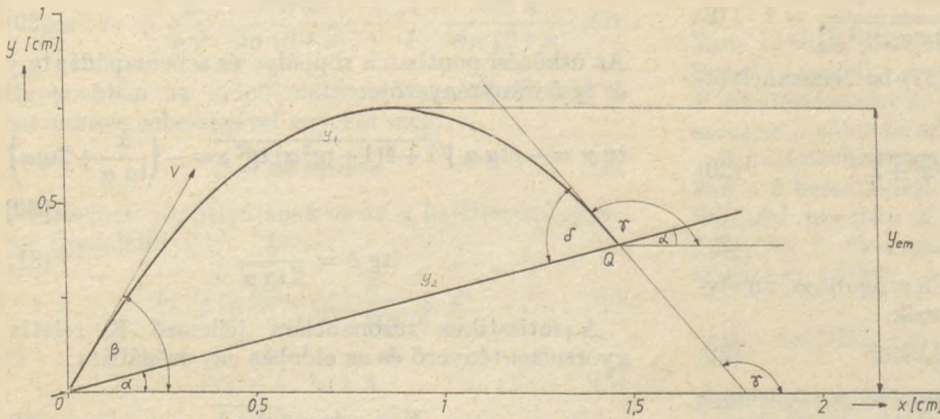
$$s_s = \frac{2V^2 \operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha}{g \cos \alpha} \cos^2 \beta \quad (36)$$

az eldobás és a visszaesés között eltelt T_p idő,

$$T_p = \frac{V \sin \beta}{g} [1 + \sqrt{1 - 4 \operatorname{tg} \alpha (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha) \operatorname{ctg}^2 \beta}] = \frac{2V}{g} \cos \beta (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha) \quad (37)$$

Az ütközési pontban a szemcse pályájának $\operatorname{tg} \gamma$ és $\operatorname{tg} \delta$ iránytényezője,

$$\begin{array}{lll} \alpha = 15^\circ & u_x = 0,3929 \text{ [cm]} & \pi = 129,8961 \\ \beta = 60^\circ & x_0 = 1,4647 \text{ [cm]} & \delta = 54,8961^\circ \\ \frac{V}{g} = 1 \text{ [cm]} & \overline{OQ} = 1,5158 \text{ [cm]} & T = 0,0480 \text{ [s]} \\ v = 44,2945 \text{ [cm/s]} & u_y = 0,7500 \text{ [cm]} & \end{array}$$



3. ábra. Pozitív hajlásszögű szítálás röppályájának paraméterei

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \gamma &= -\operatorname{tg} \beta \sqrt{1 - 4 \operatorname{tg} \alpha (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha) \operatorname{ctg}^2 \beta} = \\ &= -(\operatorname{tg} \beta - 2 \operatorname{tg} \alpha) \end{aligned} \quad (38)$$

és

$$\operatorname{tg} \delta = \operatorname{tg} [(180 + \alpha) - \gamma] = \frac{\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha}{1 - \operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \alpha + 2 \operatorname{tg}^2 \alpha} \quad (39)$$

A statisztikus rezonanciára vonatkozó K jellemző és az ωt_1 szögállás meghatározása érdekében itt is szükség van $\cos \omega t_1$ és $\sin \omega t_1$ értékeire. Az előbbi a szemese eldobásának (35) szerinti feltételéből adódik. Az utóbbit a (37) szerinti T_p és a (13)-mal megadott T_1 idők egyenlőségéből lehet kiszámítani,

$$\sin \omega t_1 = \frac{1}{K} \frac{2\pi}{\sin \beta [1 + \sqrt{1 - 4 \operatorname{tg} \alpha (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha) \operatorname{ctg}^2 \beta}]} \quad (40)$$

(35) és (40) egyenletek négyzetösszegéből a K relatív gyorsulás:

$$K = \frac{1}{\sqrt{\frac{(2\pi)^2}{\sin^2 \beta [1 + \sqrt{1 - 4 \operatorname{tg} \alpha (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha) \operatorname{ctg}^2 \beta}]^2} + \frac{\cos^2 \alpha}{\sin^2 (\beta - \alpha)}}}} \quad (41)$$

Az első tag nevezője:

$$\frac{1}{\sin^2 \beta [1 + \sqrt{1 - 4 \operatorname{tg} \alpha (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha) \operatorname{ctg}^2 \beta}]^2} = \frac{1}{4} \frac{\cos^2 \alpha}{\sin^2 (\beta - \alpha)} \quad (42)$$

Visszahelyettesítés után a K relatív gyorsulás,

$$K = \frac{\cos \alpha}{\sin (\beta - \alpha)} \sqrt{\pi^2 + 1} \quad (43)$$

Ezen egyenlet értelmében pozitív hajlásszögű szítálásnál a relatív gyorsulás a $(\pi^2 + 1)^{1/2}$ állandónak és a változó jellegű $\cos \alpha / \sin (\beta - \alpha)$ tag szorzata.

A (40) és (35) sorszámú egyenletek osztásával,

$$\operatorname{tg} \omega t = \frac{2\pi \sin (\beta - \alpha)}{\sin \beta \cos \alpha [1 + \sqrt{1 - 4 \operatorname{tg} \alpha (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha) \operatorname{ctg}^2 \beta}]} \quad (44)$$

Egyszerű átalakítások után az előbbi egyenlet

$$\operatorname{tg} \omega t_1 = \pi; \quad \omega t_1 = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \pi = 72,3432^\circ \quad (45)$$

szerint alakul. A (45)-ös sorszámú egyenlet értelmében a pozitív hajlásszögű szítáláskor is függetlenül a szitalap α hajlásszögétől és a β eldobás szögétől, a szitalapról történő elhajítás a meghajtó mechanizmus arc $\operatorname{tg} \pi$ szögállásánál következik be.

A Q pontba érkező szemese V_Q becsapódási sebessége,

$$\begin{aligned} V_Q &= V \sqrt{\cos^2 \beta + [\sin \beta - 2 (\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha) \cos \beta]^2} = \\ &= V \cos \beta \sqrt{1 + (-\operatorname{tg} \beta + 2 \operatorname{tg} \alpha)^2} \end{aligned} \quad (46)$$

Ezen sebességnek a szitalapra merőleges V_{Q1} összetevője a 3. ábra szerint.

$$V_{Q1} = V_Q \cos (90^\circ - \delta) = V_Q \sin \delta = V_Q \sin (\gamma - \alpha) \quad (47)$$

4. A szitalapon mozgó szemese paramétereinek vizsgálata

A következőkben a szitalapon, ill. a szállítóesatornán mozgó szemcsének löketenként megtett útját, a tartózkodási időt, az előrehaladási sebességet, a becsapódási szöget, végül a statisztikus rezonanciára jellemző relatív gyorsulási K tényező alakulását részletesen elemezzük. Mindezek a berendezések kapacitását, a szítálásnál a szétválasztás élességét is befolyásolják. Fontossága miatt a becsapódási szög és a relatív gyorsulási tényező elemzése külön fejezetben történik.

4.1. A löketenként megtett út vizsgálata

A löketenként megtett s_s út nagyságának és ezen keresztül a kapacitásnak a V kezdősebességtől és a berendezés α hajlásszögétől való függése a levezetett összefüggések értelmében egyértelmű. A következőkben a löketenként megtett út és a β eldobási szög kapcsolatát vizsgáljuk meg.

A (7), ill. a (36) sorszámú, a megtett út nagyságára vonatkozó összefüggések a következők szerint is felírhatók,

$$s_s = \frac{2V^2 \operatorname{tg} \beta \pm \operatorname{tg} \alpha}{g \cos^2 \alpha} \cos^2 \beta =$$

$$= \frac{V^2}{g \cos^2 \alpha} [\sin 2\beta \pm \operatorname{tg} \alpha (1 + \cos 2\beta)] \quad (48)$$

Ezen egyenlettel kapcsolatban a következő trigonometriai összefüggést alkalmaztuk:

$$2 \cos^2 \beta = 1 + \cos 2\beta$$

A (48)-as sorszámú összefüggés további átalakításával.

$$s_s = \frac{V^2}{g \cos^2 \alpha} (\sin 2\beta \pm \operatorname{tg} \alpha \cos 2\beta) \pm \frac{V^2}{g \cos^2 \alpha} \operatorname{tg} \alpha =$$

$$= \frac{V^2}{g \cos^2 \alpha} [\sin (2\beta \pm \alpha) \pm \sin \alpha] \quad (49)$$

A levezetett összefüggés szerint a löketenként megtett út a β eldobási szög függvényében a szinusz függvény szerint periódikusan változik.

A löketenkénti maximális távolság szélső érték számításával határozható meg:

$$\frac{\partial s_s}{\partial \beta} = \frac{2V^2}{g \cos^2 \alpha} \cos (2\beta \pm \alpha) = 0 \quad (50)$$

A maximumhely,

$$2\beta \pm \alpha = \frac{\pi}{2} + n\pi; \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (51)$$

Ez pedig annyit jelent, hogy α hajlásszögű szitalapon azonos V kezdősebesség mellett egy-egy löket alkalmazásával a szemcse akkor kerül a legmesszebbre, ha

$$\beta = \frac{90 \mp \alpha}{2} \quad (52)$$

A maximális s_{\max} távolság,

$$s_{\max} = \frac{V^2}{g \cos^2 \alpha} (1 \mp \sin \alpha) \quad (53)$$

Ha $\beta = \mp \alpha$, ill. $\beta = 90^\circ$, úgy $s_s = 0$. — Ha pedig $\beta = (180 \mp \alpha)/2$, akkor

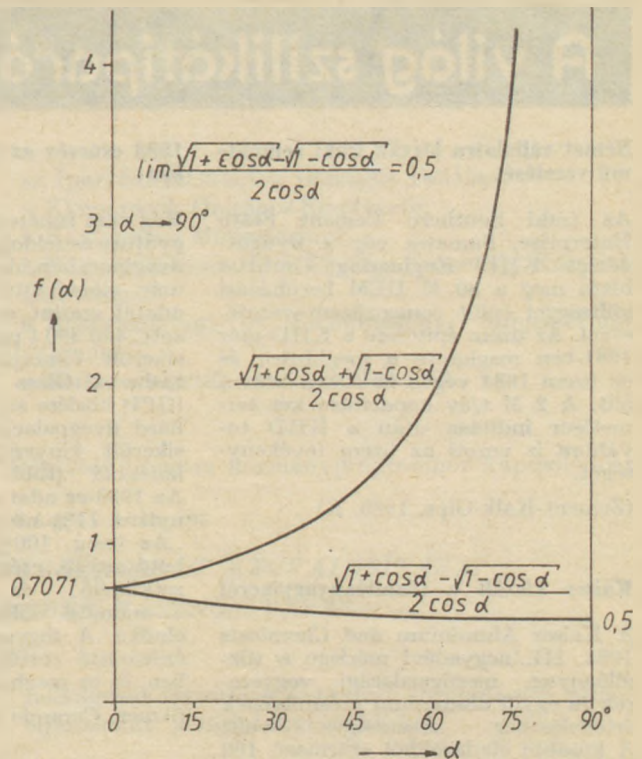
$$s_s = \pm \frac{V^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} \quad (54)$$

Az (53) összefüggésben szereplő $(1 + \sin \alpha)/\cos^2 \alpha$ és az $(1 - \sin \alpha)/\cos^2 \alpha$ függvények változását a 4. ábrán lehet megtalálni. $\alpha = 0^\circ$ -nál mindkét függvény értéke 1. 90° -os szitahajlásszögnél az előbbi függvény értéke ∞ , az utóbbi függvény határértéke 0,5. Az ábrán feltüntetett két függvény alakulása tehát a szitahajlásszög függvényében a löketenkénti maximális távolságokkal arányos, ami $\beta = (90^\circ - \alpha)/2$ eldobási szögeknél következik be.

4.2. A tartózkodási idő vizsgálata

Az eldobott szemcse T_p tartózkodási ideje a β szög függvényében szintén a szinusz függvény szerint periódikusan változik. Ennek bizonyítása érdekében a (9) és (37) szerinti időket a következők szerint alakítjuk át:

$$T_p = \frac{2V}{g} \cos \beta (\operatorname{tg} \beta \pm \operatorname{tg} \alpha) = \frac{2V}{g \cos \alpha} \sin (\beta \pm \alpha) \quad (55)$$



4. ábra. Az $\frac{1 \pm \sin \alpha}{\cos^2 \alpha}$ függvények változása α függvényében

A T_p tartózkodási idő (55)-ből megállapíthatóan akkor a legnagyobb, ha $\sin (\beta \pm \alpha) = 1$, tehát akkor, ha a szemcse eldobása a szitalpra merőlegesen történik,

$$\beta = 90^\circ \mp \alpha \quad (56)$$

A maximális tartózkodási idő (56)-nak (55)-be történő behelyettesítésével

$$T_{p \max} = \frac{2V}{g \cos \alpha} \quad (57)$$

Ha $\beta \pm \alpha = 0^\circ$, ill. 180° , úgy a szemcse nem dobódik el, a tartózkodási idő 0.

$\beta = 90^\circ - \alpha$ -át (49)-be helyettesítve, negatív hajlásszögű szitán merőleges eldobás mellett a szemcse által egy löket alatt megtett s_l út hosszát lehet megállapítani,

$$s_l = \frac{2V^2 \sin \alpha}{g \cos^2 \alpha} \quad (58)$$

Ez az összefüggés (28)-cal egyezik meg.

Az előbbi és az (53) szerinti maximális úthossz aránya,

$$\frac{s_l}{s_{\max}} = \frac{2 \sin \alpha}{1 + \sin \alpha} \quad (59)$$

(58)-at (54)-gyel összehasonlítva azt találjuk, hogy $\beta = (180^\circ - \alpha)/2 = 90^\circ - \alpha/2$ eldobási szöggel szemben merőleges eldobáskor, $-\beta = 90^\circ - \alpha$, a szemcse elhajítása kétszer olyan messzire következik be.

(Folyt. köv. a júliusi számunkban.)

A világ szilikátiparából

Német vállalatra bízzák iraki cement-mű vezetését

Az iraki Southern Cement State Enterprise, Samawa cég a nyugat-német KHD Engineering GmbH-t bízta meg a 80 M DEM beruházási költséggel épült cementüzem vezetésével. Az üzem építésére a KHD már 1981-ben megkapta a megbízást, és az üzem 1984 végén indításra készen állt. A 2 M t/év kapacitású két termelősort indítása után a KHD továbbra is vezeti az üzem tevékenységét.

(Zement-Kalk-Gips, 1985. 1.)

Kaiser kiszáll a tűzállóanyagpiacról

A Kaiser Alumínium and Chemicals 1984. III. negyedévi mérlege a tűzállóanyag, mezőgazdasági vegyszerek és egyik alumínium présművének értékelésekor veszteséges volt. A korábbi eladásokból származó 160 M USD ellenére 65 M USD a veszteség. Mindezek ellenére a cég elnöke Cornell C. Maier úgy nyilatkozott, hogy a veszteséges termelési ágak (tűzállóanyag és mezőgazdasági vegyszer) továbbra is normálisan dolgoznak és a vevők kiszolgálása zavartalan.

A tűzállóanyagipari egységek eladásáról tárgyalások folynak a Kelso and Co céggel és egy meg nem nevezett vállalkozói csoporttal.

(Amer. Ceramic Soc. Bull. 1984. 11.)

1983 csúcsev az USA üvegbegyűjtésben

Még nem ismeretesek az 1984. évi begyűjtési és feldolgozási adatok az USA üvepiparában, de az 1983. év – most már ellenőrzött és megbízható – adatai szerint csúcsteljesítményt hozott. 450 390 t palackot és üvegedényt sikerült visszajuttatni az üvegyártásba a Glass Packaging Institute (GPI) közlése szerint. Közel 3,75 milliárd üvegpalackot és konzervüveget sikerült kinyerni a háztartási hulladékból (több mint 16 db/fő). Az 1983-as adat az előző évhez viszonyítva 11% növekedést mutat. „Az üveg 100%-ban visszakeringethető anyag, ezért használata környezetkímélő és energiatakarékos” – mondta William W. Sadd a GPI elnöke. A fogyasztókat az USA-ban érdekeltté tették az üvegbegyűjtésben, és ez meghozta eredményét.

(Amer. Ceramic Soc. Bull. 1984. 11.)

Kerámia rotorokat gyárt az autóipar-nak az NGK cég

Az NGK Insulators, Ltd kísérleti rotorüzeme 1984. szeptemberében kezdte meg a kerámia rotorok gyártását a gépkocsik turbóadagolói részére. Az induló kapacitás 500 db havonta. Az első darabokat a japán és amerikai gépkocsigyártók vásárolják meg tartóssági sorozatpróbák elvégzésére. Az üzemszerű használatra japán autómódellekben legkorábban 1987-ben, amerikai kocsikban még

később kerülhet sor. A múlt őszi tokiói autószalon alkalmával az NGK bemutatta szilíciumnitrid alapú rotorjait, amelyek 1000 °C hőmérsékleten 500 m/mp kerületi sebességgel forogtak károsodás nélkül. Ennek ellenére az ipari bevezetés még eltart néhány évig.

(Amer. Ceramic Soc. Bull. 1984. 11.)

Húszmillió márka tűzállóanyag kutatásra

A Didier cég eredményei a tűzállóanyag ágazatban arra ösztönözték a vállalatot, hogy átvegye a francia Lafarge Refractaires cég négy üzemét. Egyidejűleg az 1984. évi 15 M DEM-ről 20 M DEM-re növelik a K+F (kutatás és fejlesztés) keretet, hogy az oxid-, nem oxid- és szálkerámiák területén fokozzák a fejlesztőmunkát. Mindemellett számítani kell arra, hogy a tevékenység nagyüzemi eredményei csak a 90-es években válnak érzékelhetővé.

(Handelsblatt, 1985. febr. 26.)

Kapacitás visszafogás a japán cementiparban

1986 márciusig Japán 23 cementgyártó vállalata jelenlegi 129 M t/év gyártókapacitását 100 M t/év alá akarja csökkenteni. Ezáltal sikerül a megmaradt üzemek kapacitás kihasználását 60%-ról 80%-ra javítani.

(Handelsblatt, 1985. január 10.)

KITÜNTETETTJEINK

A Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa

eredményes munkássága elismerésé-ként, 80. születésnapja alkalmából

Dr. PALOTÁS LÁSZLÓ-nak

Kossuth-díjas nyugalmazott egyetemi tanárunk egyesületünk tiszteletbeli tagjának

MUNKA ÉRDEMREND arany fokozata

kitüntetéssel adományozta.

A Magyar Népköztársaság Elnöki Tanácsa

eredményes munkája elismeréseként

VIG JENŐ-nek

az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium főosztályvezető-helyettesének

MUNKA ÉRDEMREND ezüst fokozata

kitüntetéssel adományozta.

A KITÜNTETÉSEKHEZ GRATULÁL, JÓ EGÉSZSÉGET KÍVÁN az SZTE Vezetősége

Pályázati felhívás

A Műszaki és Természettudományi Egyesületek Szövetsége,
az Országos Anyag- és Árhivatal,
az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság,
az Országos Tervhivatal,
az Ipari Minisztérium,
az Építésügyi és Városfejlesztési Minisztérium,
a Fogyasztási Szövetkezetek Országos Tanácsa,

az Ipari Szövetkezetek Országos Tanácsa,
a Kisiparosok Országos Szervezete,
a Közlekedési Minisztérium,
a Magyar Kommunista Ifjúsági Szövetség Központi Bizottsága,
a Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium,
valamint
a Szakszervezetek Országos Tanácsa

az 1985-ben és a VII. ötéves tervidőszakban is önállóan folytatódó három kormányprogramhoz kapcsolódóan

országos pályázatot hirdet

„ÉSSZERŰ ANYAG- ÉS ENERGIATAKARÉKOSSÁG MEGVALÓSÍTÁSA, MELLÉKTERMÉK ÉS HULLADÉK HASZNOSÍTÁSA”

címmel.

A pályázat a részvételt illetően nyilvános, jellegében titkos rendszerű.

A PÁLYÁZAT FŐ CÉLJA:

A „Gazdaságos anyagfelhasználás és technológiák korszerűsítése” kormányprogram (1032/1982./VIII. l./Mt. sz. határozat), az „Energiaigazdálkodási” kormányprogram (1055/1980./XII. 24./Mt. sz. határozat) és a „Hulladék és másodnyersanyag hasznosítási” program (GB.10005/81. sz. határozat) célkitűzései megvalósításának elősegítése, a programok hatókörének bővítése, az eredményesen alkalmazható már ismert, illetve új eljárások bevezetésének és elterjesztésének gyorsítása.

A PÁLYÁZAT TARTALMI FELTÉTELEI:

A pályázatokat az említett három kormányprogramhoz kapcsolódó témakörökben lehet beküldeni a népgazdaság valamennyi ágazatát érintően.

Az „ÉSSZERŰ ANYAGTAKARÉKOSSÁG MEGVALÓSÍTÁSA” témakörbe tartoznak azok a pályaművek, amelyek a fajlagos anyagmegtakarítást, a drágább anyagok helyettesítését javasolják; a korszerű gyártási eljárások, az ún. hulladékszegény technológiák megvalósítását segítik elő; a termékek minőségét, műszaki színvonalát, versenyképességét növelik.

Az „ÉSSZERŰ ENERGIATAKARÉKOSSÁG MEGVALÓSÍTÁSA” témakörbe tartoznak azok a pályaművek, amelyek a magyar népgazdaság energiaigazdálkodási programjának hatékony végrehajtását segítik elő, illetve alkalmazásukkal további takarékosági eredmények érhetőek el.

A „MELLÉKTERMÉK ÉS HULLADÉK HASZNOSÍTÁSA” témakörbe tartoznak azok a pályaművek, amelyek a gazdaság területén képződő bármely hulladék és melléktermék gazdaságos recirkuláltatására, ezen belül a gyűjtés, az ipari előkészítés és a

feldolgozás fázisainak hatékony megoldására adnak eljárásokat, javaslatokat, ötleteket.

A megjelölt három témakör mindegyikénél az alábbi két kategóriában csoportosítja és bírálja el a Bíráló Bizottság a beérkező pályázatokat:

„A” kategória Ide soroljuk azokat a pályázatokat, amelyek:

- már korábban kidolgozott, egy helyen már – 1984 évnél nem korábban – megvalósított és eredményesen alkalmazott, de ez ideig még más vállalatoknál, szövetkezetnél, kisüzemnél be nem vezetett, ugyanakkor széles körű elterjesztésre alkalmas és érdemes javaslatokat adnak, és ezek az anyag-, ill. energiatakarékosági pályázatok korábbi fordulóiban még nem szerepeltek.
- javaslataikkal elősegítik a széles körben elterjeszhető eljárások, technológiák stb. gyors bevezetését, alkalmazásbavételét. (Itt figyelembe vehetők az anyag- és energiatakarékosági pályázatok korábbi fordulóra beérkezett pályaművek is, a konkrét utalás megjelölésével.)

„B” kategória Ide soroljuk azokat a pályázatokat, amelyek:

- nagyobb részben, vagy egészében új, eddig még nem ismert, meg nem valósított javaslatokat adnak és – a pályázati tartalmi feltételek kielégítése mellett – alkalmasak több helyen, vagy országosan történő elterjesztésre, gazdaságos alkalmazásra.

A pályaművek díjazására mintegy 2 300 000 Ft áll rendelkezésre, amelyet a Bíráló Bizottság megfelelő színvonalú és mennyiségű pályamű esetén teljes összegben kiad.

A kiadásra kerülő díjak számát, esetleges megosztását a pályázatok száma és színvonala alapján a Bíráló Bizottság állapítja meg.

A díjak mindhárom témakörben a következők:

„A” kategóriában:	I. díj	50 000 Ft
	II. díj	35 000 Ft
	III. díj	25 000 Ft
„B” kategóriában:	I. díj	30 000 Ft
	II. díj	20 000 Ft
	III. díj	15 000 Ft

A fenti díjakon túlmenően egyes kiíró szervek nagy jelentőségű, komplex megoldások esetén különdíjat is kiadnak.

A pályázaton részt vehet minden belföldi személy, kollektíva és jogi személy, aki a pályázati feltételeket magára nézve kötelezően elismeri.

A pályázaton nem vehetnek részt azok, akik a pályázat kiírásában és lebonyolításában, valamint a Bíráló Bizottság munkájában közvetlenül is közreműködnek.

A pályázatok beküldési (postára adási) határideje:
1985. szeptember 4., (szerda) 24.00 óra.

A beküldés idejét a postabélyegző kelte igazolja.
(A pályázatok a kiírás napjától kezdődően folyamatosan beküldhetők!)

A határidő után feladott pályaműveket a Bíráló Bizottság nem veszi figyelembe, ezeket a feladók részére soron kívül visszaküldi.

A pályázatokat a következő címre kell postázni:

MTESZ SZAKÉRTŐI IRODA
Postacím: 1372 Bp. Pf. 451.

A pályázat eredményhirdetésére előreláthatóan:
1985. december 20. napjáig kerül sor.

A KIÍRÓ SZERVEK

- A pályázati felhívás 1985. március 15-től átvehető
- a MTESZ Budapest Szervezeténél
(Bp. V., Kossuth L. tér 6–8. II. em. 225. sz.)
 - a MTESZ Energiagazdálkodási Tudományos Egyesület titkárságán
(Bp. V., Kossuth L. tér 6–8. I. em. 112. sz.),
 - a MTESZ területi (megyei) szervezeteinek titkárságain,
 - a MTESZ Szakértői Irodáján
(Bp. II., Fő u. 68. I. em. 105. sz.)

tecn. argilla



10th
INTERNATIONAL
MACHINERY
AND TECHNOLOGY
EXHIBITION
FOR CERAMIC
INDUSTRY

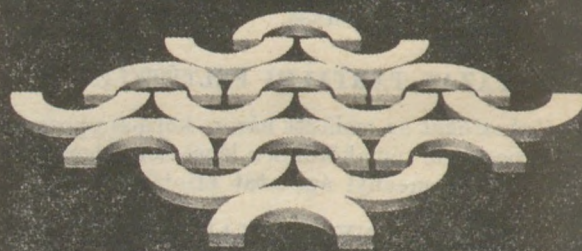
RIMINI/ITALY
1/6 OCTOBER
1985

TRADE SECTORS

- Plants, machines and accessories for refractory material and brick and tile making industry.
- Plants, machines and accessories for the building ceramic industry.
- Plants, machines and accessories for the pottery industry, bathroom fitting and artistic ceramics.
- Industrial heating systems and accessories for kilns.
- Compressed air generation plants.
- Plants and machines for the handling and packing of products.
- Raw materials, unfinished products.
- Laboratory equipment for production control and industrial research.
- Control equipment, antipollution plants water and smoke, equipment for accident prevention.

During the Exhibition a private coach-service will link
TECNARGILLA with CERSAIE.

Organizers:
Ente Autonomo Fiera di Rimini
C.P. 300 - Tel. 0541/773553
Telex 550844 FIERIM I



Please send me information on Tecnargilla.

Surname _____ First Name _____

Firm _____ Address _____

Town _____ Country _____

Please send to:
ENTE AUTONOMO FIERA DI RIMINI - C.P. 300 - Rimini - Italy - Tel. 0541/773553 - Telex 550844 FIERIM

Magas- és mélyépítési szigetelésre alkalmazhatók

az  **AKVABIT**®

bitumenes fedél- és szigetelőlemezek



Megrendelhető: az ÉPTEK Vállalatnál vagy a
Építőanyagipari Vállalat Budapesti Fedéllemezgyárában
Budapest, Helsinki u. 63. 1201
Újkígyósi Szigetelőlemezgyárában
Újkígyós, Kossuth u. 110. 5661

A szigetelés helyes tervezéséhez és kivitelezéséhez
segítséget nyújt
alkalmazástechnikai kézikönyvünk

Megrendelhető: a KEMIKÁL Marketing Osztályán
Budapest VIII., Kazinczy u. 10. 1075
Telefon: 221-066

A szerkesztésért felel:

Dr. Székely Ádám

Szerkesztőség:

Budapest VI., Anker köz 1 – 3. 1368
Telefon: 226-497

Felelős kiadó:

Faklen Pál

Kiadja:

Delta Szaklapkiadó és Műszaki Szolgáltató Leányvállalat
1142 Budapest VII., Garay u. 5. Telefon: 215-440

Terjeszti a Magyar Posta. Előfizethető a hírlapkészbesítő postahivataloknál,
és a Posta Központi Hírlap Irodánál (Budapest, V., József nádor tér 1.
1900) közvetlenül, vagy postatalványon, valamint átutalással a KHI
25 – 96162 pénzforgalmi jelzőszámára. Előfizetési díj: negyedévre 78, – Ft
félévre 156, – Ft, egyes szám ára 26, – Ft.

Megjelenik havonként



85/2157 Franklin Nyomda, Budapest
Felelős vezető: Mátyás Miklós igazgató

INDEX: 25250
HU ISSN 0013–970 X

Ára: 26.— Ft