

# Agyagásványok szerepe a lyukfal stabilitásában

VARGHA NÓRA

A közép- és nagymélységű fúrásoknál gyakori probléma az instabil lyukfal, amely omlást, szerszámbeszorulást és sok egyéb fúrás-technológiai nehézséget okoz.

Magyarországon az omlások főleg a márgarétegek átharántolásakor jelentkeznek, duzzadás vagy pergés formájában.

Az utóbbi években a tudományos kutatók világszerte egyre gyakrabban foglalkoznak az instabil lyukfal elvi és gyakorlati kérdéseivel, amelyet három fő probléma köré csoportosítanak:

- a lyukfalstabilitás vizsgálata statikus és dinamikus erőhatások között;
- iszaptípusok befolyása;
- a márga, illetve az agyagásványok minőségének szerepe.

Hazánkban is széles körű kutatómunka folyik az omlás okainak felderítésére és a technológiai nehézségek elhárítására. A feladat megoldása ugyanis egyik feltétele a mélyfúrások lemélyítésének.

Az omló márgák stabilitásának statikus és dinamikus vizsgálatai dr. Hingl József és Tóth Béla publikációiból ismertek. Az iszaptípusok hatását Molnár Jenő és Vincze József vizsgálta a magyarországi márgáknál. Saját munkánkat az ő kutatási eredményeik alapján, azok kiegészítése céljából folytatjuk.

Kutatásunk magának az omlást okozó márgának, mint ásványos anyagnak a vizsgálatára terjed ki.

Az irodalomban közölt [1, 2] elméleti összefüggések és azok kísérleti bizonyítása olyan ideális esetekre vonatkoznak, amelyeknél az anya-

gi állandó, vagyis a fúrás közege nincs definiálva.

A fúrási tapasztalat pedig éppen azt mutatja, hogy azonos fúrási paraméterek mellett a márgaréteg egyszer jól fúrható, máskor duzzad vagy pereg.

Az omlás okainak felderítésénél ezt az anyagi jellemzőt kell meghatározni ahhoz, hogy az elméleti összefüggéseket az ideális körülményekből a reális viszonyokba át lehessen ültetni.

A márgát, mint diszkontinuumot vizsgáltuk, vagyis olyan ásvány anyagi tulajdonságait állapítottuk meg, amely:

- szilárd halmazállapotú fázisként kristályos és amorf alkotókból áll,
- folyékony halmazállapotú pórusfolyadékot tartalmaz,
- makroszkópikus és mikroszkópikus repedéseiben levegő vagy gáz van jelen.

A márga — mint ismeretes — karbonátos közebtől, kvarcból és agyagásványokból áll. A repedések és pórusok a márga egészére jellemzőek, azokat tehát nem érdemes külön az agyagásvány és külön a többi komponensen vizsgálni. Azonos ásványi összetételű márgák pórustérfogatójának összehasonlítását térfogatsúly mérésrel lehet elvégezni.

A márgák ásványos alkotóit röntgendiffrakciós módszerrel vizsgáltuk. A kristályos fázisok mennyiségi meghatározását Náray—Szabó—Péterné [3] direkt módszerének felhasználásával végeztük.

A röntgenamorf %-os meghatározására az abszorpciós és belső standard kombinált rönt-

1. táblázat

Származási hely	Mélység (m)	SiO <sub>2</sub> 3,33 Å %	CaCO <sub>3</sub> 3,03 Å %	Dolomit 2,88— 2,90 Å %	Illit 10,0 Å %	Kaolinit 3,58 Å %	Klorit 3,53 Å %	Földpát 3,18— 3,24 Å %	Amorf %
Budafa—II.	3016	34,2	5,2	6,1	31,6	0,0	16,1	6,7	0,0
Budafa—II.	3617	11,6	7,7	2,2	4,0	0,4	2,6	2,2	69,3
Budafa—II.	3928	26,7	0,5	0,4	1,4	0,0	3,9	4,2	62,9
Komádi—1.	1915	23,7	0,4	0,2	2,6	1,6	3,8	2,9	64,8
Komádi—2.	1315	10,5	0,9	0,5	5,3	0,7	2,2	2,1	77,8
Komádi—2.	2037	34,8	0,5	0,2	4,3	1,4	3,9	4,4	50,4
Komádi—5.	2083	7,4	6,8	0,1	0,8	0,6	1,2	0,8	82,3
Komádi—5.	2397	17,7	2,4	0,2	11,9	0,7	3,5	4,8	58,6
Kondoros—1.	2308	9,5	0,2	0,5	1,1	0,7	2,1	1,1	84,9
Kondoros—1.	3295	3,1	24,8	0,1	0,4	0,1	0,5	0,2	70,7
Kondoros—1.	3330	7,0	1,6	4,7	7,7	0,0	6,9	3,9	68,3
Hunya—1.	3597	2,2	20,6	4,2	0,1	0,2	0,6	0,3	75,9
Hunya—1.	3790	8,5	2,8	1,4	1,4	0,5	2,7	1,1	81,6
Hunya—1.	3830	1,2	11,1	0,3	0,2	0,0	0,2	0,2	86,8
Gyoma—1.	2768	6,9	1,6	1,2	3,9	0,4	4,2	1,7	80,1
Gyoma—1.	3060	6,2	2,3	3,6	6,6	0,4	5,6	2,9	72,3
Gyoma—1.	3290	4,4	4,0	0,2	1,4	0,4	1,9	0,9	86,8
Biharugra—1.	2259	0,0	38,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	61,2
Furta—1.	1300	22,1	0,8	0,6	2,8	0,4	2,0	3,5	67,8
Furta—1.	2220	1,5	11,6	0,0	0,1	0,1	0,2	0,0	86,5



genanalitikai módszert [4] használtuk fel. Referencia anyagként kalcitot használtunk.

Mintáinkat omló kutakból vettük különböző mélységekből, amelyek a fúrás szempontjából nehézséget okoztak. Hasonlóképpen megvizsgáltunk jól fúrható márgákat is. Összesen mintegy 200 db mérési adat áll rendelkezésünkre. Ezekből néhány jellemző példát az 1. sz. táblázat tartalmaz.

Vizsgálataink szerint a pergő kutakat a bennük található agyagmárgák alapján három csoportba oszthatjuk:

- nagy amorf tartalmú márgák, ezek fő komponense az üvegesen amorf kvarc;
- magas kristályos kalcit tartalmú kutak, amelyek nagyobb szemcsékben peregenek;
- agyagásványos kutak, amelyek lapkásan kitöredezten törnek, a bennük levő duzzadó rétegek miatt.

A márgák legtöbbször nagyon sok a röntgenamorf fázis. Az 1. sz. táblázatból látható, hogy ez nem mindig változik azonosan a benne levő agyagásvány-tartalommal, az omló rétegeknel viszont szinte mindig kimutatható.

Az amorf fázis jelenlétét és mennyiségét is meg lehet határozni, megjelenési formáját és összetételét viszont nem ismerjük.

Feltételezésünk szerint ez lehet:

- amorf (gél) kvarc;
- üveges kvarc-szilikát;
- szerkezetnélküli agyagásványok.

A gél kvarc fázist szelektív lúgos kioldással szét lehetett választani a kristályos kvarctól és mennyiségét is meghatároztuk [5].

A vizsgálat eredménye azt mutatta, hogy az általunk vizsgált márgákban szinte alig van gél-kvarc; a 86%-os összes amorf-tartalmú mintában 0,68%-ot találtunk.

Az amorf-tartalom további elemzéséhez 4 db mintát választottunk ki, amelyek nagyon különböző mennyiségben tartalmaztak röntgenamorf-fázist.

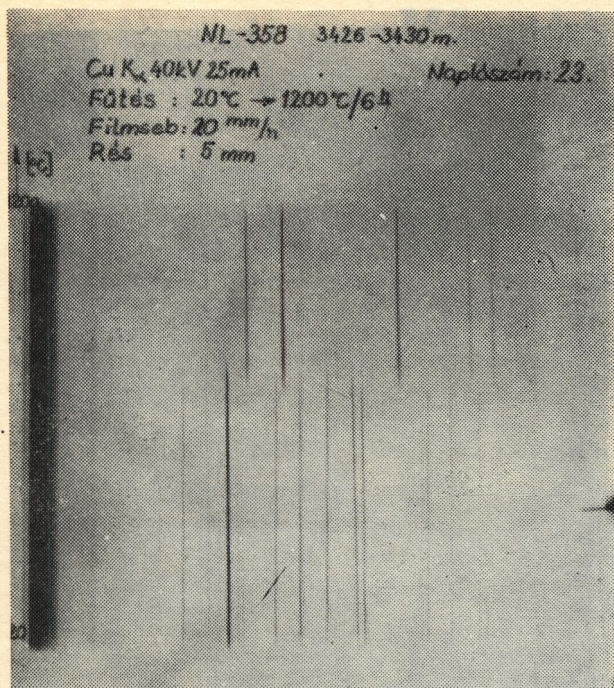
Vizsgálati módszerünk a magashőmérsékletű röntgendiffrakció, amelynek lényege, hogy az anyag termikus változásait röntgendiffrakciós érétkelés teszi exaktá. (1—6. ábra).

2. táblázat

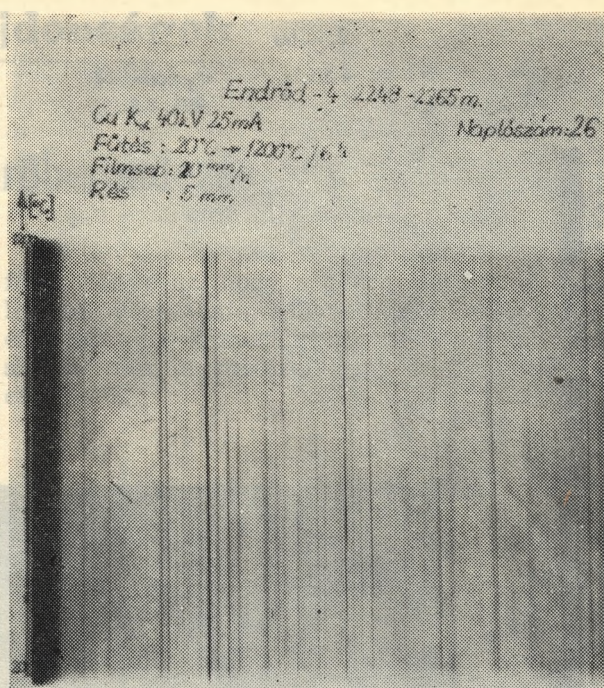
Magas hőmérsékletű röntgendiffrakciós felvételek értékelése

Minta jele	Amorf %	Stabilitási hőfoktartomány (°C)			
		20—640		640—920	920—1200
NL—358 3426 m	4,6	$\beta$ kvarc kalcit dolomit	1,8% 88,0% 5,6%	$\alpha$ kvarc CaO	$\alpha$ kvarc CaO
Tiszaroff 3095 m	28	muszkovit kaolinit kalcit dolomit $\beta$ kvarc	7,8% 14,0% 29,8% 6,2% 14,2%	muszkovit — CaO $\alpha$ kvarc	akermanit (2CaO . MgO . 2SiO <sub>2</sub> ) mullit (3Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . 2SiO <sub>2</sub> ) gehlenit (2CaO . Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . SiO <sub>2</sub> ) rankinit (3CaO . 2SiO <sub>2</sub> ) $\alpha$ kvarc
Endrőd—4 2248 m	45	illit klorit $\beta$ kvarc kalcit dolomit	7,8% 21,4% 11,9% 8,0% 5,2%	illit klorit $\alpha$ kvarc CaO	leucit (K <sub>2</sub> O . Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . SiO <sub>2</sub> ) $\alpha$ kvarc  akermanit (2CaO . MgO . SiO <sub>2</sub> )
NL—500 3185 m	62	muszkovit $\beta$ kvarc kalcit dolomit	7,4% 5,9% 18,0% 6,2%	muszkovit $\alpha$ kvarc CaO	$\alpha$ kvarc CaO
Illit		20—1030		1080—1200	
		illit (mikrolin)		andaluzit (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . SiO <sub>2</sub> ) leucit (K <sub>2</sub> O . Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . SiO <sub>2</sub> )	
Ca-bentonit		20—100	100—880	980—1100	1050—1200
		montmorillonit  krisztobalit (SiO <sub>2</sub> ) tridimit (SiO <sub>2</sub> )	montm. vízesztés krisztobalit tridimit	kvarc krisztobalit 2MgO . 4Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 5SiO <sub>2</sub>	kvarc krisztobalit anortit (2CaO . Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 2. SiO <sub>2</sub> )





1. ábra



3. ábra

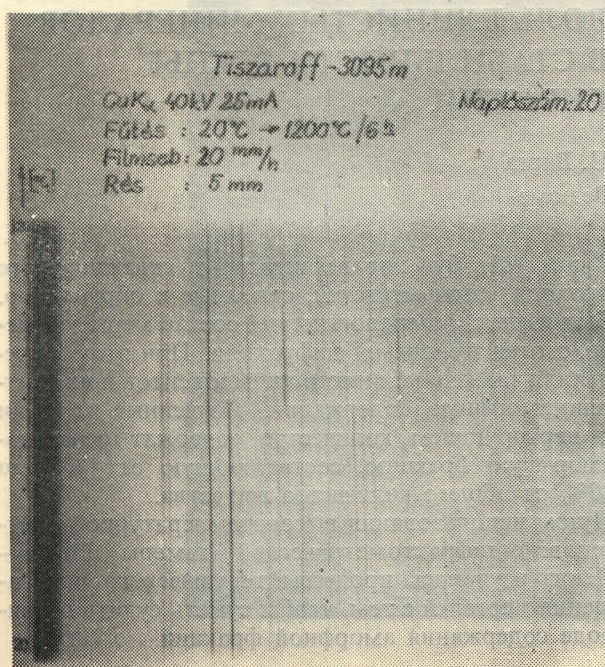
A hőmérséklet hatására a kristályszerkezetben jelentős változások mennek végbe, amelyek a táblázatból jól láthatók.

A legkisebb (4,6%) amorftartalmú mintában agyagásvány nincs, legnagyobb részét kalcit alkotja. A hőmérséklet hatására a kalcit 640 °C-on CaO-ra bomlik, a dolomitból Mg-spinell képződik, ez valószínűleg az olvadékban van.

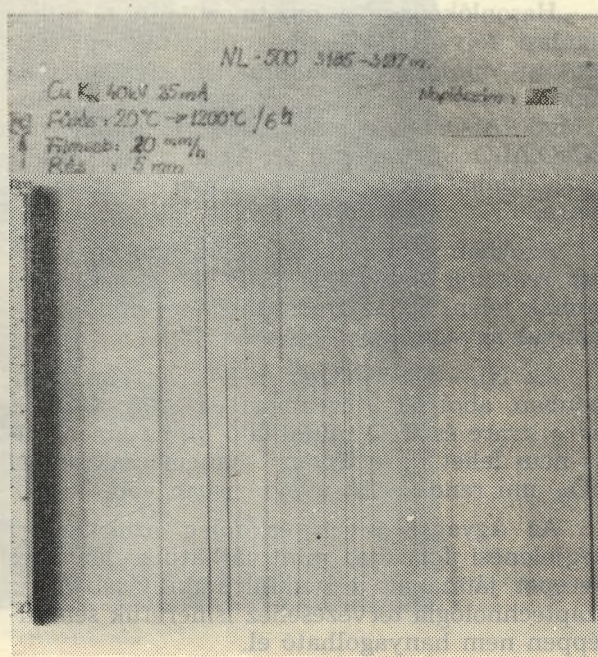
A 28%-os amorf minta 14% agyagásványt tartalmaz klorit formájában, és muszkovit is van a mintában a táblázat szerint. A „Tiszaroff” 3095 méterből vett minta felfűtése után azonban kiderült, hogy a szobahőmérsékleten kloritként azonosított fázis kaolinit, mivel 600

°C-on a 7,1 Å-nél jelenlevő vonal megszűnik. Ez a kristályrács összeomlására, a kaolinitnek metakaolinné történő átalakulására utal. Bizonyítja a kaolinit jelenlétét a 920 °C-on megjelenő mullit fázis is.

920 °C-on ebben a mintában akermanit ( $2\text{CaO} \cdot \text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2$ ), rankinit ( $3\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2$ ) és gehlenit ( $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ) is képződik. Ezen fázisok megjelenése arra utal, hogy eredetileg sokkal több agyagásvány van a mintában, mint amit a szobahőfokú röntgendiffrakciós analízissel meg lehet határozni. Ez az agyagásvány, ami a rendszerben amorf állapotban jelentkezik

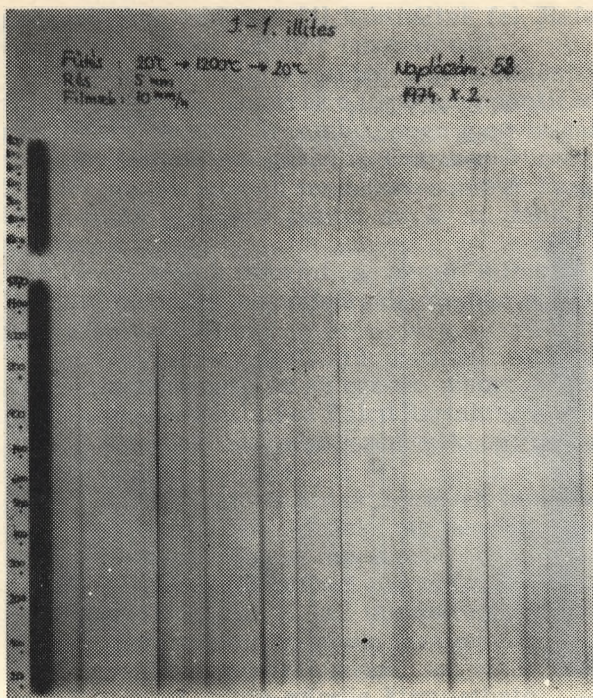


2. ábra

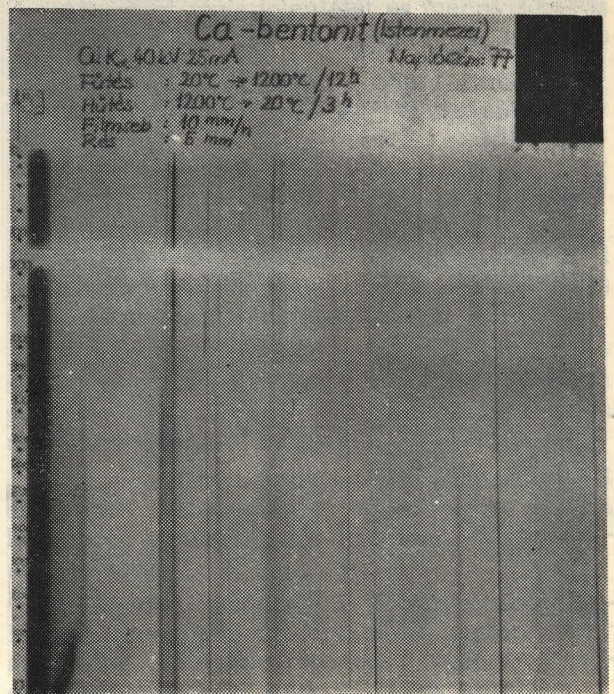


4. ábra





5. ábra



6. ábra

és Mg-atomot is tartalmaz, tehát vagy illit, vagy montmorillonit lehet jelen.

Megvizsgáltunk tiszta, szabályos illitet is a termikus átalakulások összehasonlítása céljából. Az 1080 °C-on történő fázisátalakulásnál andaluzit ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ) és leucit ( $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ ) keletkezik. Az illit kristályrácsában K van. Ha az illit keletkezési helyén dehidratáció következtében K-ionjait részben elveszti, duzzadóvá válik. A K-vesztés következtében az illit montmorillonittá alakul, ami az illit rácsba szabályos vagy szabálytalan periodicitásban beépül és ott vízfelvétel következtében erős duzzadást okoz.

Hasonlóképpen a montmorillonit termikus bomlási folyamatát is megvizsgáltuk egy Ca-bentonit mintában. A montmorillonit 880 °C-ig csak vizet veszít, de ezután előbb  $2 \text{MgO} \cdot 4 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{SiO}_2$  majd 1050 °C-tól anorit (  $2 \text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$  ) alakul át. Az anorit jelenléte tehát utalhat az eredeti montmorillonit tartalomra.

Azokban a mintákban tehát, ahol a termikus reakciók során 1200 °C-on is szilikátok vannak jelen, ott az amorf tartalom minden bizonnyal agyagásvány jellegű volt.

Az NL—500-as 3185 m-ből vett mintánál azonban, ahol 62% az amorf és 1200 °C-on is csak  $\alpha$  kvarc és CaO mutatható ki, az amorf fázis nem lehet agyagásvány, hanem csak amorf  $\text{SiO}_2$ , ami rendszerint üvegfázisban van.

Az agyagásványok és főleg azok amorf megjelenési formája, mint láthatjuk, lényeges szerepet játszanak a lyukfal stabilitásában, az iszaptechnológia tervezéséhez ismeretük semmiképpen nem hanyagolható el.

#### IRODALOM

- [1] Cheatham, J. M., Gnicks, P. F.: A kőzet deformáció és alakváltozás alapvető elképzeléseinek összefoglalása. Seventh World Petroleum Congress, Vol. 3. Drilling and Prod. Anglia, 1967.
- [2] Hingl J., Tóth B.: A lyukfalstabilitás kérdései. Kőolaj és Földgáz, 10. 293. o. 1971.
- [3] Náray-Szabó I., Péter Tiborné: Kristályos fázisok direkt kvantitatív diffraktométeres meghatározása. Földtani Közöny, 1964.
- [4] Fűrési kőzetmagok röntgendiffraktometriás vizsgálata. OGIL jelentés, M73—27—30, 1974.
- [5] A kavasav kioldása és kolorimetriás meghatározása Jackson szerint. Physical and mineralogical properties of soil edited Black. 1969.

### РОЛЬ ГЛИНИСТЫХ МИНЕРАЛОВ В СТАБИЛЬНОСТИ СТЕНЫ СКВАЖИН

Н. Варга

Резюме

В процессе бурения нефтегазовых скважин часто проходят слои мергелей, склонные к обрушению. Был изучен минералогический состав мергелей методом рентгеновской дифракции. При этом определили также и количество компонентов и их рентгено-аморфные содержания. Изученные мергели и варьирующем количестве содержат рентгено-аморфную фракцию, составляющую от 4,6% до 80% от общего количества вещества.

Путем использования высокотемпературной рентгеновско-дифрактометрической камеры Гинье—Ленна изучались процессы термического превращения мергелей с тем, чтобы суметь судить о природе содержания аморфной фракции.