

A komplex digitális karottázs-berendezés felépítéséről és néhány alkalmazási területéről

BARÁTH ISTVÁN – KARAS GYULA – SEBESTYÉN KÁROLY
VINCZE JÁNOS

A dolgozat olyan digitális mágnesszalagos regisztrálású berendezés elgondolását ismerteti, mely a mélységtengely menti regisztrálás mellett egyes gyorsfolyamatok idő- (vagy energia)-tengelymenti felvételét is lehetővé teszi. Példákat mutat be a fő alkalmazási területekről.

В работе описывается принцип построения цифровой аппаратуры с магнитной записью, позволяющей записывать данные быстропротекающих процессов, помимо регистрации их по оси глубин, также в зависимости от времени (или энергии). Приводятся примеры для основных областей применения аппаратуры.

Es werden die Grundgedanken einer Registrierereinrichtung mit digitaler Magnetbandaufzeichnung dargestellt, wobei ausser der Registrierung entlang die Tiefenachse auch gewisse Schnellvorgänge der Zeit-oder Energie-Achse entsprechend aufgenommen werden können.

Es werden von den wichtigsten Anwendungsgebieten Beispiele vorgeführt.

A fúrólyukvizsgálatok mérési paraméter-választéka gyorsuló ütemben bővül. A hagyományosnak tekinthető ellenállás- és radiológiai- paramétereken kívül új paraméterek mérésére készülnek célműszerek. A speciális célokra irányított ezen méréseken kívül egyre inkább előtérbe kerül a viszonyított paraméterek jelentősége. Ezek tipikus példaként említhető a kétesatornás gamma-gamma, vagy a kétesatornás neutron-gamma, illetve neutron-neutron mérés. Hasonlóképpen növekszik a szerepe a nemcsak mélység, hanem pl. idő vagy energia tengely mentén lejátszódó jelenségek elvileg pontonkénti, de a fúrólyuk meghatározott szakaszán csaknem folyamatos rögzítésének, illetve az ehhez kapcsolódó feldolgozásnak. Jellemző példái a radiológiai energia spektrumok, az akusztikus hullámkép és a gerjesztett potenciál lecsengése. Új, igen perspektívikus információszerzési lehetőséget rejtenek magukban az impulzus-üzemű neutrongenerátorok, illetve a hozzájuk csatlakozó időtengely menti részecske-eloszlás vizsgálatok.

Mindezen jelenségek és folyamatok meghatározott célú vizsgálata megoldható a megfelelően kialakított célműszerekkel (pl. összegező-, hányados-képző-áramkör stb.), de teljes értékű feldolgozásuk csak az alapadatok teljes és részletes rögzítését követő számítógépes feldolgozással lehetséges. Erre a célra került kidolgozásra a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben a komplex digitális karottázs-berendezés, melynek felépítéséről és néhány alkalmazási lehetőségéről alábbiakban számolunk be:

I. A berendezés felépítése

A komplex digitális karottázs-berendezés a hagyományos karottázs-berendezésekhez és a megfelelő adapterekhez történő csatlakoztatásra készült. Az ezekből nyert analóg jelek digitális átalakításán és magnószalagos rögzítésén kívül olyan gyorsan lejátszódó folyamatok közvetlen rögzítését is

lehetővé teszi, melyeket eddig közvetlenül vizsgálni nem lehetett, vagy a vizsgálatok csak egyes kiragadott pillanatokra vonatkoztak.

A megoldható feladatok illusztrálására az alábbiakban néhány lehetséges komplexumot mutatunk be:

1. négy analóg csatorna egyidejű konvertálása és rögzítése 10 bites felbontással,

2 nukleáris detektor spektrumának egyidejű meghatározása és rögzítése külön-külön 128 csatornán, két nukleáris detektorra elhelyezhető négy tetszőszerinti energiaablakba eső adatok rögzítése,

2. négy analóg csatorna egyidejű konvertálása és rögzítése 10 bites felbontással,

az akusztikus szonda jelcsomagjának digitális rögzítése 6 bites felbontással,

3. négy analóg csatorna egyidejű konvertálása és rögzítése 10 bites felbontással,

két gerjesztett potenciál-mérőcsatorna jelalakjának rögzítése 1% alatti felbontással egyenként max. 121 mintával,

(tervezett fejlesztés):

4. négy analóg csatorna egyidejű konvertálása és rögzítése 10 bites felbontással,

impulzus üzemű neutrongenerátor felhasználásával meghatározott időkapukba érkezett neutron impulzusok számlálása és rögzítése (neutron élettartam),

5. négy analóg csatorna egyidejű konvertálása és rögzítése 10 bites felbontással,

impulzus üzemű neutrongenerátor felhasználásával egy gamma detektorról két időkapuba érkező jelek spektrális rögzítése 128 csatornás felbontással, 4 energia ablakba eső gamma beérkezések rögzítése,

6. négy analóg csatorna egyidejű konvertálása és rögzítése 10 bites felbontással, protonprecessziós karottázs jelalakjának rögzítése max. 121 mintával egyenként 1%-nál jobb felbontással.

A berendezés az alábbi fő részegységeket tartalmazza:

1. adatfelvevő egység
2. közbenső tároló egység
3. adatrendező egység
4. adattároló egység
5. központi vezérlő egység
6. display.

Az analóg csatornák felírásához 10 bit kerül felhasználásra, ami bőségesen elegendő a megfelelő pontosságú jelrögzítéshez (jobb mint 0,1%).

Nukleáris mérésnél a berendezés két detektor jeleit figyelni és megfelelő áramköri megoldás biztosítja, hogy a multiplexer az éppen bejött jelle kapcsolja az AD konvertert, mely a jelet konvertálja és átmenetileg tárolja. Ezután jel-nagyság- és ablak-vizsgálat következik. Azon ablakhoz tartozó tárolóban, melybe az adott jel belesett, a tároló tartalma 1-gyel növekszik. Valamelyik (vagy mindegyik) ablak teljesen nyitva is lehet, és ilyenkor a teljes impulzus-tartomány kerül felírásra.

A szalagfelírási rendszerből következően egy nukleáris ablakba eső impulzusok száma 8191 lehet. Ugyanez a határérték érvényes a spektrális rögzítés 121 csatornájának bármelyikére is. Következik ez abból, hogy egy csatorna kiírásához 13 bit áll rendelkezésre.

Akusztikus mérésnél lehetőség van a vevő által detektált mindkét hullám-csomag (kétadós akusztikus műszert feltételezve) kovertálására és magnószalagos rögzítésére. Az egy minta felírásához rendelkezésre álló 6 bit 1,6%-os felbontást tesz lehetővé. Ez ugyan lényegesen kisebb pontosság, mint amit az analóg csatornáknál nyújt a berendezés, de még mindig belül van az általában igényelt pontosságon.

A gerjesztett-potenciál-méréseknél a berendezés két időben lecsengő jelből képes mintát venni egyidejűleg. Az egy ciklusban vehető (tárolható) minták száma előzőknek megfelelően csatornánként 121.

Szalagfelírás.

A berendezés jelen kiviteli alakjában 16 sávós digitális magnetofonra dolgozik. Az információ a mágnesszalagra 256 byte-ból álló fix hosszúságú blokkokban kerül felírásra. A blokkok címezve vannak: a cím a mélység, melyből a mintavétel történt. Korlátozott védelem biztosítva van a kábel csúszásából eredő hibák kiküszöbölésére.

A magnószalag felírási rendszerét 1. ábránk mutatja a mérési kombinációk első esetére. A magnószalagon e szelvényadatok felírását megelőzi a fejrész, mely az alábbi adatokat tartalmazza:

a felvétel sorszama, blokk-cím, dátum, területkód, fúraskód, ismétlés, fejrész-végjel.

Egy adatblokk az alábbiakból áll:

blokk cím, 4 analóg csatorna, 121 nukleáris csatorna (az A detektorhoz), 2 byte zérus, 4 nukleáris ablak, 121 nukleáris csatorna (a B detektorhoz).

Az analóg felvételeknek külön címezésük nincs, de a mintavételezési ciklusban elfoglalt helyük meghatározásukra is szolgál. Ugyanez vonatkozik az összes többi adatra, pl. a nukleáris ablakokra is.

A szalagfelírásnak ez a rendje az előzőleg vázolt „teljes” üzemre vonatkozik. Abban az esetben, ha csak analóg csatornák konvertálása történik, a blokk hossza 8 byte és egyidejűleg 6 analóg csatorna átalakítására és felírására van lehetőség.

A berendezés működésének lényeges szempontja multiplex rendszere és a mintavételezés sorrendjét biztosító prioritási rendje, mely abból fakad, hogy a mérni kívánt csatornák feldolgozásához egyetlen digitális lánc áll rendelkezésre. A jelenleg alkalmazott prioritási sorrend a következő:

1. az éppen folyó program,
2. analóg program,
3. akusztikus program,
4. magnókiírás program,
5. nukleáris program,
6. display program.

Az egyes műveletek időigényét alábbi összeállításunk adja:

analóg konverzió (4 csatornára): 400 μ sec

nukleáris konverzió (4 ablakvizsgálattal): kb. 120 μ sec magnó-lehívás (1 byte): 20 μ sec

1 blokk magnó-beírása 0,5 sec időtartam alatt 256.20 μ sec = 5,12 msec display 20 μ sec

akusztikus (beleértve a szonda működési idejét):

2 \times 1,2 msec kb. 400 msec gyakorisággal.

Az analóg csatornák konverziója elvileg a mintavételi parancs után azonnal indul. Következik ez abból, hogy az összes műveletek közül a legnagyobb prioritással rendelkezik. Gyakorlatilag annyi késleltetést szenvedhet, amennyi az éppen futó leghosszabb program.

Az analóg-üzemmel kombinálva futhat a radioaktív spektrum vagy az akusztikus hullámkép-program.

Az akusztikus program az analóg után következik prioritásban, de időbeni helye mégis attól függ, hogy a szondából érkező startjel milyen programot talál folyamatban.

Az időfelhasználás, illetve időkiosztás szempontjából igen fontos művelet a magnó-adatfelírás. Minden mintavételi parancshoz tartozik egy blokk magnó-adatfelírási művelet is. Éppen ezért, ha esetleg egy nála nagyobb prioritású műveletre jelentkezik igény, vagy hosszú művelet van folyamatban, a kiírásra szóló igény nem törlődik, hanem kivár. Akusztikus hullámkép-program esetén a magnókiírás éppen az időszabta korlátok miatt csak minden második blokkra lehetséges (csak minden második blokk tud egymásután 256-szor bejelentkezni).

II. Alkalmazási lehetőségek

A komplex digitális karottázs-berendezés egyik fő alkalmazási területe a gamma spektrumok és spektrális ablakok regisztrálása. Beépített memóriájára támaszkodva a berendezés sok olyan lehetőséget tartalmaz, mely a spektrumok feldolgozását megkönnyíti, másrészt az észlelt spektrum gépi feldolgozása a magnószalagról sok olyan lehetőséget tartalmaz, mely lyukvizsgálati formában eddig nem volt megvalósítható.

Az alábbiakban ezen lehetőségeket körvonalazzuk:

A gammasugár-spektroszkópia fúrólukbeli alkalmazására több területen ígérkezik lehetőség, ilyenek:

- a) természetes gammasugár-spektroszkópia,
- b) a radiációs befogáshoz kapcsolódó gamma-sugárzások energiaszelektív vizsgálata,
- c) a szórt gammasugárzás energiaszelektív mérése,
- d) a neutron aktiválással keltett gammasugarak vizsgálata,
- e) a rugalmatlan neutron-szóródást kísérő gammasugárzás spektroszkópiája
- f) igen lágy gammasugarak spektroszkópiája,
- g) röntgen radiometria.

a) A természetes gammasugár-spektroszkópiára a fúrólukvizsgálatok területén kevés tapasztalati anyag áll rendelkezésre. A mérések fizikai céljaként a fúrólukban észlelt gammasugarak energia szerinti szétválasztását, az anyaeleműkhöz való hozzárendelését lehet megjelölni.

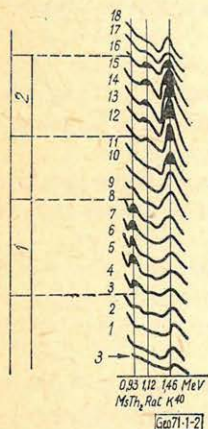
Mint hogy a természetes gammasugárzásnál sugárforrásként az urán-rádium és thórium sorozat, valamint a kálium 40 izotópja szerepelhet, a természetes gammasugár-spektroszkópia alkalmas lehet ezek jelenlétének, mennyiségének és egymáshoz való arányának meghatározására.

Egy összetett spektrum kiértékelése céljából az egyes sugárzókra egyedül és zavartalanul jellemző energia értéket kell ismerni. Az irodalmi adatok szerint káliumra csak az 1,45 MeV, rádiumra az 1,12 MeV és thóriumra 0,97 MeV jellemző. A többi csúcs vagy szuperponálódik egymásra, vagy pedig kis csúcsmagassággal jelentkezik még hosszú időtartamú mérés esetén is.

A laboratóriumi gamma-spektrumok több kevesebb feltételezéssel lehetővé teszik a vizsgált kőzetminta sugárzásában résztvevő elemek mennyiségi meghatározását is.

Félig kvantitatívnek tekinthető a fotócsúcs alatti területek arányának a vizsgálata. Több szerző foglalkozik ezzel a módszerrel, mely azt igényli, hogy a vizsgálni kívánt tartományban az egyes fotócsúcsok jól hozzárendelhetők legyenek valamely ismert gamma-energiához, továbbá a magasabb energiák szórt spektrumai kellő pontossággal levonhatók legyenek.

A komplex digitális karottázs-berendezés jellegzetes alkalmazási lehetőségének illusztrálására szolgál 2. ábránk. Az agyag-homok rétegsoron felvett



2. ábra. Agyagos-homokos rétegsor gamma-spektrometriás szelvénye laboratóriumi fűrómagvizsgálat alapján (Lauterbach 1964 szerint)

1. nehéz ásványi-dúsulás
2. magas agyag- és kaolintartalom
3. háttér

Fig. 2. Гамма-спектрометрическая запись в глинистопесчаном разрезе, полученная при лабораторном анализе кернов (по Лавтербаху, 1964) 1 — обогащение тяжелыми минералами; 2 — высокое содержание глины и каолина; 3 — фон

Fig. 2. Gamma-Spektrometrie-Profil einer tonigen-sändigen Schichtenfolge auf Grund von Bohrkernuntersuchung im Laboratorium (nach Lauterbach 1964)

1. Verdichtung von schweren Mineralien
2. Hoher Ton- und Kaolin-Gehalt
3. Hintergrund

spektrumok görbéiből kiolvasható, hogy a 4–8 szelvényeken nehézásvány feldúsulás van. Ezt jelzi a $MsTh_2$ vonal megerősödése. A 12–16 spektrumok a K^{40} -ben való feldúsulást és ezzel az agyagtartalom növekedését jelzik. Előzőkhöz kismértékű Ra tartalomnövekedés is csatlakozik. A Th/U hányados felhasználható a vizsgált kőzet keletkezését kísérő geokémiai viszonyok tanulmányozására.

Természetesen nemcsak a Th/U arány, hanem a Th/K arány megállapítása is lehetővé válik. Ennek geokémiai vonatkozásaira is jelentős irodalom van.

A gamma-spektróskópiának és így a komplex digitális karottázs-berendezésnek legszélesebb területe jelen ismereteink szerint a neutron és az anyag kölcsönhatásait kísérő gammasugárzások energiaszelektív vizsgálatában ígérkezik. A jelenségek itt három fő csoportba sorolhatók annak függvényében, hogy a neutron és az anyag kölcsönhatásainak melyik fázisát kísérő gamma sugárzás vizsgálatát tekintik feladatnak. Az első kölcsönhatási forma a neutronok rugalmatlan ütközése, a második a radiációs neutron-befogás. A harmadik jelenségcsoportot az jellemzi, hogy nem közvetlenül a neutron és az anyag kölcsönhatását vizsgálja, hanem a neutron folyamatok kapcsán képződött izotópok bomlásának jellemzőit, legfőképpen a bomlás folyamán fellépő gamma-sugárzást méri.

A radiációs befogást kísérő gammasugárzás vizsgálatánál a legfontosabb kérdés, hogy a jelenlevő elemeknek mekkora a neutron fékezési és befogási hatáskeresztmetszete, továbbá, hogy vannak-e és hová esnek a diszkrét gamma-energiák, melyek a kimutatni kívánt elemre jellemzők. Megállapítható, hogy a várhatóan szereplő elemek számos vonallal jelentkeznek a legkisebb energiáktól

egészen 9 MeV-ig. Az is megállapítható, hogy egyféle energiájú gammát csak a hidrogén (2,23 MeV) bocsát ki. A helyzetet – kimutathatóság szempontjából – még bonyolítja, hogy különösen magasabb energiáknál a tulajdonképpeni energia-csúcsokat a detektálás folyamatából fakadó másodlagos csúcsok is kísérik.

A szilícium legjellegzetesebb vonalai a 4,9 és 3,5 MeV-nél jelentkeznek. A kalciumnál viszont a 6,4; 4,4 és 2 MeV-es csúcsok emelkednek ki.

A vas jellegzetes csúcsai magasabb energiatartományokban vannak. Ezek és különösképpen a klór csúcsai jelentősen bonyolítják a spektrumot és kölcsönösen átfedik egymást. Mindezek azt igazolják, hogy a fűrólyukon felvett spektrumok kiértékelése bonyolult feladat és nagy segítséget nyújthat benne a digitális regisztrálást követő számítógépes feldolgozás.

Jelenleg a gyakorlatban spektrális jelegű mérés a klór-szelvényezés formájában van elterjedve. Elsősorban a homokköves tárolókban van lehetőség arra, hogy ezzel a módszerrel a sósvízes rétegek az olajteltítettektől elválaszthatók legyenek.

A rugalmatlan neutron-szóródáshoz kapcsolódó karakterisztikus gamma-sugárzás mérése csak impulzusüzemű neutrongenerátor alkalmazásával oldható meg.

Olajkutatás vonatkozásában a rugalmatlan szóródáshoz kapcsolódó gamma-spektrószkópiának fő előnye az oxigén és karbon közvetlen kimutathatóságában lehet. A kábelen keresztül végrehajtandó ilyen méréseknek ma még komoly műszertechnikai akadályai vannak.

Egyelőre csak elvi lehetőségnek tűnik a rugalmatlan szóródásra vonatkozó spektrál-viszony módszer. Ez lényegében az impulzusüzemű neutrongenerátor és gamma-spektrószkópia olyan kombinációja, melynél a detektálás a neutron-csomag kibocsátásával azonosan csupán 5 μ sec ideig történik és a scintillációs detektor energiakapuja az oxigén és szén rugalmatlan neutron befogását kísérő energiákra van ráállítva.

Egyelőre kellően ki nem aknázott területnek látszik a neutron aktiválások kapcsán keletkezett bomlási gammák energia-szelektív regisztrálása.

Részben az aktiválásnak impulzusüzemű neutrongenerátorral való végrehajtása, részben a keletkezett bomlási gammák energia-szelektív vizsgálata új lehetőségeket nyit meg.

A neutron-módszereken kívül a komplex digitális berendezés alkalmazásának egyik perspektivikus területe a szelektív gamma-gamma karottázsspektrális üzemmódban és a röntgenradiometrikus karottázis.

Időbeli eloszlások regisztrálása

A komplex digitális karottázis-berendezés alkalmazási köre figyelemre méltóan kiterjeszhető, ha az előzőkben vázolt spektrum-méréseken túl állítható időkapukban ismételt ciklusokban megjelenő jelanyag összeszámlálására, illetve nagyság szerinti osztályozására alkalmassá válik. A problémakör az impulzusüzemű neutrongenerátorok alkalmazása kapcsán került az érdeklődés előterébe, de a számottevő műszertechnikai nehézségek miatt a fizikailag várható jelenségeknek fűrólyukvizsgálati célokra történő felhasználása csak korlátozott mértékben lehetséges. A fő korlátozó tényező annak az időnek a rövidege, mely a mérési ciklusok végrehajtásához rendelkezésre áll. Az időtartamok figyelembevételével jól látható az a nehézség, melyet rugalmatlan szóródás karakterisztikus gamma-sugárzásának spektrális vizsgálatánál is

említettünk: a neutron-csomag kibocsátásának időtartama nem lehet több $5-10 \mu\text{sec}$ -nál és a detektálás időtartama sem lépheti ezt számottevően túl (míg jelenleg I nukleáris konverzió ideje a kábelviszonyok miatt $20 \mu\text{sec}$).

Az is megállapítható, hogy a jelentősen kisebb műszerproblémák jelentkeznek a neutron-felhő lecsengését rögzítő több időkapus mérésnél, mert egy időkapuba nagyobb számú konverzió fér bele, és ha az ismételt ciklusok jelanyaga azonosan halmozódik, a megfelelő pontosság biztosítható.

Ez a mérésforma nyert kidolgozást neutron-élettartamszelvényezés elnevezés alatt. Minthogy az egyes időkapukba eső abszolút impulzusszámok a primer neutron-csomagok nagyságától függenek és nehezen megfoghatók, helyettük az időkapukban mért impulzus-számok hányadosát használják fel a rétegsor jellemzésére.

A mért, illetve számított effektus létrehozásában nyilvánvalóan a rétegsor felépítésében résztvevő elemek mennyisége, termikus neutronra vonatkozó befogási keresztmetszete játsszák a főszerepet: vagyis a rétegvíz NaCl tartalma.

A komplex digitális karottázs berendezés nagyobb kapuszám alkalmazásában és így a lecsengés részletesebb vizsgálatában nyújthat előnyöket a jelenlegi technikához viszonyítva.

Az előzőkben vázolt mérési lezetőségek megvalósítása természetesen igényli a megfelelő paraméterekkel rendelkező lyukműszereket is. Radiológiai vonatkozásban ez megfelelő spektrális felbontóképességgel és hőtűrőképességgel rendelkező lyukműszert, valamint megfelelő minőségű jeltovábbítást jelent.

A spektrális felbontóképesség fúrólukmérések vonatkozásában erősen függvénye a hőmérsékletnek.

A jelenlegi műszaki lehetőségek következtében a hőálló tulajdonságú fotoelektronszorzók energia-felbontóképessége viszonylag alacsony. Szoba-hőmérsékleten csak kb. $8-10\%$ $\text{Cs } 137$ felbontóképesség érhető el. Ez a felbontóképesség a hőmérséklet növelése során egyfelől a fotoelektronszorzó, másfelől a kristály jellemzőinek megváltozása következtében kb. $12-13\%$ -ra elromlik $+120^\circ\text{C}$ -on. Ezzel az adattal, mint jelenlegi ténnyel a mai szcintillációs méréstechnikánál számolni kell. Remélhető azonban, hogy a technológia fejlődése a hőállóság biztosítása mellett elfogja érni a mai általános laboratóriumi színvonalat, nevezetesen kb. $7-8\%$ $\text{Cs } 137$ felbontóképességet.

A komplex digitális karottázs berendezés egy további sajátos alkalmazási területe: az akusztikus hullámkép analízis.

Az akusztikus mérések céljaira kifejlesztett berendezések jelenleg két csoportba oszthatók:

1. nyitott lyukszakaszokon sebesség és csillapodás mérésére alkalmazott berendezések,

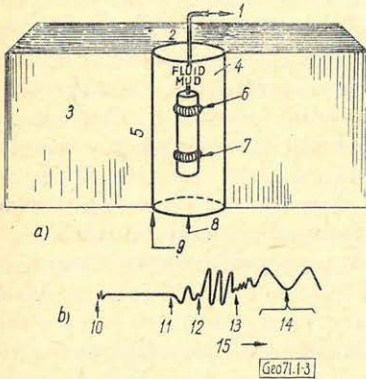
2. csövezett és cementezett lyukszakaszok cementkötési viszonyainak ellenőrzésére szolgáló berendezések.

Első esetben a lyukfalon megtört longitudinális hullámok első beérkezései által meghatározott intervallum-sebességek alapján leginkább a közetek porozitását keressük. Második esetben a beérkező hullámcsoport általában első, vagy tetszőlegesen kiválasztható, de meghatározott idejű (pl. $50, 100, 200 \mu\text{sec}$) részének csillapodási viszonyait vizsgáljuk a cementezett szakaszon egy bázis-szintre vonatkoztatva.

Ebből következik, hogy a mérés folyamatában létrejövő jelek információ tartalmának – a teljes hullámkép kinematikai és dinamikai jellemzőinek –

csak egy részét használják fel a jelenleg fennálló műszertek adottságok mellett.

Az információtartalom felmérése céljából célszerű megvizsgálni egy rövid működési idejű akusztikus rezgéskeltő hatására a kőzetekben és a fúrófolyadékban, továbbá a cementezett lyukszakaszokon keletkező hullámformákat. Nyitott lyukszakaszokon egy adó-vevő párra vonatkoztatva a 3. ábra mutat idő-tengely mentén felrajzolt hullámképet.



Фиг. 3. Источник акустических волн (а), волны, возбуждаемые источником (б) 1 — сигналы, поступающие на поверхность (см. а/б); 2 — скважина; 3 — формация (пористая, плотная); 4 — жидкость — раствор; 5 — граница раздела между жидкостью и твердой средой; 6 — приемник; 7 — источник; 8 — волны сжатия; 9 — волны сжатия, среза и поверхностные волны; 10 — время разгона; 11 — преломленная волна сжатия; 12 — волна среза; 13 — волна жидкости; 14 — волны малых скоростей; 15 — время

3. ábra. Akusztikus rezgéskeltő (a) hatására keletkező hullámok (b)

1. a felszínre menő jelek [lásd. a (b)-nél]
2. fúrólyuk
3. formáció (porózus, szilárd)
4. folyadék-iszap
5. folyadék-szilárd-határfelület
6. felvevő
7. adó
8. kompressziós hullám
9. kompressziós, nyíró és felületi hullámok
10. indítási időpont
11. refraktált kompressziós hullám
12. nyíróhullám
13. folyadékhullám
14. kis sebességű hullámok
15. idő

Fig. 3. Die durch einen akustischen Erreger (a) erzeugte Wellen (b)

1. Zeichen, die auf die Oberfläche gehen [siehe (b)]
2. Bohrloch
3. Formation (porös, fest)
4. Flüssigkeit-Bohrschlamm
5. Grenzfläche: Flüssigkeit-Festboden
6. Aufnahmeteile
7. Sendeteile
8. Kompressionswelle
9. Kompressions-Scherungs- und Oberflächen-Wellen
10. Start
11. Refraktierte Kompressionswelle
12. Scherungs-Welle
13. Flüssigkeits-Welle
14. Wellen mit niedriger Geschwindigkeit
15. Zeit

A beérkezés sorrendjében a következő hullámtípusok különíthetők el:

1. Első beérkezés a lyukfalon refraktálódott longitudinális hullám. Jele: $P_0 P_1 P_0$; az adóból az iszapon keresztül a lyukfalon végig haladva a vevőhöz ismét az iszapon keresztül jut el.

2. Második hullámcsoport, a lyukfalon keletkezett és refraktálódott transzverzális, ún. váltóhullám. Jele: $P_0 S_1 P_0$; a vevőhöz vezető útja azonos az elsőével. Ehhez képest kisebb frekvencia és nagyobb amplitudó jellemzi.

3. Közvetlen vagy „víz”-hullám, amely a fúrófolyadékban keresztül jut az adótól a vevőbe. Jele: P_0 .

4. Egy kis sebességű, de nagy amplitudójú hullám. Sebessége mindig kisebb, amplitudója pedig nagyobb a közvetlen hullámnál. Létrejöttét és sebességét sok paraméter — akusztikus frekvencia, lyukátmérő, kőzet és fúrófolyadék sűrűsége, kőzetsebesség stb. — befolyásolja.

A 3. ábrához viszonyítva összetettebb lesz a hullámkép, ha a fúróluk környezetében radiális irányban fúrás technikai- és elárasztás-viszonyok miatt sebességváltozás lép fel.

E hullámtípusoknak elvben négy mérhető paraméterük van, mégpedig:

1. sebesség,
2. amplitudó,
3. amplitudó csillapodás,
4. frekvencia.

Az egész hullámkép teljes analizésének és információ tartalmának értékét természetesen az szabja meg, hogy az egyes paraméterek külön-külön vagy összekapcsolva milyen korrelációba hozhatók a formációk számunkra fontos tulajdonságaival.

A komplex digitális regisztrálás kapcsán körvonalazható lehetőségek a jelenlegi eljárásokhoz viszonyítva az alábbiakban nyújtanak többletet:

1. az első beérkezések „ Δt ” időszelvényének ellenőrzése,
2. porozitás értékek javítása a transzverzális hullámsebességek felhasználásával,
3. lithológia meghatározása longitudinális és transzverzális sebességek alapján,
4. radiális irányú sebesség változás meghatározási lehetősége a további határfelületekről származó hullámok alapján,
5. repedések kimutatása transzverzális hullám amplitudók alapján,
6. cementkötés-szelvények teljes analizése.

Gerjesztett-potenciál vizsgálatok

Fúrólukban végzett gerjesztett potenciál vizsgálatok hatásfokát jelenleg a ma már klasszikusnak tekinthető mérés technikai lehetőségek szabják meg. Ez meghatározott intervallumot jelent a „ I ” gerjesztő áram a „ T_g ” gerjesztési idő a „ T_m ” mérési idő, valamint a „ ΔT ” méréskezdeti idő vonatkozásában. (Jelenlegi értékek: $I_{max} \approx 2 - 300 \text{ mA}$ / $T_g \approx 25 - 30 \text{ msec}$; $T_m \approx 12 - 15 \text{ msec}$; $\Delta T \approx 8 - 10 \text{ msec}$). Amellett, hogy a mérési paraméterek így korlátozottak, ennek a mérés technikának legnagyobb hátránya az, hogy értelmezési adatként csak a gerjesztett polarizáció egy adott időpontra vonatkoztatott ismert módon definiált értéke használható.

A legutóbbi kutatási eredmények, laboratóriumi és felszíni terepi megfigyelések ezen túlmenően az alábbiakat mutatják:

1. Rövid gerjesztési idő (msec nagyságrendű) esetén is létezik egy gyorsan lecsengő ún. korai gerjesztett-potenciál-stádium, amely $50 - 100 \mu\text{sec}$ -mal az áram kikapcsolása után már jelentkezik.

2. A gerjesztett polarizáció teljes lecsengési görbéje, a lecsengés sebessége, a polarizáció áram erősségén és időtartamán kívül meghatározó módon függ a szilárd közetfázis mineralógiai- és pórus-folyadék kémiai összetételétől.

3. A lecsengési görbe általános esetben exponenciális görbék összegeként írható fel. Tehát a lecsengési görbéknek, mint időfüggvényeknek a rögzítésével és analizálásával lehetővé válik különböző ásványtársulások megkülönböztetése, erős háttérhatással jelentkező piritesedett, grafitosodott zónák elkülöní-

tése, üledékes kőzetek esetén szemcsenagyság becslése, zárványos ércesedés esetén megközelítő %-os érc tartalom prognózis.

A közvetlen kutatási feladatokon túl pedig megadja a lehetőségét a polarizáció kialakításában résztvevő fizikai folyamatok részletesebb elemzésével a ma még nem teljesen egységes és tisztázott elméleti alapok vizsgálatának is.

MAGYAR GEOFIZIKA XII. ÉVF. 1. SZ.

LAPSZEMLE

ÁSVÁNYKUTATÁS ÉS BÁNYAFÖLDTAN. Szerkesztette: *Benkő Ferenc.* Munkatársak: *Barabás Andor – Barnabás Kálmán – Jantsky Béla – Morvai Gusztáv,* Műszaki Kiadó 1970. 1 – 452 old.

A mű három részre oszlik: Ásványkutatás; Az ásványelőfordulások értékelése; Termelési geológia – címekkel.

A fejezetek szerzői: Az ásványkutatás feladata és általános elvei: Benkő Ferenc

Felszíni kutatás: Barabás Andor – Benkő Ferenc – Jantsky Béla

Fúrási kutatás: Barnabás Kálmán

Bányászati kutatás: Morvai Gusztáv

A kutatások tervezése: Benkő Ferenc

Készletszámítás: Benkő Ferenc

A kutatási eredmények összefoglalása és az előfordulások gazdasági értékelése: Benkő Ferenc

Készletek nyilvántartása és a készletváltozások meghatározása: Benkő Ferenc

Bányaföldtan: Morvai Gusztáv

Irodalomjegyzék: 431 – 435 old. Tárgymutató: 437 – 451 old.

Geofizikai vonatkozásokat elsősorban a 3. fejezetben (Fúrási kutatás) a 3.5.2 szakaszban (geofizikai vizsgálatok; 139 – 142 old.) találunk, de elkerülhetetlen, hogy néhány más helyen is meg ne említődjék a geofizika szerepe. Így pl. a 64 – 65. oldalon az ásványi nyersanyagok kifejlődésére utaló nyomok és jelek között olvassuk, hogy „... a geofizikai anomáliák inkább csak a hasadó anyagok esetében jelentenek közvetlen utalást ...” egy gránit-mészko érintkezési vonalában észlelt mágneses anomáliát pl. nyugodtan tekinthetünk egy mágnesvasérc-telep *közvetlen* indikációjának; egyébként az ugyanilyen mágneses anomália csak közvetlen utalásnak minősül.” (A „közvetlen” szó itt nyilván sajtóhiba a „közvetett” helyett).

T. G.

* * *

ALFÖLDI OLAJBÁNYÁSZ VI. évf. XII. sz. 1970. december

Bese Vilmos vezérigazgató sajtótájékoztatója: „A kőolaj- és gázipar jelenlegi helyzete a népgazdaságban, növekvő szerepe, feladatai és az iparág aktuális kérdései”

T. G.

* * *

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK, KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ, különszám 1970: A kőolaj- és földgázbányászat műszaki fejlődése 1969. Bibliográfiai tanulmány, 1 – 110 old.

A kiadvány az előző évben elkezdett sorozat folytatása. Célja: áttekinthető rendszerbe foglalt, sűrített információ alakjában összefoglalót nyújtani az olajbányászatnak az 1969. évi szakirodalomban tükröződő fejlődéséről. A feldolgozásnál 49 szakfolyóirat (valamennyi külföldi!) és 8 intézeti konferencia- és egyéb jelentés anyagát használták fel, de egyes helyeken más folyóiratok cikkére is hivatkoznak. A mű 7 fejezetből áll, melyeknek szerzői: