

G. Kunez:

СОЗДАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ СЕЙСМОГРАММ

В начале статьи дается объяснение понятия и значения синтетических сейсмограмм, причем детально рассматриваются все необходимые вспомогательные средства и сформулируются соответствующие понятия. Затем, на примере фактических материалов подробно обсуждается вопрос о применении синтетических сейсмограмм. В заключении подводятся итоги возможностей применения описанного метода.

G. Kunez

KONSTRUKTION UND ANWENDUNG DER SYNTHETISCHEN SEISMOGRAMME

Zuerst wird der Begriff und Bedeutung des synthetischen Seismogramms dargelegt und alle die nötigen Begriffsbestimmungen und Hilfsmittel ausführlich diskutiert. Dan wird an Hand von Beispielen auf die Anwendung näher eingegangen. Am Ende werden zusammenfassend die Möglichkeiten der Methode besprochen.

A SZINTETIKUS SZEIZMOGRAM SZERKESZTÉSE ÉS HASZNÁLATA

Kunez Géza

I. A szintetikus szeizmogram definíciója és jelentősége.

Néhány év óta mind rendszeresebben végeznek valamennyi kutatófúrásnál olyan folyamatos méréseket, amelyek összefüggő képet nyújtanak az elasztikus hullámok terjedési sebességéről az átfurt rétegekben. Ezek a mérések, melyeknek eredményeit folyamatos sebességszelvénynek nevezzük, nagy jelentőséggel bírnak a geológus számára egyrészt az átfurt rétegek azonosítása és vizsgálata szempontjából, másrészt azért is, mert - más vizsgálati módszereket kiegészítve - pontos korrelációkat nyújtanak az egyes furások között.

Mint hogy az ezzel az új módszerrel mért fizikai paraméter azonos azzal a paraméterrel, amelyet a legelterjedtebb felszíni geofizikai módszer - a szeizmikus módszer - használ, természetes, hogy igyek-

szünk felhasználni az egyes furásokban megállapított paraméter-értékeket a szomszédos szeizmikus mérési eredmények értelmezésére.

A szintetikus szeizmogram létesíti a kapcsolatot e két adatcsoport között és a sebességszelvény fokozatos átalakításának eredményeképp áll elő.

Már e szelvény egyszerű szemügyre vétele is, mivel képet nyújt a legerősebb sebességkontrasztokról, lehetővé teszi annak előre látását, hogy melyek lesznek a szeizmogramokon a legfontosabb reflexiók szintek.

De bizonyos módosításra is szükség, ha azt akarjuk tudni, hogy hol kell megmutatkozniuk a szeizmogramokon ezeknek a szinteknek. Ugyanis a sebességszelvény a sebességet a mélység függvényeként adja meg, míg a szeizmogramok abszcisszája a hullámok beérkezési idejét mutatja. Első lépésként tehát a sebességszelvény értékeit az idő függvényeként kell kifejezni.

Az így nyert görbe azonban még mindig más természetű, mint a szeizmogrammé, minthogy az előbbi a sebesség változásait mutatja, míg az utóbbi a robbanás által keltett hullámnak a sebesség változásai következtében előállt visszaverődéseit jelzi. Ha tehát azt akarjuk tudni, hogy miképpen, milyen formában fognak megjelenni a szeizmogramon a különböző felületek visszaverődései, az érintkezési felületek mindegyikén a megfelelő intenzitással és előjellel be kell vezetni az illető réteg által visszavert hullámot s utána e hullámok összességét kell megvizsgálni. E módosítás eredményét nevezzük egyszerű szintetikus szeizmogramnak.

Ez a görbe azonban, amely hasonlít a felszínen nyert szeizmogramhoz, még mindig több pontban különbözik az utóbbtól. A felszíni szeizmogram ugyanis a direkt visszaverődéseken kívül/eltekintve az esetleges zajoktól, amelyeket nem lehet számításba venni/magában foglalja az összes többszörös reflexiókat is, tehát azokat a hullámokat, amelyek a különböző felületeken történt többszörös visszaverődésük után jutnak csak a felszínre.

Bár ezek a többszörös visszaverődések önmagukban véve nem érdeklik a kutatót, ismeretük mégis fontos, mert lehetővé teszi zavaró szerepük felbecsülését: ugyanis azon kívül, hogy ezek a direkt reflexiók látszatát kelthetik, még el is torzíthatják, időben eltolhatják, sőt meg is semmisíthetik őket. Az előre nem látható zajjal ellentétben, ezek a hullámok a sebességszelvény eredményének ismeretében tökéletesen meghatározhatók; csupán az a nehézség, hogy nagy számuk miatt nem könnyű számolni velük. Ez a munka gyakorlatilag csak a modern számológépek segítségével végezhető el. E hullámok bevezetésével eljutottunk a sebességszelvény átalakításának utolsó stádiumáig, a komplex szintet-

tikus szeizmogrammig; ez bizonyos vonatkozásban az az ideális határ, amelyet egy minden zavaró jelenségtől megszabadított szeizmogrammal szeretnénk elérni.

Ezekután már előre látható, hogy milyen jelentősége van annak, ha a felszíni szeizmogramot összevetjük az egyszerű és a komplex szintetikus szeizmogrammal: az előbbi megkönnyíti a felszíni szeizmogram adatainak meghatározott geológiai rétegekre való vonatkoztatását, az utóbbi megvilágítja a megfigyelt és az elméleti eredmények között fennálló eltéréseket és így hozzásegít a jelenség alaposabb megértéséhez s gyakran lehetőséget nyújt az eredmények megjavítására.

II. A szintetikus szeizmogrammok szerkesztése.

Az összes többszörös reflexiók számbavétele végett kívánatos nagyfokú pontosság elérése érdekében egy IBM 650 típusu elektronikus számológépet vettünk igénybe.

Következésképp a sebességszelvényt olyan számsorra kellett redukálni, amelynek elemei a viszonylag vékony rétegekben észlelt átlagsebességeket fejezik ki. E rétegek vastagságának megválasztása függ a rögzíteni kívánt sztratigrafiai részletek mennyiségétől és a tanulmányozandó felszíni szeizmogramok jellegzetes frekvenciájától.

A számológép műveleteinek első sorozata a következő:

-- a sebességszelvényről leolvasott részidők összegezése, az így kapott összidők összehasonlítása a furásban végrehajtott hagyományos szeizmokarottázsok révén nyert időtartamokkal és ha szükséges, a korrekciók végrehajtása. Ez a művelet a sebességmérést egyben időléptékre helyezi át;

-- a szelvény felosztása egyenlő áthatolási idejű rétegekre; ezáltal ugyanis sokkal könnyebben lehet a többszörös reflexiókat kiszámítani, mint egyenlő vastagságú rétegek esetében;

-- végül az e rétegsorozatra vonatkozó visszaverődési együtthatók kiszámítása. Mint ismeretes, ezeket az együtthatókat úgy kapjuk meg, ha elosztjuk két egymásután következő átlagsebesség különbségét

összegükkel:
$$\frac{v_1 - v_2}{v_1 + v_2}$$

gét is, de a sűrűség rendszerint aránylag kevésbé változik és kevésbé is ismert.

A tárgyalt számítások esetében azt tételezzük fel, hogy az összes rétegek horizontálisak, tökéletesen elasztikusak és hogy a szeizmikus hullám síkhullám, amely vertikálisan terjed. Ilymódon elhanyagolódik a mélység, vagyis az idő arányában bekövetkező gyors energia-csökkenés, amely a hullám térbeliségének tudható be, viszont ezt a

csökkenést a felszíni szeizmogramokon az automatikus erősítés szabályozása ellensúlyozza.

Eképpen /ha elhanyagoljuk a többszörös reflexiókat/ a visszaverési együtthatók sora, ha ezeket az együtthatókat az elemi rétegek áthatolási idejének kétszeresével egyenlő időközönként ábrázoljuk, megmutatja, hogy miképpen válaszolnak a rétegek egy egységnyi impulzusra. Ezt "többszörös visszaverődések nélküli impulziós szintetikus szeizmogramnak" nevezzük.

A rétegek választát - ugyanilyen egyszerűsítésekkel, de bármilyen formájú gerjesztésre vagy jelre - könnyű kiszámítani oly módon, hogy a jelet megfelelő amplitudójú impulzusok sorára bontjuk fel, s azután összeadjuk az impulzusokra kapott megfelelő válaszokat.

A legfontosabb és a legnehezebb lépés azonban még hátra van: a többszörös reflexiók bevezetése. A visszaverő rétegek százainak lehetséges kombinációiból eredő többszörös reflexiók száma ugyanis olyan nagy, hogy ha egyenként akarnók számbavenni őket, még a leggyorsabb számológéppel sem tudnánk boldogulni.

E nehézségek megoldási módszerének lényege az, hogy az egy adott időpontban egy adott rétegbe érő hullámfrontot kizárólag az a két hullám határozza meg, amely az előző időpontban hagyta el a vizsgált réteggel közvetlenül szomszédos és egyrészt alatta, másrészt föllette fekvő reflexiós szinteket. Pontosabban szólva: a lezálló hullámot megtöri, a felszállót pedig visszaveri a felső réteg, míg az alsó réteg esetében az ellenkező jelenség áll elő. Így tehát az egymásután következő időpontokban lépésről-lépésre számítjuk ki a hullám erősségét valamennyi rétegben, melyet a hullám ezekben az időpontokban ért el.

Az ily módon számításba vett többszörös visszaverődések között igen fontosak a földfelszín és a levegő érintkezésének hatására keletkezett többszörös visszaverődések. Amennyiben ezt a felszint tökéletes visszaverő rétegnek tekintjük, a valóságos helyzetnél rendszerint erősebb hatást találunk, valószínűleg azért, mert a kevésbé szilárd felszíni rétegek nagymennyiségű energiát nyelnek el. Ez az abszorpció a felszín visszaverőképességének csökkenésével azonos hatást gyakorol. Következésképp e visszaverési együtthatónak általában több értéket adunk meg 0 és 1 között.

A számításnak ezen a pontján - többszörös visszaverődést feltüntető és többszörös visszaverődés nélküli - szintetikus szeizmogramokat kapunk meg, amelyek azonban egy egyszerű jelformának, az izolált impulzusnak felelnek meg.

Jel alatt a hullám formáját /amplitudóját az idő függvényeként/ értjük, amint ez a szeizmogramon megjelenik, ha egy egyedülálló /vagy-

is két vastag homogén réteget elválasztó/horizont veri vissza. Az eképp definiált jel a következő tényezőktől függ:

- a robbanás természetétől;
- a homogén közegben való terjedéstől;
- a műszerek karakterisztikájától /geofon, szűrés, felerősítés/.

A szeizmogramokon a sebességek nagyfokú változatossága miatt - gyakorlatilag sohasem találunk tiszta visszaverődéseket. Mindazonáltal meghatározhatjuk a tiszta formát oly módon, hogy kikeressük több visszaverődés közös jellegzetességeit és számításba vesszük a felszíni használatos műszerek sajátosságait.

Különb, a tapasztalat szerint, a jel pontos formájánál inkább a következő két tulajdonsága fontosabb:

- 1./ látszólagos frekvenciája, ugyanis ez határozza meg a szintetikus görbe uralkodó frekvenciáját;
- 2./ hosszúsága, másszóval a ciklusok száma, mert ez határozza meg a hullám-sorok hosszát és a kapott szintetikus szeizmogramok karakterét.

Meg kell jegyezni, hogy a beérkező jelek a szintetikus szeizmogramokon mindig jobban elnyulnak, mint az indukáló jel; ez okból rövid és egyszerű jeleket kell alkalmaznunk.

Számításba vehetjük továbbá, - ha növekvő periódusu jelet alkalmazunk - a magasabb frekvenciák gyorsabb elnyelését, ami a felszíni szeizmogramokon a frekvencia fokozatos időbeli csökkenését idézi elő.

E különféle jeleknek az impulzus-szintetikus szeizmogramba való bevezetése nem okoz semmiféle nehézséget, akár számítással történik /a jelek felbontása és a válaszok összegezése elvének alapján/, akár elektronikus módszerrel /ez esetben az impulziós görbét egy olyan szűrőn vezetjük át, amelynek a válasza megfelel a választott jel formájának/.

A gyakorlati példák elemzése alapján az alábbiakban foglalhatók össze azok a legfőbb problémák, amelyek felvetését /ha megoldásukat nem is mindig/ lehetővé teszi a szintetikus szeizmogramok vizsgálata:

- 1./ A felszíni szeizmogramokon rögzített visszaverődések geológiai azonosítása;
- 2./ A legkedvezőbb szűrési feltételek tanulmányozása
 - a/ akár egy bizonyos zóna jellemzőinek jobb kiemelése végett,
 - b/ akár a többszörös visszaverődések hatásának csökkentése végett;
- 3./ A többszörös visszaverődések felismerése, hatásuk jellegének tanulmányozása, eredetük kutatása;
- 4./ A reflexiók karakterének elemzése;

5./ Azoknak a módszernek a vizsgálata, melyek egy szeizmogrammon a fázisváltozásokból vagy bizonyos horizontok vastagságának változásából adódnak;

6./ Annak a hatásnak a tanulmányozása, melyet a robbantás távolsága gyakorol a többszörös visszaverődések összetételére és az ebből eredő legjobb keverési módszerek vizsgálata.

Ily módon, a szintetikus szeizmogrammok haszna széles területen érződik, a szeizmogrammok geológiai értelmezésétől kezdve egészen a gyakorlati munkamódszerek tökéletesítéséig.

A fentiekben leírt "munkaeszköz", a szintetikus szeizmogramm, aránylag új. Bár ha tudjuk is már, miképpen működik, hosszú ideig kell használnunk ahhoz, hogy kellőképpen értékelhessük a hasznát. Annyi bizonyos, hogy a szintetikus szeizmogramm eredményes diagnosztikai eszközt ad a kezünkbe: most már a "beteggel" - vagyis a nehezen magyarázható terepi felvételekkel - állandó kapcsolatban lévő "orvosoknak", azaz gyakorlati szakembereknek a dolga, hogy megállapítsák a legalkalmasabb "gyógymódot". Az mindenesetre példátlan lenne, hogy egy jelenség jobb megismerését ne követte volna előbb vagy utóbb nyomon gyakorlati felhasználásának tökéletesítése.*

*/ Fenti cikk a szerző előadásának kivonata. Akik a részletek és az ábrák iránt érdeklődnek, megtalálhatják azokat pl. a következő cikkben: V. Baranov - G. Kunetz: Konstruktion und Anwendung der synthetischen Seismogramme, Erdbeel-Zeitechr. 1960, H. 3.