

Digitális szűrés geoelektromos mélyszondázásoknál*¹

P É T E R F A I B É L A

Mélyszondázások távoli pontjainál a hasznos jeleket nagymértékben zavarják a tellurikus mozgások. Ezek regisztrátumainak megfelelő digitalizálása és szűrése segítségével a tellurikus jel a kívánt szint alá csökkenthető.

Az előadás tárgyalja az elméleti alapokon kívül a feldolgozás menetét, és gyakorlati példán mutatja be a módszer használhatóságát.

В удаленных пунктах вертикального электрического зондирования на полезные сигналы сильно влияют вариации теллурических токов. Путем соответствующего преобразования записей в цифровые данные и посредством их подходящей фильтрации можно снизить помеху теллурических токов под желаемый уровень.

Кроме теоретических основ, в работе рассматривается и ход обработки данных, а применимость метода иллюстрируется на практических примерах.

Bei den Tiefensondierungen im Falle von fern gelegenen Messpunkten werden die nützlichen Signale vielfach von den tellurischen Variationen gestört. Mit Hilfe einer entsprechender Digitalisation und Filterung der Aufzeichnungen dieser Störeffekte kann das tellurische Signal unter das gewünschte Niveau heruntergedrückt werden.

Im Vortrag wird, nebst den theoretischen Grundlagen, auch der Gang der Bearbeitung mitgeteilt und die Brauchbarkeit der Methode an praktischen Beispielen demonstriert.

Mélyszondázásoknál a méréseket $GE - 30$ és $T - 14$ típusú műszerek, valamint egy generátor segítségével hajtjuk végre. A számunkra hasznos információt a

$$\varrho = K \frac{\Delta V}{I}$$

képlet alapján kapjuk meg egy-egy mérési pontban, amely képletben „ ϱ ” a látszólagos fajlagos ellenállás, „ I ” a generátorral a földbe betáplált áramimpulzus nagysága, „ ΔV ” a betáplált áram hatására a felszín két pontján elhelyezett elektróda között létrejött feszültségkülönbség és „ K ” a tápelektrodák geometriai helyzetéből számítható együttható.

A „ ϱ ” számításához szükséges három adat közül a „ K ” és „ I ” meghatározása néhány százalékos hibán belül minden nehézség nélkül lehetséges. Csupán „ ΔV ” pontos meghatározása a probléma. Egy adott elektróda-konfiguráció mellett a mérhető „ ΔV ” „ I ”-vel lesz egyenesen arányos, így „ ΔV ” tetszés szerint növelhető az áram maximális értékének megfelelő nagysáig. A maximális áramot a generátor teljesítménye determinálja. Dipol equatoriális szondázásoknál a konfigurációra jellemző adat az „ R ” dipol sugár. Ismeretes az is, hogy egy adott „ I ” áram mellett „ R ” növelésével a mérhető „ ΔV ” csökken. Így a fentiekből következik, hogy „ R ” növelésével a mérhető maximális „ ΔV ” is csökken.

$T - 14$ típusú műszerrel végrehajtott regisztrálásnál a jelentkező jel a tellurikus áramok hatására létrejött „ ΔV ” feszültségkülönbség és a betáplált „ I ” áram hatására létrejött (ΔV) feszültségkülönbség szuperpozíciója lesz, azaz a felvételen a

$$\Delta V + \bar{\Delta V}$$

fog jelentkezni.

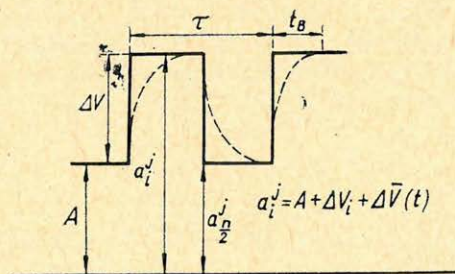
Addig, míg „ $\overline{\Delta V}$ ” nagyságrendekkel kisebb „ ΔV ”-nél, pontos meghatározása nem ütközik nehézségekbe. Egy bizonyos „ R ” dipol sugáron túl, ahol e két szuperponálódott jel nagysága összemérhető, már körülményesebb a pontos szétválasztás.

A tellurikus jel kiszűrése analóg elektronikus úton nem oldható meg, mivel az „ I ” impulzus hatására a föld felszíni rétegei által képviselt impedancián létrejött „ ΔV ” jel spektrumában $0 - \infty$ -ig minden frekvencia megtalálható, és a tellurikus áram domináló frekvenciái a „ ΔV ” jel alakjának kialakulásában jelentős szerepet játszanak. Ezzel a szűréssel az amplitúdó egyértelmű meghatározása lehetséges lenne, ha egy olyan frekvenciát választanánk ki, amely a tellurikus áramokban kis amplitúdóval szerepel, ellenben az impulzus hatására létrejött jel alakjára semmi információt nem kapnánk. *DE* szondázásnál a jelalakra nincs is szükségünk, ellenben a térbeállítás módszerénél a jel alakja tartalmazza a lényeges információkat, s a bemutatásra kerülő szűrést ott is alkalmazni szeretnénk a továbbiakban.

Egy olyan „ T ” hosszúságú regisztrátumot veszünk, amelyen a „ τ ” ismétlődési idővel adott szimmetrikus áramimpulzusok által és a tellurikus áramok által létrehozott feszültségkülönbségek összege van. Digitalizáljuk ezt a regisztrátumot egy tetszőleges nullszinthez viszonyítva úgy, hogy a digitális adatok a regisztrátumot τ/m időközönként reprezentálják. Célszerűnek látszik az 1. ábrán átható módon (az ábra „ $\overline{\Delta V}$ ”-t nem tartalmazza) kétindexes betűkkel jelölni ezt a digitális sort, ahol a felső index (j) jelöli azt, hogy hányadik áramimpulzus időintervallumában vagyunk, az alsó index (i) pedig azt, hogy ezen időintervallumon belül melyik tagról van szó. Ezen tagok a következőképpen adódnak:

$$a_i^j = A + \Delta V_i + \overline{\Delta V}$$

(„ A ” a nullszinttől függő állandó). Ahol az „ a ”-k alsó indexei megegyeznek, ott az összegek „ $\overline{\Delta V}$ ” kivételével egyenlő tagokból épülnek fel. Különböző alsó indexű „ a ”-kban a „ ΔV ”-k különböznek, mivel a tér beállásáig mérhető idő telik el.



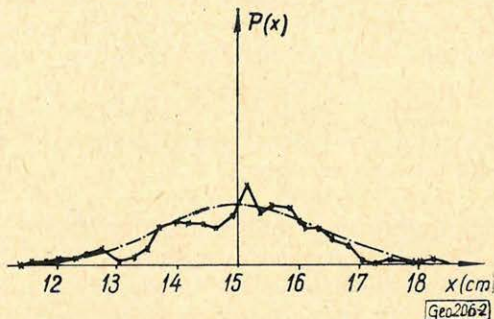
1. ábra Φ uz. 1. Fig. 1.

A 2. ábrán látható egy megegyező alsó indexű tagokat tartalmazó sorozat eloszlás-függvénye. A vízszintes tengelyen „ a ” értékek találhatóak, a függőlegesen pedig az előfordulás valószínűsége. Az eloszlás-függvény elég jó közelítéssel követi a Gauss-féle haranggörbét, azaz normális eloszlást mutat, ami arra utal, hogy mérési hiba jellegűek a „ ΔV ”-k, így a legmegbízhatóbb értéket a

számítási közepek adják, a hiba pedig a közepelt tagok számának négyzetgyökével fordítottan arányos. Tehát

$$A + \Delta V_i = \frac{\sum_{j=1}^m a_i^j}{m} + \frac{\overline{\Delta V}}{\sqrt{m}},$$

ahol m az áramimpulzusok, azaz a közepelt tagok száma.



2. ábra Физ. 2. Fig. 2.

Számítással meggyőződhetünk arról, hogy az első 9 mérés a hibát harmadára csökkenti, míg további 72 ezt a hibát szintén csak harmadára kisebbíti. Ebből azt a következtetést lehet levonni, hogy a túlzott ismétlés a pontosság fokozásának nem gazdaságos módszere.

Vegyük figyelembe azt is, hogy szigetelő aljzatú üledék felett az „I” áram bekapcsolásától számítva

$$t_B = 1,5 S R 10^{-3} \text{ sec -ra}$$

van szükség ahhoz, hogy a „ ΔV_i -ket egyenlőnek lehessen mondani.

(Itt „S” a szigetelő aljzat feletti üledék összevezetőképessége $1/\text{ohm}$ -ban) Így a hiba további csökkentése érdekében azon i -kre is elvégezhetjük a közepelést, melyhez tartozó tagokban „ ΔV_i ”-k egyenlőknek tekinthetők:

$$\frac{n}{2} > i \geq k,$$

ahol

$$k = m/\tau 1,5 S R 10^{-3}$$

a tér beállításához szükséges idő alapján.

$$A + \Delta V = \frac{\sum_{i=k}^{\frac{n}{2}} \sum_{j=1}^m a_i^j}{m + \frac{n}{2} - k} \pm \frac{\overline{\Delta V}}{\sqrt{m + \frac{n}{2} - k}},$$

illetve

$$A = \frac{\sum_{i=k+\frac{n}{2}}^n \sum_{j=1}^m a_i^j}{m + \frac{n}{2} - k} \pm \frac{\overline{\Delta V}}{\sqrt{m + \frac{n}{2} - k}},$$

Ebből a két közepelt tag különbsége adja meg „ ΔV ”-t, a hiba pedig

$$\frac{2}{\sqrt{m + \frac{n}{2} - k}}$$

-szorosára csökken.

Egy azonos i -kre elvégzett szűrést a 3. ábrán láthatunk, ahol az 1-gyel és 2-vel jelölt görbék az eredeti felvételnek megfelelőek, míg a 3-mal jelölt a szűrés utáni görbe. Az áramimpulzusok 30 sec-ak voltak.

Gyakorlatilag a következő metodikával fogjuk végezni a szűrést. A 6 cm/perc húzási sebességgel készült regisztrátumból mm-enként, azaz másodpercenként képezünk digitális jeleket az 1. ábra alapján egy átalakító segítségével. A beadott áramimpulzusok szimmetrikusak és 60 sec az ismétlődési idejük. Az eddigi tapasztalatok alapján 15 km-es „R”-en felül tanácsos végezni a közepelést. Megállapítottunk egy optimális térbeállítási időt: 20 sec-ot, amely a 15 és 20 km-es dipolsugár között és 500–700 I/ohm-os összevezetőképesség mellett használható értéket ad. Az optimális áramimpulzus-számot az előbbieket figyelembevételével 30-ban állapítottuk meg. Tehát a közepelést elvégezzük először a_1^{20} -tól a a_i^{30} -ig az összes i -re, azaz 1–30-ig, összesen 300 tagra, majd a_i^{50} -tól a_i^{60} -ig szintén a 300 tagra és a két közepelt érték különbsége fogja adni „ ΔV ” legvalószínűbb értékét

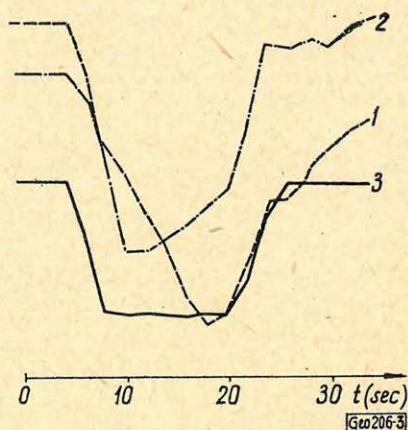
$$\frac{2\overline{\Delta V}}{\sqrt{300}}$$

hibával, ahol „ ΔV ” az illető felvételen található tellurikus jelből állapítható meg.

A mérés végrehajtásánál ügyelni kell az áramimpulzusok szimmetriájára és az amplitúdók egyenlő értékén való tartására. Ezenkívül ajánlatos az áramimpulzusok bekapcsolásával egyidőben a regisztrátumokon megfelelő időjelet elhelyezni, mivel az a_i^j értékeknek mindig ezeket az időpillanatokat kell reprezentálni.

IRODALOM

2. L'Auné Ottó: Kiegyenlítőszámítás Budapest. 1960.
2. А. Т. Тархов: Справочник Геофизики, Москва. 1963.



3. ábra Φ uz. 3. Fig. 3.