Oldalirányú inhomogenitások kimutatása és hatásának kiküszöbölése a terelőáramos módszernél

EGERSZEGI PÁL

Terelőáramos módszernél a terelő- és mérőáram hányadosa (η) nagyon érzékenyen változik az oldalirányú inhomogenitások hatására. Ez egyrészt előnyös a tektonikai vonalak kimutatása szempontjából, másrészt megnehezíti a réteghatárok mélységének és a rétegek fajlagos ellenállásának meghatározását.

Elméleti számításaink igazolják, hogy a tektonikai vonalak csapásirányának meghatározása egyszerű mérési metodikával és gyors számítással ilyen módon meghatározható.

A réteghatárok mélységének és a rétegek fajlagos ellenállásának meghatározása tektonikailag zavart területen is elvégezhető, ha figyelembe vesszük η változását a nem horizontális kontakt-felület helyzetének függvényében. Erre az η változásra elméleti görbék számíthatók.

При применении метода фокусирующего тока величина η отношения фокусирующего и измерительного тока очень резко изменяется при наличии неоднородностей в горизонтальном направлении. Это обстоятельство положительно влияет на возможность выделения тектонических линий, но с другой стороны осложняет определение глубины залегания границ разделов и удельного сопротивления пластов.

Теоретические расчеты показывают, что рассматриваемый метод позволяет определить простирание тектонических линий с простой методикой и быстрыми расчетами.

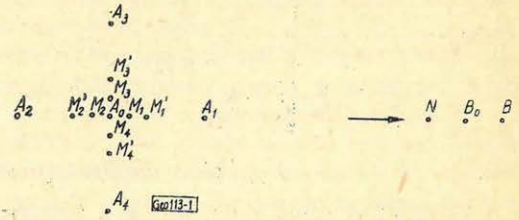
При этом методе глубины залегания границ раздела и величины удельного сопротивления пластов определяются и в сложных тектонических зонах, если принимается во внимание зависимость изменения ξ от негоризонтального положения поверхности раздела. Для этого случая подсчитаны теоретические кривые изменения μ.

Bei dieser Methode ändert sich der Quotient η des fokussierten- und des Messtroms infolge seitwärtiger Inhomogenitäten sehr empfindlich. Obwohl der Nachweis tektonischer Linien dadurch begünstigt wird, die Bestimmung der Schichtgrenzen und der spezifischen Widerständen wird aber erschwert.

Nach unseren Rechnungen sind die Streichrichtungen der tektonischen Linien durch einfache Masstechnik und schnelle Rechnungen bestimmbar.

Die Tiefen der Schichtgrenzen und spezifische Widerstände können auch in tektonisch gestörten Gebieten ermittelt werden, wenn die Aenderungen von η als eine Funktion der Lage der nicht-horizontalen Grenzflächen ausgedrückt werden. Dafür sind theoretische Kurven berechenbar.

A felszíni terelőáramos módszer [1], mely a „laterolog – 7"-ből fejlődött ki, a konvencionális elrendezéssel ellentétben nem négy, hanem 10 – 16 elektródát használ a szondázásnál. Vizsgálatainknál csak az ún. négyterelős elrendezéssel foglalkozunk, melynél 16 elektróda szükséges. Az *1. ábra* mutatja az elvi elrendezést. Az N, B_0 és B elektródák elméletileg végtelen távol helyezkednek el az A_0 elektródához képest. A_0, B_0 alkotja a mérőáramkört és $A_1 - A_4$, B a terelőáramkört.



1. ábra

A lényeges eltérés azonban nem az elektródák számából adódik, hanem a két áramkör jelenlétéből. A terelőáramkör biztosítja azt, hogy a mérőáram a felszín közelében a mérési felszínre merőlegesen halad az ún. pászmán belül. Az M_i, M'_i ($i = 1-4$) elektródák szolgálnak, mint figyelőelektródák az árampászma kialakulásának ellenőrzéseként, ugyanis a közöttük levő ΔV potenciálkülönbségnek 0-val kell ekkor egyenlőnek lenni. A $\Delta V_{MM'} = 0$ feltétel teljesülésénél nagyobb jellemző érték a terelőáram és mérőáram hányadosa (η). Homogén féltérben – a távoli elektródák elhanyagolásával – a következőképpen fejezhető ki:

$$\eta_h = \frac{\dfrac{1}{\overline{A_0M}} - \dfrac{1}{\overline{A_0M'}}}{\dfrac{1}{\overline{A_1M'}} + \dfrac{1}{\overline{A_2M'}} + \dfrac{2}{\overline{A_3M'}} - \dfrac{1}{\overline{A_1M}} - \dfrac{1}{\overline{A_2M}} - \dfrac{2}{\overline{A_3M}}},$$

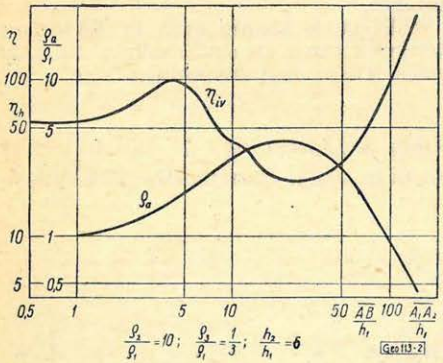
csak vízszintes réteghatárokkal rendelkező inhomogén féltér esetében

$$\eta_{iv} = \frac{\dfrac{G(\overline{A_0M})}{\overline{A_0M}} - \dfrac{G(\overline{A_0M'})}{\overline{A_0M'}}}{\dfrac{G(\overline{A_1M'})}{\overline{A_1M'}} + \dfrac{G(\overline{A_2M'})}{\overline{A_2M'}} + \dfrac{2G(\overline{A_3M'})}{\overline{A_3M'}} - \dfrac{G(\overline{A_1M})}{\overline{A_1M}} - \dfrac{G(\overline{A_2M})}{\overline{A_2M}} - \dfrac{2G(\overline{A_3M})}{\overline{A_3M}}},$$

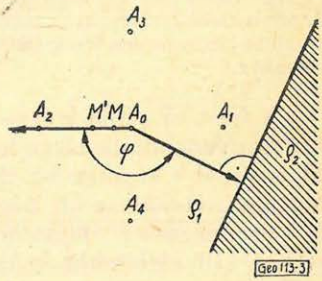
$$G(s) = 1 + 2s \int_0^\infty A(t) J_0(st)\,dt$$

[2], J_0 az első fajú, zérusrendű Bessel-függvényt, t az integráció paraméterét, A pedig a rétegek mélységfüggvényét jelenti.

Annak érzékeltetésére, hogy η_{iv} mennyivel érzékenyebb a vertikális inhomogenitásokra, mint a konvencionális módszerrel meghatározott ϱ_a érték, a *2. ábrán* bemutatunk egy η_{iv} és ϱ_a (Wenner) elméleti görbét, $\overline{A_1A_2}$, ill. $\overline{AB}$ függvényében.



2. ábra



3. ábra

Vertikális kontrasztfelület hatása η-ra

Vizsgáljuk most meg ennek a terelőáramos módszernél nagyon jellemző η értéknek a viselkedését horizontális inhomogenitások jelenlétében.

Vegyünk fel egy függőleges kontrasztfelületet, melynek felszíni nyomvonala a *3. ábrán* látható. Jelöljük d-vel A_0-nak a nyomvonaltól mért merőleges távolságát, A-val az $\overline{A_0A}$ távolságot, a-val az $\overline{A_0N}$ és a'-tel az $\overline{A_0M'}$ távolságot. Jelöljük φ-vel az A_0 pontból az M, M' pontokon át fektetett egyenes és az A_0 pontból a nyomvonalra merőlegesen húzott egyenes közti szöget. Ekkor:

$$\eta_{if}(\varphi) = \frac{n - n' + kp\left(\frac{n}{\sqrt{B}} - \frac{n'}{\sqrt{B'}}\right)}{2\left(\frac{n'^2}{n'^2-1} - \frac{n^2}{n^2-1} + \frac{n'}{\sqrt{n'^2+1}} - \frac{n}{\sqrt{n^2+1}}\right) + kp(n'b' - nb)},$$

ahol

$$n = \frac{A}{a} \quad p = \frac{A}{d} \quad n' = \frac{A}{a'}$$

$$b = \frac{1}{\sqrt{B+C+D}} + \frac{1}{\sqrt{B+C-D}} + \frac{1}{\sqrt{B+C+E}} + \frac{1}{\sqrt{B+C-E}}$$

$$b' = \frac{1}{\sqrt{B'+C'+D'}} + \frac{1}{\sqrt{B'+C'-D'}} + \frac{1}{\sqrt{B'+C'+E'}} + \frac{1}{\sqrt{B'+C'-E'}}$$

$$B = 4n(n + p\cos\varphi) + p^2 \qquad B = 4n'(n' + p\cos\varphi) + p^2$$

$$C = p^2n^2 \qquad C' = p^2n'^2$$

$$D = 2np(2n\sin\varphi + p\sin 2\varphi) \quad D' = 2n'p(2n'\sin\varphi + p\sin 2\varphi)$$

$$E = 2np(2n\cos\varphi + p\cos 2\varphi) \quad E' = 2n'p(2n'\cos\varphi + p\cos 2\varphi)$$

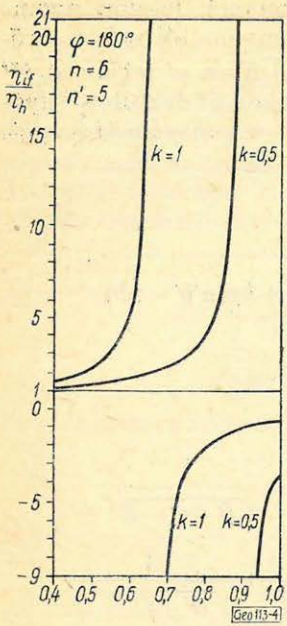
A *4. ábra* p függvényében, az *5. ábra* n és n' függvényében szemlélteti η_{if} változását az ábrákon megadott állandó paraméterek mellett.

Ezeket a diagramokat vizsgálva fontos következtetéseket vonhatunk le η_{if} viselkedéséből. Láthatjuk, hogy η_{if} értéke akár p, akár n és n' növelésével végtelen naggyá, sőt negatívvá válhat, ellentétben η_{iv}-vel, mely mindig véges pozitív értéket vesz fel. Ebből következik, hogy végtelen nagy, vagy negatív mért η érték horizontális inhomogenitás jelenlétére utal.

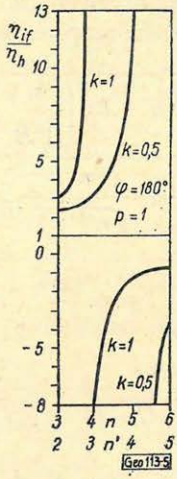
A hatások kimutatása és kiküszöbölése

A *6. ábra* grafikonját vizsgálva, mely φ függvényében szemlélteti η_{if} változását, az előzőknél fontosabb megállapításokat tehetünk. A φ szög változásával szabályosan és periodikusan változik η_{if} értéke. A görbe szabályos jellegéből kifolyólag négy különböző φ értéknél mért η_{if}-ből a görbe megszerkeszthető. A négy irány adva van, a négy MM' párral.

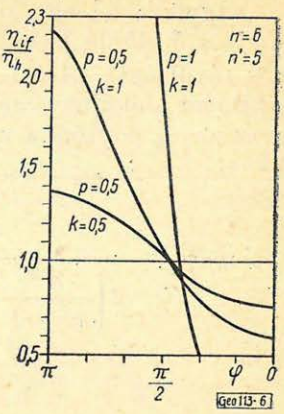
Ezek szerint tehát a felszíni terelőáramos módszernél a laterológ méréstől eltérően nem zárjuk rövidre a figyelőelektródákat, hanem minden irányban külön-külön állítjuk be η_i értékét. Horizontális inhomogenítás hiányában a négy η_i érték azonos lesz és megegyezik η_{iv}-vel. Horizontális inhomogenítás esetében viszont mind a négy irányban általában más η_i-t mérünk, melyekből megszerkeszthető egy $\eta_{if}(\varphi)$ görbe. Az így nyert görbe minimumához tartozó φ_{min} értékből megszerkeszthetjük a közel vertikális diszkontinuitási felület (vető) csapásirányát és a mérési középponthoz viszonyított helyzetét *(7. ábra)*.



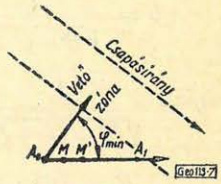
4. ábra



5. ábra



6. ábra



7. ábra

A négy irányban külön beállított η_{if} segítségével a horizontális inhomogenításnak nemcsak a közelítő helyzetét tudjuk meghatározni, hanem a mérésnél ezt a hatást ki is lehet küszöbölni.

A 6. ábra szemlélteti $\eta_{if}(\varphi)$-nek η_h-tól való eltérését. Azok a görbék, melyeknél $p \leqq 0{,}5$, az η_h egyenest közelítőleg $\varphi = 90°$-nál metszik. Ebből az következik, hogy $p \leqq 0{,}5$-nél elegendő φ_{max} és φ_{min} értékét meghatározni mivel ezeknek számtani középértékéhez, $\varphi_k = (\varphi_{max} + \varphi_{min})$ 2-höz tartozó $\eta_{if}(\varphi)$ érték kellő pontossággal az η_{iv}-nek felel meg. $p > 0{,}5$-nél az így meghatározott érték pontatlan lenne, ezért itt már a 6. ábrán vázolthoz hasonló jellegű elméleti görbékkel történő összehasonlításból lehet csak η_{iv} értékét meghatározni.

A ϱ_a látszólagos fajlagos ellenállás számításánál ügyelni kell arra, hogy I_0 mérőáram mind a négy irányú mérésnél azonos legyen, tehát a $\Delta V_{MM'} = 0$ feltétel beállításánál csak a terelőáramot lehet változtatni. Ezenkívül a horizontális inhomogenítástól mentes ϱ_a érték számításánál a ΔV_{MN} görbét is fel kell rajzolni φ függvényében és φ_k-hoz tartozó értékkel kell ϱ_a-t kiszámítani.

Összefoglalásként elmondhatjuk, hogy a terelőáramos módszernél a négy irányban mért η_{if} alkalmas a horizontális inhomogenítás csapásirányának és a mérési középponthoz viszonyított helyzetének meghatározására, valamint grafikusan vagy elméleti görbék segítségével η_{iv} meghatározására.

IRODALOM

[1] *J. Csókás:* A Focused-field Geoelectrical Method. Acta Technica, Tom. 43. Fasc. 3–4. 1963.
[2] *H. M. Mooney, W. W. Wetzel:* The Potentials about a Point Electrode and... The University of Minnesota Press, Minneapolis. 1956.