

Fúróluk termikus stabilizálódási folyamata

EGERER FRIGYES

A dolgozatban leírt módszerrel meghatározhatjuk a stabilizálódási tényezőt, amely a fúróluk termikus stabilizálódására jellemző szám. A leírt feltételek teljesülése esetén az eredeti közethőmérséklet számítható.

Описываемый в настоящей работе метод позволяет определить коэффициент стабилизации, характеризующий термическую устойчивость скважин. При выполнении рассматриваемых условий можно вычислить первоначальную температуру горных пород.

Die mitgeteilte Methode ist dazu geeignet, die Stabilisierungskonstante zu bestimmen, welche eine die thermische Stabilisierung charakterisierende Grösse darstellt.

Im Falle der Erfüllung der angegebenen Bedingungen kann die originelle Gesteinstemperatur berechnet werden.

Ismeretes, hogy a mélyfúrásokban az öblítőfolyadék cirkulációja miatt a fúrólukat körülvevő közettömeg hőmérséklete megváltozik, az esetek többségében csökken. Így a fúrólukban mért hőmérsékleti értékek lényegesen eltérnek az eredeti hőmérséklettől. A fúrólukokban mért hőmérsékleti értékek az idő függvényében változnak és tartanak az eredeti közethőmérséklethez. Ezt a folyamatot – amikor a fúrólukak hőmérséklete az idő függvényében tart az eredeti közethőmérséklethez – nevezzük a fúróluk termikus stabilizálódási folyamatának. A stabilizálódási folyamatot több szerző [1, 2, 3] a gyakorlatban nehezen alkalmazható elméleti formulákkal írta le. A gyakorlati mérési szelvények közelítését pl. Csihradze [4] a

$$\Delta T = a t^{-b} \quad (1)$$

formulával végezte. Ahol a ΔT a hőmérsékletváltozás, t az idő és a és b pedig a legkisebb négyzetek módszerével meghatározható, amely a kőzet és fúrófolyadék anyagi tulajdonságaitól függ. Mivel az (1) függvény $t \rightarrow \infty$ határértéke nulla, és az eredeti hőmérséklet (T_{ko}) mindig ismeretlen, a termikus stabilizáció folyamatát jellemző $\frac{T}{T_{ko}}$ hányados eléggé bizonytalanul értelmezhető. (Ahol T a mért pillanatnyi hőmérséklet a fúrólukban.) Előnyösebb, ha a fenti formula helyett a

$$\Delta T = T_{ko} - T = a e^{-bt} \quad (2)$$

alakot használjuk, mert $t \rightarrow \infty$ esetén elvileg $\Delta T \rightarrow 0$. A stabilizálódást jellemző hányados azonban ez esetben is

$$\psi = \frac{T_{ko} - \Delta T}{T_{ko}} = \frac{T}{T_{ko}} \quad (3)$$

alakban hasonlóan bizonytalanul adható meg, mivel az eredeti közethőmérsékletet ez esetben sem ismerjük.

Ez okból kell olyan eljárást keresnünk, amelynél a felhasznált jellemző értékét $t = \infty$ időpillanatban ismerjük. Ez a jellemző a kőzetben mért sugár-

irányú hőmérsékleti gradiens. Ha teljesül az a feltétel, hogy a rétegben eredeti állapotban sugárirányú áramlás nincs, akkor $t = \infty$ -nél a kőzetben levő sugárirányú hőmérsékleti gradiens $\frac{\partial T_k}{\partial r} = 0$. Így ellentétben az előző esettel, a végárlapot abszolút értékét biztosan ismerjük.

Az elméleti munkák és a már említett gyakorlati alkalmazásuk teszik lehetővé, hogy a sugárirányú hőmérsékleti gradiens időbeni függvényét

$$\frac{\partial T}{\partial s} = Ge^{-\beta t} \quad (4)$$

alakban keressük. A differenciálhányadost a gyakorlatban differenciáhányadosal mérjük, így

$$\frac{\Delta T}{\Delta r} = Ge^{-\beta t} \quad (5)$$

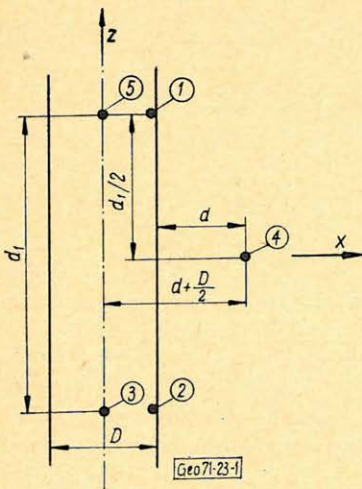
Ha t^* -gal jelöljük az öblítés befejezésétől eltelt időt, t_0 az öblítés időpillanata, akkor a fúróluk termikus kiegyenlítetttségére jellemző ψ számot rendelhetünk, amit „stabilizálódási tényező”-nek nevezünk

$$\psi = \frac{\left(\frac{\Delta T}{\Delta r}\right)_{t_0} - \left(\frac{\Delta T}{\Delta r}\right)_{t^*}}{\left(\frac{\Delta T}{\Delta r}\right)_{t_0}} = 1 - e^{-\beta t^*} \quad (6)$$

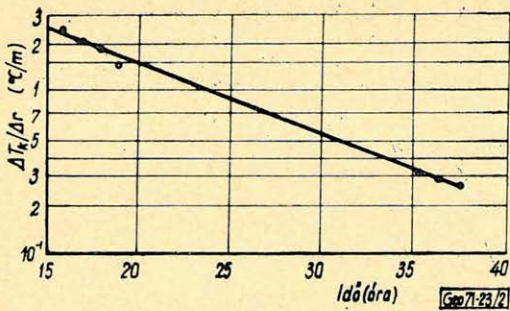
$\left(\frac{\Delta T}{\Delta r}\right)_{t_0} = G$, ahogyan az $t = \infty$ esetén az (5) formulából következik. A sugárirányú gradiens a „mélyfúrás által torzított hőmérsékleti tér” módszerével [7] mérhető (1. ábra). A fúróluk falára elhelyezett 1. és 2. sz. termisztorok, — amelyek a fúróluk belseje felől hőtechnikailag árnyékoltak — és a kőzetfalba lőtt 4. sz. termisztor segítségével, a d távolság mérése mellett a sugárirányú gradiens mérhető. A mérési eredményekből megadható az öblítés időpillanatában a fúróluk közvetlen környezetében fennálló sugárirányú hőmérsékleti gradiens (G) és a réteg anyagi tulajdonságaira jellemző állandó (β).

A Sajókaza 238. sz. fúrásban 95 m mélységben (agyagrétegben) végzett mérési eredményeket a 2. ábra mutatja. A mérésekből számított állandók: $G = 11,7 \pm 1,10$ C°/m és $\beta = 0,101$ $ó^{-1}$.

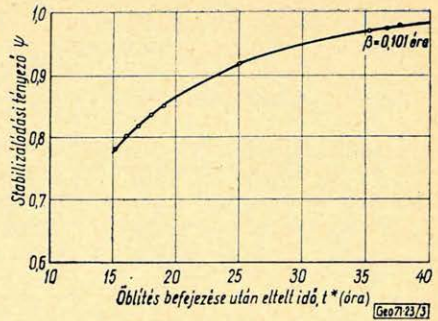
$\psi = 0,978$ az utolsó mérés időpontjában. A fúrólukban mért hőmérséklet ekkor 15,47 C° , változását az idő függvényében a 3. ábra mutatja.



1. ábra Φ uz. 1. Fig. 1.



2. ábra. A sugárirányú hőmérsékleti gradiens változása az öblítéstől eltelt idő függvényében



3. ábra Φ uz. 3. Fig. 3.

Фиг. 2. Зависимость изменения температурного градиента в радиальном направлении от времени, проходящего после промывки скважины

Fig. 2. Die Änderung des radialen Temperaturgradienten als Funktion der seit der Spülung verflossenen Zeitspanne

A sugárirányú gradiens változásából könnyen számítható gyakorlatilag elégséges pontossággal az eredeti közet-hőmérséklet. Hiszen az észlelés időpontjától (t^*) a fúrólukba beáramló hőmennyiség F felületen, λ hővezetőképesség esetén

$$\Delta Q = F \lambda \int_{t^*}^{t=\infty} \left(\frac{\partial T}{\partial r} \right) dt \quad (7)$$

A (7) összefüggés (4) segítségével:

$$\Delta Q = F \lambda F \int_{t^*}^{\infty} e^{-\beta t} dt = \frac{F \lambda G}{\beta} e^{-\beta t^*} \quad (8)$$

A (8) összefüggés által meghatározott hőmennyiség a D átmérőjű fúrólukban a

$$\frac{D_2 \pi}{4} \rho_i c_i \Delta T = \frac{D \pi \lambda G}{\beta} e^{-\beta t^*}$$

egyenlőség alapján.

$$\Delta T = \frac{4 \lambda G}{c_i \rho_i \beta D} e^{-\beta t^*} \quad (9)$$

(c_i a fúróiszap fajhője, ρ_i a fúróiszap sűrűsége)

Az említett fúrásban $D = 11,6 \text{ cm}$, $\lambda = 2,72 \cdot 10^{-3} \text{ cal/cm sec } ^\circ\text{C}$; $G = 11,7 \text{ } ^\circ\text{C/m}$; $c_i = 0,893 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$, $\rho_i = 1,205 \text{ g/cm}^3$, $\beta = 0,101 \text{ óra}^{-1}$, $t^* = 37,58 \text{ óra}$. Így (9) összefüggés alapján $\Delta T = 0,08 \text{ } ^\circ\text{C}$, így a módszer alapján a Sajókaza 238. sz. fúrásban 95 m mélységben a módszer alapján számított eredeti közet-hőmérséklet $15,55 \text{ } ^\circ\text{C}$.

A módszerrel meghatározhatjuk a ψ stabilizálódási tényezőt, amely a fúróluk termikus stabilizálódására jellemző szám.

Így minden fúrólukban mért hőmérsékleti értékhez (pl. talphőmérséklet-mérés) rendelhető egy olyan szám, amely az eredeti állapothoz való közelállást jelzi.

A β exponenciális együttható pedig a rétegre jellemző anyagi állandó.

A megszabott feltételek teljesülése esetén az eredeti közethőmérséklet számítható.

IRODALOM

- [1] *E. C. Bullard*: The time necessary for borehole to attain temperature equilibrium. . . Mat. Astr. Sec. Geophys. Suppl. 5. 1947.
- [2] *E. A. Любытова*: Геотермические исследования. Издат. „Наука” Москва 1964.
- [3] *J. M. Kutsov*: Die Bestimmung der Zeit zur Errichtung des Temperaturgleichgewichtes und des geotermischen Gradienten in Tiefbohrungen. Freib. Forschung. C – 238. 55 – 61. 1968.
- [4] *И. Г. Чухрадзе*: О восстановлении в скважине термического поля, нарушенного бурения. Геотермическое исследования и использование тепла земли. Москва 1966. 163 – 167.
- [5] *H. S. Carslaw, J. C. Jaeger*: Conduction of heat in Solids. Clarendon Press. Oxford. 1959.
- [6] *V. S. Arpacı*: Conduction Heat Transfer Addissan-Pala Alto. 1966.
- [7] *Egerer F.*: Vizsgálatok a kőzetek hőtani jellemzőinek és a mélyfúrások termikus rendszerének tárgykörében. Kandidátusi értekezés. Miskolc, 1970.