

O NIEKTÓRYCH OSTATNICH ROZWIĄZANIACH KONSTRUKCYJNYCH I METODYCZNYCH W GEOFIZYCE KOPALNIANEJ

Jedną z odmian elektrycznego profilowania oporowego jest profilowanie przy przemieszczaniu w otworze wiertniczym tylko jednej elektrody — profilowanie jednoelektrodowe. Mierzonymi wielkościami są tu albo opór uziemienia monoelektrody, albo natężenie prądu w jej obwodzie.

Na podstawie profilu oporu uziemienia można wydzielić warstwy o różnym elektrycznym oporze właściwym, a wśród nich i warstwy o małej miąższości które przy zwykłym profilowaniu oporowym nie zawsze mogą być wydzielone.

Profilowanie jednoelektrodowe znajduje zastosowanie zwłaszcza dla określenia przewodzących stref rudnych, nie zauważonych przy wierceniu z powodu braku rdzenia lub z innych przyczyn.

Monoelektroda używana do profilowania może być różnego kształtu. J. K. Owczinnikow (4) podał teorię oporu przejścia i obliczenie tego oporu dla elektrody w kształcie pierścienia metalowego, opuszczonej do otworu wypełnionego płuczką i stykającej się z jego ściankami. Rozpatrzono wypadki, gdy pierścień jest z drutu o nieskończonej małej i skończonej grubości oraz gdy elektroda ma kształt spłaszczonego cylindra. W tablicy w tekście podano dane obliczenia bezwymiarowej wielkości (γ_1 a R) przy różnych K i γ_1/γ_2 (γ_1 — przewodnictwo elektryczne płuczki, γ_2 przewodnictwo skały, a — promień otworu, R —

$$\text{przejściowy opór uziemienia, } K = \frac{\gamma_1 - \gamma_2}{\gamma_1 + \gamma_2}.$$

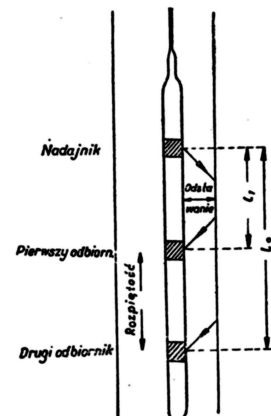
Podane rozwiązanie jest przyczynkiem do wprowadzenia ilościowej oceny przewodnictwa skał na podstawie profilowania jednoelektrodowego.

Jedną z metod bezrdzeniowego badania skał w otworach wiertniczych jest metoda profilowania akustycznego, oparta na pomiarze prędkości fal sprężystych w skałach albo na zmianie ich fazy lub stopnia pochłonięcia. W najbardziej rozwiniętej odmianie tej metody elektryczne wahania o częstotliwości ultradźwiękowej, wytworzone w specjalnym generatorze, po przejściu przez płuczkę i skałę są odbierane w jednym albo w dwóch odbiornikach. F. P. Kokesh i R. B. Blizard (2) rozpatrują odmianę metody akustycznej, w której sonda pomiarowa ma dwa odbiorniki.

Odległość między odbiornikami w rozpatrywanych odcinkach profilu pomiarowych wynosiła 1 albo 3 stopy. Określono minimalną odległość między nadajnikiem a pierwszym odbiornikiem z warunkiem, aby pierwszy impuls w swej drodze nadajnika do odbiornika przeszedł chociaż mały odcinek drogi w skałe. Ta minimalna odległość zmienia się w zależności od „odstawania” — odległości między ścianą otworu

a sondą — oraz w zależności od stosunku prędkości dźwięku w płuczce do prędkości dźwięku w skałe. Przy stosunku prędkości dźwięku w płuczce do prędkości dźwięku w skałe równym 0,6 ta minimalna odległość przy odstawaniu 4-calowym wynosi ok. 1,5 stopy.

Maksymalna odległość drugiego odbiornika od nadajnika jest uwarunkowana „słyszalnością” — natężeniem dźwięku, koniecznym do pobudzenia tego odbiornika. W wyniku pomiaru otrzymuje się ciągły wykres zmian odwrotności prędkości dźwięku w skałach ze zmianą głębokości (w mikrosekundach na stopę). Mierzona i rejestrowana prędkość nie jest prędkością rzeczywistą, lecz pozorną. Na wielkość rejestrowanej prędkości wpływa oprócz samej skały szereg czynników nazwanych przez autorów „geometrycznymi”. I tak np. zgodnie z F. P. Kokeshem i R. B. Blizardem, jeżeli odległość między odbiornikami — „rozpiętość” — jest mniejsza od grubości warstwy, amplituda wychylenia krzywej na profilu odpowiada wielkością rzeczywistej prędkości.



Ryc. 1. Sonda soniczna z dwoma odbiornikami

Jeżeli natomiast rozpiętość przekracza grubość warstwy, to amplituda jest mniejsza od rzeczywistej prędkości. Wielkość amplitudy w tym przypadku jest równa iloczynowi rzeczywistej prędkości i stosunku grubości warstwy do rozpiętości. W układach, w których rozpiętość jest wielokrotnością grubości naprzemian zmieniających się warstw, można otrzymać mniejszą prędkość pozorną naprzeciwko warstwy o większej od otoczenia prędkości rzeczywistej.

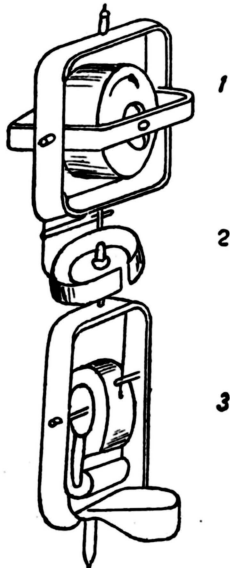
W przypadku zalania przez płuczkę skał przyłączonych do ścian otworu i utworzenia strefy infiltracji, w strefie tej prędkość dźwięku będzie inna niż w skałe w stanie naturalnym, nie zmienionym ani przez zalanie płuczką, ani przez sam proces wiercenia. Autorzy określili błąd, jaki się popełnia w okreś-

leniu odwrotności prędkości na podstawie pomiaru, w którym pierwszy impuls dźwięku doszedł do pierwszego odbiornika, biegnąc tylko przez strefę zmniejszoną, a do drugiego odbiornika przez skałę w stanie naturalnym. Wielkość tego błędu zależy od głębokości infiltracji płuczki i od stosunku prędkości dźwięku w strefie infiltracji do prędkości w skałe nie naruszonej. Dla ułatwienia znalezienia wielkości tego błędu przedstawiono również w formie wykresu wzór wyprowadzony na wielkość błędu.

Przedstawiono również graficznie zmiany prędkości wskutek powiększenia średnicy otworu przez wymycie w skałe o tej samej prędkości dźwięków co skały występujące w jej spągu i w jej stropie.

Scentrowanie sondy w otworze wzmacnia natężenie sygnału dochodzącego do odbiornika. Przy sondzie scentrowanej promienie odbite od ścian otworu mają jednakową drogę do przejścia w płuczce, aby dostać się od ścian otworu do odbiornika. Dotyczy to również promieni biegnących od nadajnika do ścian otworu. Przy rozpatrywaniu tych wszystkich zjawisk autorzy posługiwali się pojęciem promieni akustycznych, a głównie pierwszymi ich impulsami dochodzącymi do odbiorników. Zakładano, że odbiorniki rejestrują pierwsze impulsy, co nie zawsze odpowiada prawdzie. Czasem bowiem pierwszy impuls może być bardzo słaby lub w niektórych partiach otworu zniekształcony i nie będzie wówczas zarejestrowany. Przyczyną zniekształcenia impulsów mogą być odbicia energii na płaszczyznach zetknięcia warstw o znacznie różniących się prędkościach akustycznych. Wówczas energia impulsów jest również pochłaniana, co osłabia sygnał. Niedokładności w mechanicznym wykonaniu sondy, wskutek których jeden odbiornik może być bliżej ściany niż drugi, powodują duże odchylenia zarejestrowanej prędkości od rzeczywistej, zwłaszcza przy małej rozpiętości odbiorników.

Profilowanie akustyczne u nas dotychczas jeszcze nie jest stosowane, w USA wchodzi ono w powszechne użycie. Wykorzystanie do geofizycznych badań przeprowadzonych w otworach wiertniczych — obok takich parametrów jak własności elektryczne, radioaktywne i termiczne skał — również własności sprężystych niewątpliwie przyczyniłoby się do lepszego poznania skał tymi otworami odsłoniętych.



Ryc. 2. Schemat żyroskopu

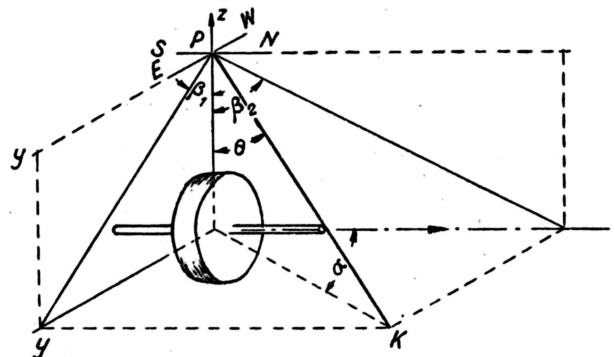
1 — schemat potencjometru azymutalnego, 2 — ramki z potencjometrem wertykalnym, 3 — ramki w inklinometrze czeskim.

Przy badaniu technicznego stanu otworu określa się między innymi położenie w przestrzeni jego osi. Położenia osi otworu nie wyznacza się dotychczas w sposób ciągły, lecz tylko w poszczególnych punktach (u nas przeważnie co 25 m). W punktach tych poza ich głębokością określa się azymut stycznej do osi otworu w danym punkcie oraz odchylenie tej stycznej od pionu. Pomiar kąta odchylenia stycznej do osi otworu od pionu nie przedstawia większych

trudności i na ogół przy jego wykonaniu używa się: pionu, kulki toczącej się swobodnie wewnątrz kuliastej czaszy, libelki okrągłej lub naczynia z płynem, na którym zaznacza się jego poziom. Wykorzystujemy tu zjawisko oparte na działaniu siły ciężkości. W otworach, w których ziemskie pole magnetyczne nie jest silnie zaburzone obecnością rur wiertniczych czy nagromadzeniem minerałów ferromagnetycznych, azymut płaszczyzny skrzywienia osi otworu, w której leży styczna do osi w danym punkcie, wyznacza się przy użyciu inklinometrów z igłą magnetyczną. W otworach o zaburzonym polu magnetycznym położenie płaszczyzny skrzywienia otworu określa się w stosunku do kierunku wyznaczonego osią swobodnie obracającego się żyroskopu lub zorientowanymi rurami, do których umocowany jest inklinometr, albo stosuje się metodę kolejnych pomiarów za pomocą dwóch przyrządów oddalonych od siebie na 5 do 25 m i wskazujących różnicę w kierunku odchylenia osi przyrządów w miejscach ich położenia. W. W. Sztichin (5) opisuje działanie i budowę inklinometrów żyroskopowych SJ-3, JG-2 i czeskiego, oraz fotoinklinometru A Ø J-1 i elektromagnetycznego indykatora systemu Craelius, zorientowanych z powierzchni ziemi kolumną rur, do których są one przymocowane i przy których pomocy są opuszczone do otworu w czasie pomiaru.

W inklinometrze SJ-3 mierzy się kąty między kierunkiem pionowym a rzutem osi otworu na dwie pionowe wzajemnie prostopadłe płaszczyzny.

Azymut jednej z tych płaszczyzn pokrywa się z kierunkiem poziomej osi swobodnie obracającego



Rzuty osi otworu PK na 2 ⊥ płaszczyzny

$$\operatorname{tg} \theta = \sqrt{\operatorname{tg}^2 \beta_1 + \operatorname{tg}^2 \beta_2}; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{\operatorname{tg} \beta_2}{\operatorname{tg} \beta_1}$$

się żyroskopu. Przekaznikami wielkości tych kątów są dwie reochordy (opornice w kształcie segmentów koła). Stabilizację reochord w stosunku do wertykali osiąga się za pomocą ciężaru — pionu. Żyroskop jest skompensowany na dobowy obrót ziemi. Zewnętrzna średnica inklinometru SJ-3 wynosi 100 mm, długość 1750 mm. Kąty zenitalne mierzy się nim z dokładnością $\pm 0,30''$, azymuty $\pm 4^\circ$.

W inklinometrach JG-2 i konstrukcji czeskiej (ryc. 2) kąty pionowe mierzy się przy użyciu potencjometrów, stabilizowanych w stosunku do pionu przez umieszczenie ich środka ciężkości poniżej osi obrotu. Drugim mierzonym za pomocą tych inklinometrów elementem jest kąt absydalny, czyli kąt między wybranym kierunkiem na określony reper a płaszczyzną nachylenia otworu, mierzony w przekroju normalnym do osi geometrycznej przyrządu. W inklinometrze czeskim swobodny żyroskop jest skompensowany na dobowy obrót ziemi. Z osią zewnętrzną ramki jego kardana jest sztywno połączona szczotka potencjometru absydalnego, którego oś obrotu jest przedłużeniem osi obrotu inklinometrycznej ramy, zajmującej — wskutek przesunięcia z osi jej środka ciężkości — ściśle określone położenie w stosunku do płaszczyzny skrzywienia otworu. Dzięki takiej konstrukcji spadek napięcia zbierany przez szczotkę z potencjometru jest proporcjonalny do absydalnego kąta skrzywienia otworu. Wewnątrz głów-

nej ramy inklinometru jest umieszczony drugi potencjometr, z którego napięcie zbierane przez szczołkę zawieszoną na ramie jest proporcjonalne do kąta zenitalnego. Proporcjonalność spadku napięcia i kąta odchylenia osi otworu od pionu jest utrzymana dzięki temu, że położenie szczołki na potencjometrze zmienia się w zależności od jej nachylenia, które jest identyczne z nachyleniem otworu, a sam potencjometr jest stabilizowany ciężarkiem obniżającym jego środek ciężkości poniżej jego poziomej osi obrotu.

Położenie wskaźników kątów zenitalnych i absidalnych w fotoinklinometrze AF J-1 jest fotografowane na taśmie światłoczułej. Kąty od 0 do 8° są wyznaczone położeniem kulki swobodnie mogącej się toczyć wewnątrz półkuli (człazy) z oznaczonymi stopniami. Kąty od 8 do 90° są wyznaczone za pomocą ciężaru-pionu umieszczonego w cylindrycznej skali, która z kolei jest umieszczona wewnątrz absydalnej ramki, zajmującej ściśle określone położenie w stosunku do płaszczyzny skrzywienia otworu dzięki przesunięciu jej środka ciężkości z osi otworu. Położenie tej ramki jest fotografowane w stosunku do stałej nici zorientowanej w stosunku do rur, na których opuszcza się fotoinklinometr do otworu.

Płaszczyzna wahań wahadła, umieszczonego w elektromagnetycznym inklinometrze szwedzkim systemu Craelius, przechodzi przez oś geometryczną inklinometru i zerową tworzącą na zewnętrznej powierzchni jego korpusu. Składowa pionowa siły ciężkości wahań jest ciężarka wahadła jest równoważna siłą przyciągania rdzenia elektromagnesu nad nim umieszczonego. Natężenie prądu przepływającego przez uzwojenia elektromagnesu potrzebne dla równowagi jest wielkością mierzoną. Obracając inklinometr dookoła jego osi, przy stałym nachyleniu, zmieniamy natężenie prądu w obwodzie elektromagnesu. Rejestrując natężenie prądu, możemy określić kąt między płaszczyzną wahań pionu a płaszczyzną nachylenia przyrządu. Stąd można znaleźć umowny azymut nachylenia przyrządu. Stosuje się ten inklinometr na wierceniach rozpoznawczych za rudami żelaza.

W naszych warunkach często zachodzi potrzeba pomierzenia krzywizny otworu w części jego już zururowanej. Dla tego celu posługiwano się inklinometrami orientowanymi za pomocą rur, na których się je opuszcza, wydaje się być kosztowne i uciążliwe. Średnice rur w otworach, w których zachodzi potrzeba pomiaru, przeważnie przekraczają 100 mm i dla pomiaru krzywizny tych otworów na odcinkach już zururowanych można by się posłużyć inklinometrem S 1—3.

LITERATURA

1. Dachnow W. N. — Promysłowa geofizyka. 1959.
2. Kokesh F. P., Blizard R. B. — Geometrical factors in sonic logging. „Geophysics” 1959, luty.
3. Komarow S. G. — Technika przemysłowej geofizyki. 1957.
4. Owczinnikow I. K. — K teorii odnoelektrodowego karottaża. „Izv. AN SSSR” 1958, nr 3.
5. Szitichin W. W. — Nowyje pribory dla izmierenija kriwizny geologorazwiedocznych skwaziń. „Razwiedka i ochrana niedr”. 1958, nr 10.

SUMMARY

The author describes:

1. J. K. Ovtshinnikov's theory of counting of mono-electrode resistivity (during moving it in bore-hole filled with mud). Mono-electrode contacts with the walls of a bore-hole. Mono-electrode logging can be applied specially in ore prospecting drillings for ore zones differentiation.

2. F. P. Kokesh's and R. B. Blizard's article on „Geometrical factors in sonic logging”. Author's achievements of geophysical logging of bore-holes by acoustic detector with one ultrasonic emitter and two receivers allow to apply this method in Poland.

3. Recently constricted instruments for measuring of curvature of bore hole in the light of W. W. Shitik-

hin's article in „Razwiedka i ochrana niedr” No 10, 1958. It is suitable to use in Poland the gyroscopic inclinometer SI-3 measuring of the azimuth of bore-hole deviation in full-string parts. This Soviet made inclinometer could be applied in pipes of more than 100 mm. in diameter.

РЕЗЮМЕ

Автор рассматривает:

1. Приведенную Я. К. Овчинниковым теорию подсчета электрического сопротивления моноэлектроды при перемещении её скважине наполненной буровым раствором и соприкасающейся со стенками скважины. Составление разреза при помощи моноэлектроды применяется особенно в разведочных скважинах при поисках руд для выделения рудных зон.

2. Статью Ф. В. Кокеша и Р. В. Близера «Геометрические факторы при составлении разрезов акустическим методом». Из приведенных автором результатов составления профилей при помощи акустического зонда с одним передатчиком ультразвуков и двумя приёмниками сделано вывод о целесообразности внедрения этого метода в Польше.

3. Приборы построенные в последнее время для измерения искривления скважин, описанные в статье В. В. Шитихина в № 10/1958 журнала «Разведка и охрана недр». Автор пришёл к выводу, что в польских условиях целесообразным является применение гидроскопического инклинометра СИ-3. Для измерения азимута искривления скважин, на отрезках которых введены уже обсадные трубы. Принимая во внимание размеры этого инклинометра советского производства, может он быть употребляем в трубах с диаметром большим чем 100 мм.

NIKTÓRE AKTUALNE PROBLEMY POLITYKI INWESTYCYJNEJ W POLSCE

W nr 11 miesięcznika „Inwestycje i Budownictwo” z 1959 r. A. Szerwentke do ważniejszych zadań inwestycyjnych przemysłu na rok 1960 zalicza:

— dalszy rozwój krajowej bazy paliwowej ze szczególnym uwzględnieniem rozbudowy górnictwa węgla kamiennego (koksującego i węgla brunatnego) w rejonach turosszowskim i konińskim, dalsze poszukiwania za gazem ziemnym na przedgórzu i zagospodarowanie udokumentowanych już nowych złóż gazu oraz przygotowanie budowy wielkiej rafinerii ropy w Płocku;

— wzmoczoną rozbudowę bazy metalurgicznej zarówno w hutnictwie żelaza, jak i metali nieżelaznych, w szczególności kontynuację rozbudowy Huty im. Lenina, budowy Huty Warszawa, kontynuację rozbudowy huty gliny w Skawinie, skoncentrowanie robót geologiczno-poszukiwawczych za rudami miedzi w rejonie Lubin-Sieroszowice w celu przygotowania budowy kopalni;

— rozbudowę przemysłu chemicznego, a zwłaszcza przemysłu tworzyw sztucznych, kauczuku syntetycznego i włókien sztucznych, intensywną kontynuację budowy kombinatu siarkowego w Tarnobrzegu, uruchomienie zakładu wzbogacania siarki, inwestycyjne prace przygotowawcze do wykorzystania gazu ziemnego i koksowniczego w procesach syntezy chemicznej;

— dalszy szybki rozwój przemysłu materiałów budowlanych, a w szczególności przemysłu cementowego, m. in.: uruchomienie cementowni w Chelmnie i rozpoczęcie budowy nowych zakładów cementowych w Działoszynie, Nowinach i Rudnikach; wapienniczogipsowego, przemysłu szklarskiego, przemysłu betonowego i lekkich i kontynuacja rozbudowy hutnictwa szkła opałowego;

W tymże numerze A. Szerwentke podaje że przeprowadzone w połowie 1959 r. badania w niektórych grupach maszyn i urządzeń wskazują na ukryte podwyżki cen w rozliczeniach inwestycyjnych między półroczem 1959 r. a półroczem 1958 r. I tak cena 1 t sprzętu instalacyjnego wzrosła o ok. 28%, maszyn i urządzeń górniczych — o ok. 13%, maszyn i urządzeń wiertniczych — o ok. 15%. (J. K.)