

## METODY POLA STEROWANEGO STOSOWANE DO OCENY PARAMETRÓW SKAŁ ZBIORNIKOWYCH

UKD 550.837.3:622.241:551.491.7:553.981/982

Profilowanie oporności sterowane (POst) sondą typu ABK-3 oraz mikroprofilowanie oporności sterowane (mPOst) sondą typu MBK-2 — to metody, które obecnie są prawie nieodzowne przy badaniach skał zbiornikowych. Niżej przedstawiona informacja dotyczy stosowania i wykorzystania tych metod do oceny parametrów skał zbiornikowych.

### PROFILOWANIE OPORNOŚCI STEROWANE

Ten rodzaj pomiarów odróżnia się od standardowego profilowania tym, że prąd z elektrody zasilającej jest formowany w otworze w ukierunkowany strumień linii i za pomocą odpowiednich elektrod oraz automatycznego systemu zasilająco-pomiarowego „zmuszony” jest do prawie poziomego przepływu przez warstwę.

Spośród istniejących w różnych krajach kilku typów sond do pomiarów polem sterowanym w naszym kraju znalazła zastosowanie sonda trzelektrodowa zwana ABK-3, produkcji radzieckiej. Sonda ta ma elektrodę centralną o małym wymiarze, zasilaną prądem o stałym natężeniu, oraz dwie elektrody wydłużone, rozmieszczone symetrycznie względem centralnej, które zapewniają ogniskowanie linii prądowych i poziome ich ukierunkowanie do przepływu w warstwy skał. W takim systemie z elektrody centralnej otrzymuje się małą szerokość wiązki linii prądowych kierowanych poziomo w skały. Tym sposobem otrzymuje się korzystne warunki badań warstw cienkich przy jednoczesnym bardzo małym wpływie płuczki na wyniki pomiarów (z wyjątkiem kawern). Mały wpływ płuczki wynika z krótkiej drogi przebiegu linii prądowych przez strefę otworu. Natomiast sterujący układ zasilania rozwiązuje ocenę cienkich warstw, daje ostrość granic, a mierzona oporność jest bliska oporności rzeczywistej.

W badaniach skał zbiornikowych szczególną uwagę zwraca się na efekt strefy filtracji. Droga prądu sterowanego w warstwie przepuszczalnej przebiega przez dwie strefy, to jest strefę filtracji i strefę, do której filtracja nie dotarła (nie licząc strefy otworu). Mierzona różnica potencjałów na elektrodach pomiarowych jest więc sumą spadku omowego w tych dwóch strefach. Jeśli filtracja sięga głęboko w warstwę, to wpływ efektu strefy filtracji na pomiar oporności może być znaczny. Efekt strefy filtracji zależy od wartości stosunku  $\rho_t/\rho_{wz}$  ( $\rho_t$  — oporność filtratu płuczkowego,  $\rho_{wz}$  — oporność rzeczywista wody złożowej), gdyż oporność rzeczywista skały  $\rho$  i oporność przyotworowej strefy filtracji  $\rho_{sp}$  są proporcjonalne do  $\rho_{wz}$  i  $\rho_t$ .

W przypadku słodkiej płuczki i wysokiej mineralizacji wody złożowej wartość  $\rho_t/\rho_{wz}$  jest wysoka; wtedy w warstwach wodonośnych  $\rho_{sp} > \rho$ , a w warstwach roponośnych  $\rho_{sp} \approx \rho$ . Przypadek głębokiej filtracji może wpłynąć na zbyt niskie zróżnicowanie krzywej POst w warstwach roponośnych i wodonośnych, a wtedy trudno jest rozdzielać takie warstwy. W takich warunkach POst jest metodą pomocniczą (również dla określania  $\rho$ ).

Jeżeli zarówno płuczka, jak i woda złożowa są słodkie lub zasolone, to wartość  $\rho_t/\rho_{wz}$  jest niska; wtedy w warstwie wodonośnej  $\rho_{sp} \approx \rho$ , a w warstwie

roponośnej  $\rho_{sp} < \rho$ . W tych warunkach udział strefy filtracji jest mniej ważny, a krzywa POst może dobrze wyróżniać granice między warstwami ropo- i wodonośnymi. Wtedy POst jest metodą podstawową do określania  $\rho$  skały i nasycenia, pomocniczymi zaś metodami do określenia porowatości są: mikroprofilowanie oporności sterowane (mPOst), profilowanie neutronowe lub akustyczne.

Metoda POst jest przeznaczona głównie do badań skał zwięzłych, gdzie stosowane są płuczki zasolone. Warunki takie są najczęściej niekorzystne do stosowania standardowego sondowania oporności (SO). Przy określaniu  $\rho$  skały najbardziej korzystnym warunkiem jest, aby wartość  $\rho_t/\rho_{wz}$  była niska (mniejsza od 4). Jeżeli  $\rho_{pt} < 0,1\rho$ , to poprawka na wpływ płuczki jest mała i może być pominięta.

Metoda POst może być wykorzystana do:

- wydzielenia warstw w profilu otworu według oporności,
- określania porowatości warstw i przewarstwień o miąższości powyżej 30 cm,
- wydzielenia warstw przepuszczalnych,
- oceny nasycenia skały zbiornikowej (w komplecie z wynikami profilowań radiometrycznych i akustycznego),
- określania parametrów produkcyjnych warstw.

### MIKROPROFILOWANIE OPORNOŚCI STEROWANE (mPOst)

W ogólnym założeniu sonda do sterowanego mikroprofilowania oporności jest analogią sondy ABK-3 przeznaczonej do POst, z uwzględnieniem małych rozmiarów elektrod i odległości między nimi wraz z mechanizmem dociskającym elektrody do ściany odwiertu. Mikroprofilowanie sterowane jest przeznaczone do pomiarów oporności skał w pobliżu ściany odwiertu i szczegółowego rozdzielania warstw w profilu przy dowolnej mineralizacji płuczki. Przedstawione niżej dane dotyczą sondy typu MBK-2 (produkcji ZSRR).

Wyniki pomiarów sondą MBK-2 dotyczą tej części skały, gdzie sięga zasilanie prądem płynącym do elektrody centralnej. Zasięg pomiaru w głąb skały wynosi około 10 cm; uwarunkowane to jest wymiarami elektrod. W przypadku występowania osadu płuczkowego oraz przy znacznym wzroście stosunku  $\rho/\rho_{pt}$  zasięg ten zmniejsza się. Zdolność rozdzielcza przewarstwień mieści się w szerokich granicach oporności i dochodzi do kilkuset omometrów. Miąższość przewarstwień można wydzielić już od kilkunastu centymetrów wwyż (większa od długości elektrody centralnej). Sonda zabezpiecza pomiary z dokładnością do 10% mierzonych wartości w przedziale oporności od 2 do  $400\rho_{pt}$ . Dla oporności powyżej  $400\rho_{pt}$  rejestrowane wartości są zanizone.

W warstwach nieprzepuszczalnych wskazania sondy MBK-2 bezpośrednio stanowią wartość oporności właściwej, jeśli ta ostatnia nie przekracza  $400\rho_{pt}$ . Natomiast w przypadku strefy filtracji sonda rejestruje oporność części tej strefy, w której najlepiej zaszła filtracja wraz z opornością osadu płuczkowego. Przy średnicy strefy filtracji  $D \approx 3d$  i większej wskazania sondy stanowią oporność strefy filtracji. Mniejsza strefa filtracji nie jest całkowicie wykazana pomiarem.

W warstwach przepuszczalnych wpływ osadu płuczkowego o grubości do 1 cm jest mały i można go pominąć. Natomiast przy większych grubościach tego osadu jego wpływ jest znaczny i powiększa się ze wzrostem różnicy oporności skały i osadu. Wskazania sondy są wtedy zaniżone. Poprawkę wpływu osadu płuczkowego uwzględnia się na podstawie nomogramu opracowanego laboratoryjnie dla danego typu sondy, przy czym grubość osadu i jego oporność zwykle określa się sposobami znanymi w pracach interpretacyjnych.

Nowszy typ sondy MBK-2 ma urządzenie do pomiaru grubości osadu płuczkowego. Urządzenie to rejestruje głębokość zanurzenia noża tnącego osad płuczkowy na ścianie odwiertu lub wejścia w kawerny. Przedział mierzony grubości osadu mieści się w granicach 0—36 mm, a błąd pomiaru wynosi 1,5 mm. Z pomiarów tym urządzeniem można wydzielać warstwy przepuszczalne na podstawie stwierdzenia dostatecznie grubego i jednorodnego osadu płuczkowego. Warstwy nieprzepuszczalne charakteryzują się wskazaniami bliskimi zera. Łącznie z urządzeniem do pomiaru grubości osadu płuczkowego wykonuje się także pomiary średnicomierzem.

#### WYKORZYSTANIE POMIARÓW P<sub>ost</sub> i mP<sub>ost</sub>

Wymienione pomiary w komplecie z innymi metodami, oprócz szczegółowego rozdzielania warstw według oporności, wykorzystywane są do:

- wydzielenia skał porowatych i przepuszczalnych;
- oceny nasycenia zbiorników;
- określenia współczynnika porowatości  $K_p$ ;
- wyznaczenia wskaźnika resztkowego nasycenia ropą-gazem  $K_{RNG}$ ;
- obliczenia współczynnika wyparcia  $\beta$ .

**Wydzielanie skał zbiornikowych.** W otworach wierconych z płuczka łożną na wyniki pomiarów P<sub>ost</sub> i mP<sub>ost</sub> jednocześnie wpływają dwa czynniki, to jest obecność osadu płuczkowego i obecność strefy filtracji. Dlatego w ogólnym przypadku wydzielenie skał zbiornikowych przeprowadza się drogą porównania wyników pomiarów mP<sub>ost</sub> ( $\rho_{mP_{ost}}$ ) z P<sub>ost</sub> ( $\rho_{P_{ost}}$ ). Rozbieżności w powyższych wartościach wskazują na obecność strefy filtracji. Natomiast właściwości charakterystyczne rozpoznawania i oceny skał zbiornikowych według danych P<sub>ost</sub> i mP<sub>ost</sub> zależą od mineralizacji płuczki i rodzaju nasycenia warstwy. W związku z tym będzie występować kilka układów, które należy oddzielnie rozpatrzyć.

I tak stosując płuczki zmineralizowane, gdzie  $\rho_{pl} < 3 \rho_{wz}$ , i w przypadku warstwy wodonośnej, to praktycznie ze wskazań P<sub>ost</sub> i mP<sub>ost</sub> nie obserwuje się strefy wzmoczonej filtracji. Dlatego w przypadku płuczek słonych wydzielenie warstw wodonośnych jest utrudnione. W niskoporowej warstwie obecność osadu płuczkowego nieznacznie obniża wyniki mP<sub>ost</sub>.

Jednocześnie takie warunki w otworze sprzyjają wydzieleniu warstw nasyconych ropą lub gazem. Wtedy warstwy roponośne różnią się znacznie na wskazaniach P<sub>ost</sub> i mP<sub>ost</sub>, co wynika zarówno z obniżającego wpływu osadu płuczkowego na wskazania mP<sub>ost</sub> jak i z różnego stosunku nasycenia skały ropą w strefie zasięgu obu metod. Zaniżenie wskazań na mP<sub>ost</sub> jest tym większe im grubszy osad i im większy jest stosunek  $\rho/\rho_{pl}$ , ( $\rho_{P_{ost}}/\rho_{pl}$ ).

W przypadku stosowania słonych płuczek do przewiercenia skał węglanowych wysokooporowych lub złóż ropy i gazu należy pamiętać, że sonda MBK-2 pracuje liniowo do 400  $\rho_{pl}$ , a badany ośrodek charakteryzuje się bardzo wysokim stosunkiem  $\rho/\rho_{pl}$ . Dlatego obniżony zapis mP<sub>ost</sub> w stosunku do P<sub>ost</sub> znajduje się w przybliżeniu na poziomie skrajnych wartości poprawnych rejestracji.

Stosowanie płuczek słodkich, gdy  $\rho_{pl} > 5 \rho_{wz}$ , stwarza inne możliwe łączenie wskazań mP<sub>ost</sub> i P<sub>ost</sub>, zależnie od stosunku  $\rho/\rho_{pl}$ , głębokości filtracji i nasycenia. W warstwach roponośnych ze zwiększeniem

strefy filtracji, gdy  $D > 4d$ , obserwuje się zwykle obniżone wartości mP<sub>ost</sub> względem wartości P<sub>ost</sub>. Ze zmniejszeniem się strefy filtracji i zmniejszeniem nasycenia warstwy ropą różnica wskazań między mP<sub>ost</sub> i P<sub>ost</sub> zmniejsza się, a przy niewielkiej strefie filtracji ( $D < 2d$ ) najczęściej obserwuje się wyższe wskazania na mP<sub>ost</sub> niż na P<sub>ost</sub>. W otworach wierconych na wodę nie ma osadu płuczkowego, dlatego jedynym dowodem na identyfikację warstwy przepuszczalnej jest obecność strefy filtracji, której oporność różni się od oporności właściwej warstwy.

Jeszcze inne możliwości wydzielenia skał zbiornikowych istnieją przy stosowaniu płuczek o dwóch różnych opornościach. Operacją polega na wykonaniu pomiarów mP<sub>ost</sub> i P<sub>ost</sub> przy dwóch płuczках o różnych opornościach. Zatem przy zmianie płuczki w otworze, np. ze słonej na słodką, w przyotworowej strefie warstwy przepuszczalnej pierwotny filtrat słony jest zastąpiony przez filtrat słodki, co się wyraża zmianą wskazań na mP<sub>ost</sub> lub P<sub>ost</sub>. Warstwy przepuszczalne wydziela się wtedy na podstawie stwierdzenia znacznej zmiany oporności przy drugim pomiarze w stosunku do pomiaru pierwszego. W skałach nieprzepuszczalnych wyniki pomiarów zarówno mP<sub>ost</sub>, jak i P<sub>ost</sub> przy różnych płuczках praktycznie nie zmieniają się. Kiedy w wyniku płytkiej strefy filtracji dane P<sub>ost</sub> są mało przydatne, można stosować tylko mP<sub>ost</sub>.

Niezależnie od możliwości wydzielenia skał przepuszczalnych metodami jak wyżej, można jednocześnie dokonać jakościowej oceny przepuszczalności różnych odcinków warstwy, gdy warstwa ta w całości uznana jest za jednorodną.

Jakościowa ocena przepuszczalności warstw wodonośnych jest więc możliwa przy stosowaniu płuczki słodkiej, gdy  $\rho_{pl} > 5 \rho_{wz}$ . Nieprzepuszczalne i mało-przepuszczalne odcinki warstwy wydziela się według niskich i w przybliżeniu jednakowych wartości  $\rho_{sp}$  i  $\rho$  (czyli wskazań mP<sub>ost</sub> i P<sub>ost</sub>). Przepuszczalne odcinki warstwy wydziela się na podstawie podwyższonych wartości  $\rho_{sp}$  w stosunku do  $\rho$ . W zależności od głębokości filtracji i oporności właściwej filtratu odcinki przepuszczalne mogą zaznaczać się różną opornością na P<sub>ost</sub> i z reguły niższą niż na mP<sub>ost</sub>.

Wysoką i w przybliżeniu jednakową wartością oporności charakteryzują się te przepuszczalne przewarstwienia warstwy wodonośnej, w których nastąpiła największa wymiana wody na filtrat. Za zmniejszeniem oporności filtratu jakościowa ocena przepuszczalności warstw wodonośnych staje się trudna.

W warstwach roponośnych i stosowanych płuczках o  $\rho_{pl} \approx \rho_{wz}$  nieprzepuszczalne lub słabo przepuszczalne przewarstwienia określa się według wysokich i w przybliżeniu równych wartości  $\rho_{sp}$  i  $\rho$ . Wskazuje to na fakt, że w przyotworowej strefie warstwy pozostała duża zawartość ropy, która nie została dostatecznie wypłukana ze względu na niską przepuszczalność. Natomiast przewarstwienia przepuszczalne określa się według dużej różnicy w wartościach  $\rho_{sp}$  i  $\rho$ , przy czym  $\rho_{sp} < \rho$ . Ze wzrostem zasięgu strefy filtracji, tj. ze wzrostem przepuszczalności skały, różnica w opornościach  $\rho_{sp}$  i  $\rho$  zmniejsza się, a przy dostatecznym i głębokim przemyciu przewarstwienia dane z mP<sub>ost</sub> i P<sub>ost</sub> są zbliżone do siebie i mają niskie wartości  $\rho_{sp}$  i  $\rho$ . Są to więc najlepiej przepłukane i zarazem najbardziej przepuszczalne odcinki warstwy.

Jeszcze inne rozważania prowadzi się, gdy pomiary wykonano przy dwóch różnych opornościach płuczki. Po zmianie mineralizacji płuczki w otworze ze słonej na słodką w odcinkach przepuszczalnych warstwy filtrat słony szybko i w całości zastąpiony jest przez filtrat słodki. W mniej przepuszczalnych przewarstwiach wyparcie zmineralizowanego filtratu, czy wody złożowej będzie tylko częściowe, oporność więc tych przewarstwień wzrasta w mniejszym stopniu niż w przewarstwiach dobrze przepuszczalnych. Ponieważ wyniki mP<sub>ost</sub> na słodkiej płuczce warunkowane są ilością wchłoniętego słod-

kiego filtratu i ilości pozostałego (nie wypartego) filtratu zmineralizowanego, to przy różnych płuczkach wielkość zmiany oporności na mPOst będzie proporcjonalna do przepuszczalności przewarstwień. Względne zmiany przepuszczalności dla poszczególnych przewarstwień warstwy wodonośnej można ustalić przez porównanie liczbowych wartości stopnia przemycia strefy przyotworowej. Poszczególne przewarstwienia jednorodnej warstwy wodonośnej są różnie przemycane przez filtrat w strefie przyotworowej. Stopień przemycania przyotworowej strefy filtracji każdego przewarstwienia określa się następująco:  
— przy słodkiej płuczce według danych mPOst i POst —

$$q = \frac{e_{sp}}{e_f} \cdot \frac{e_{wz}}{e}$$

— przy dwóch płuczkach słonej i słodkiej, według danych mPOst —

$$q = \frac{e'_{sp}}{e'_f} \cdot \frac{e''_{sp}}{e''_f}$$

gdzie:  $e'_{sp}$  i  $e''_{sp}$  — oporność właściwa strefy przemycanej tego samego przewarstwienia przy opornościach filtratu  $e'_f$  i  $e''_f$ .

Określając wartości  $q$ , tj. współczynnika uwzględniającego wpływ wody złożowej i porównując je między sobą można ocenić względne zmiany przepuszczalności różnych przewarstwień.

Przy metodzie mPOst konieczne jest wykonanie pomiarów nie wcześniej niż po upływie co najmniej jednej doby od czasu przewiercenia warstwy lub od czasu wymiany płuczki ze słonej na słodką.

**Ocena jakościowa nasycenia skał.** Nasycenie określa się na podstawie obrazu pochłaniania filtratu płuczkowego i wywołanych tym sposobem zmian wielkości oporności właściwej skał. Rodzaj pochłaniania — podwyższający lub obniżający — określa się z porównania oporności danej warstwy, otrzymanych z mPOst i POst. Objawem podwyższającego oddziaływania filtratu jest wyższa wartość  $e_{mPOst}$  nad  $e_{POst}$ , a oddziaływanie obniżające zaznacza się odwrotnie, tj. niższą wartością  $e_{mPOst}$  nad  $e_{POst}$ . Przy korzystaniu z wyników mPOst należy uwzględnić wpływ osadu płuczkowego.

Warstwy roponośne określa się ze stwierdzenia obniżającego wpływu filtratu i wysokiej oporności właściwej odczytanej z POst. Przy dostatecznie głębokiej filtracji, gdy  $D \geq 3d$  i ze zwiększeniem oporności filtratu różnice w wartościach  $e_{sp}$  i  $e$  zmieniają się. Utrudnia to ocenę nasycenia warstwy.

Warstwy wodonośne przy  $e_{pt} > e_{wz}$  wydziela się na podstawie stwierdzenia podwyższającego wpływu filtratu i niskiej wartości  $e$  odczytanej z POst. Przy zmineralizowanych płuczkach, gdy  $e_{pt} \approx e_{wz}$ , warstwy wodonośne określa się z niskich i w przybliżeniu równych wartości  $e_{sp}$  i  $e$ . Charakterystyczne jest tu nieznaczne podwyższenie wartości  $e_{sp}$  nad  $e$ .

Pewność i dokładność wydzielenia skał roponośnych na podstawie kompleksu POst i mPOst zwiększa się ze zmniejszeniem oporności filtratu płuczkowego przenikającego w skałę i przy odpowiednio wczesnym wykonaniu pomiarów, tj. bezpośrednio po przewierceniu warstwy.

Stosowanie słodkich płuczek utrudnia ocenę jakości nasycenia warstw na podstawie POst i mPOst, ponieważ w skałach roponośnych może występować strefa podwyższającego wpływu filtratu.

**Współczynnik porowatości  $K_p$ .** Określenie współczynnika porowatości  $K_p$  z pomiarów mPOst wykorzystuje dla warstw wodonośnych zależności między wskaźnikiem formacji  $F$  i współczynnikiem porowatości  $K_p$ . W ogólności związek ten znany jest z formuły:

$$K_p = \left( \frac{a}{F} \right)^{1/m}$$

Stałe współczynniki  $a$  i  $m$  zależą od typu skały zbiornikowej; ustala się je dla poszczególnych formacji i rejonów na podstawie badań rdzenia i obliczeń ze związku  $F = f(K_p)$ .

Wskaźnik formacji oblicza się, zależnie od warunków filtracji jednym z następujących sposobów:

1. Jeżeli przyotworowa strefa filtracji została całkowicie przemycana filtrem —

$$F = \frac{e_{sp}}{e_f}$$

2. Dla warstwy wodonośnej, gdzie  $q$  jest współczynnikiem uwzględniającym wpływ wody złożowej pozostałej w strefie przyotworowej filtracji —

$$F = \frac{e_{sp}}{e_f \cdot q}$$

3. Dla warstwy roponośnej, gdzie  $Q$  oznacza współczynnik uwzględniający wpływ ropy pozostałej w przyotworowej strefie filtracji —

$$F = \frac{e_{sp}}{e_f \cdot Q}$$

Przez wprowadzenie współczynników  $q$  i  $Q_r$  uwzględnia się stopień przemycania filtrem przyotworowej strefy filtracji. Jest to konieczne, ponieważ wyniki mPOst mimo małego zasięgu obserwacji często nie oddają oporności pochodzącej tylko ze strefy całkowicie przemycanej zarówno w warstwach roponośnych, jak i wodonośnych.

Współczynnik  $q$  i  $Q_r$  określa się następującymi wyrażeniami:

$$q = \frac{1}{1 + Z \left( \frac{e_f}{e_{wz}} - 1 \right)}$$

$$Q_r = \frac{1}{(1 - K_{RRR})^n}$$

gdzie:  $Z$  — ilość wody złożowej, w strefie filtracji.

$K_{RRR}$  — wskaźnik resztkowej zawartości ropy w strefie filtracji,

$n$  — wskaźnik zwilżalności skały, zależny od właściwości zbiornika.

W przypadku przewiercenia skały zbiornikowej z płuczką słodką ( $e_{pt} > 5 e_{wz}$ ) uwzględnienie stopnia przemycania strefy przyotworowej przy wyliczeniu  $F$  prowadzi do zawyżenia współczynnika porowatości  $K_p$  w warstwach roponośnych i zaniżenia w warstwach wodonośnych, ponieważ przy  $e_{pt} > e_{wz}$  wartość  $q$  zawsze jest mniejsza od 1, a wartość  $Q_r$  większa od 1. Przewiercanie warstw wodonośnych na płuczce o oporności bliskiej oporności wody złożowej ( $e_{pt} \approx e_{wz}$ ) daje wartości współczynnika  $q$  równe 1. W takich warunkach metodyka określania  $K_p$  dla warstw wodonośnych jest uproszczona, zaś dla warstw roponośnych, przy wyliczaniu  $F$ , należy wprowadzić zamiast  $K_p$ , wyrażenie  $K_p/1 - K_{RRR}$ , które oznacza objętość porowatą wypełnioną filtrem.

Do wyliczania  $F$  na podstawie parametrów strefy przemycanej należy wykorzystać dane pochodzące z

najbardziej przemitych przewarstwień. Przy stosowaniu słodkich płuczek przewarstwienia takie w warstwach wodonośnych charakteryzują się najwyższymi wskazaniami na mPOst (MBK-2), a w warstwach roponośnych najniższymi.

Z wykresów przedstawiających zależność  $F=f(K_p)$  dla danych formacji, lub ze wzorów jak wyżej, określa się wartość współczynnika porowatości  $K_p$  lub  $K_p(1-K_{RNR})$ .

Wskaźnik resztkowego nasycenia ropą ( $K_{RNR}$ ). Ocena tego wskaźnika na podstawie parametrów strefy przemitej jest możliwa dla skał o porowatości ziarnistej. Metodyka określania  $K_{RNR}$  z pomiarów mPOst jest podana dla warstw roponośnych o dostatecznie dużym, obniżającym wpływie filtracji, kiedy  $D \geq 3d$ . Zależność między  $K_{RNR}$  i parametrami strefy przemitej określa wyrażenie:

$$K_{RNR} = 1 - \left(\frac{1}{Q}\right)^n$$

gdzie:

$$Q = \frac{Q_{sp}}{Q_f \cdot F}$$

— jest współczynnikiem zwiększania oporności strefy przotworowej filtracji.

Dla oceny  $Q$  z parametrów strefy przemitej należy znać wartości  $K_p$  lub  $F$  dla danej warstwy, określone innymi sposobami.

Wartość  $K_{RNR}$  otrzymaną z mPOst (sonda MBK-2) można wykorzystać do określania współczynnika wyparcia ropy ze strefy przemitej  $\beta$ . Współczynnik wyparcia ropy wyraża zmniejszenie nasycenia ropą

## SUMMARY

Methodical principles of introducing resistivity logging and micrologging in bore holes for detection and estimation of porous and permeable layers are presented. Drilling mud filtrate, medium filling rock pores, and filtration zone determine the changes in values of the measured parameters  $Q$  and  $Q_{sp}$ . A lot of variants of these changes are discussed, along with some circumstances necessary to determine porous, rocks, their qualitative description and quantitative estimation of the parameters of a basin.

przemitej strefy względem strefy, do której filtracja nie dotarła i określa się wyrażeniem:

$$\beta = \frac{K_r - K_{RNR}}{K_r}$$

gdzie:  $K_r$ , jako współczynnik nasycenia warstwy ropą określa się z danych interpretacji sondowania oporności lub POst.

Współczynnik  $\beta$  jakościowo wyraża produktywność i przepuszczalność warstwy; im wyższa wartość  $\beta$ , tym większa produktywność. Parametr ten należy koniecznie określać przy interpretacji danych POst i mPOst. Przy wykorzystaniu danych POst do określania współczynnika nasycenia ropą  $K_r$  należy się liczyć z tym, że wartość  $K_r$  może być nieco zawyżona lub zaniżona w wyniku częściowego wyparcia ropy przez filtrat poza badaną przestrzeń, a w takim przypadku wartość  $\beta$  także będzie zawyżona lub zaniżona.

## LITERATURA

1. Melik-Paszajew W. S., Koczetow M. N., Kuznecow A. W., Dolina A. W. — Metodika opredieleniya parametrov zaleznej niefti i gaza dla podsczeta zapasow obiemnym metodom. Moskwa 1963.
2. Petroleum Exploration Handbook. Toronto 1961.
3. Ruczkin A. W. — Opredieleniye ostatocnoy nieftienasyszczennosti produktiwnych plastow po dannym karotazha. Nieftiegazowaja Geologija i Geofizika 1970, nr 1.
4. Wojda F., Lebiedzinska K. — Sprawozdanie z podróży służbowej do ZSRR — 1967. PPG Warszawa.

## РЕЗЮМЕ

В статье рассматриваются методические принципы применения направленного профилирования и микропрофилирования электросопротивлений в буровых скважинах с целью выявления и изучения пористых и проницаемых пород. Величина параметров  $Q$  и  $Q_{sp}$  колеблется в зависимости от фильтрации бурового раствора, вещества, заполняющего поры в породах и характера зоны фильтрации. Рассматриваются разные варианты таких колебаний и на этом основании делаются предположения о распространении пористых пород, а также качественная характеристика этих пород и количественная оценка их коллекторских параметров.