

OZNACZENIA W GEOFIZYCE WIERTNICZEJ

UKD 550.83:622.241(083.72)(083.3)

Ostatnie lata przyspieszyły gwałtowny rozwój geofizyki wiertniczej — karotażu. Dziedzina stosunkowo młoda, dawniej oparta głównie na elektrometrii, rozbudowywała się przede wszystkim w dwóch niezależnych ośrodkach: Związku Radzieckim i Stanach Zjednoczonych wraz z Europą Zachodnią. Obie strony niezależnie od siebie tworzyły nazewnictwo i oznaczenia. Charakterystyczny jest przykład elektrometrii, gdzie oporność właściwą oznaczono w ZSRR grecką literą ρ , natomiast firmy: Schlumberger Well Surveying Corporation, Lane-Wells Company czy Pan Geo Atlas Corporation na zachodzie przyjęły tu oznaczenie łacińskie R .

Geofizyka wiertnicza w Polsce znalazła się na styku wpływów obu stron. Wprawdzie znakomitą przewagą pod względem stosowanej aparatury ma

u nas Związek Radziecki, to jednak w zakresie metodyki i interpretacji korzysta się w równym stopniu tak z doświadczeń ZSRR, jak i firm zachodnich. Rezultat takiego „współistnienia” Wschodu i Zachodu widać w nomenklaturze używanej w polskiej geofizyce wiertniczej. Tak np. dla oznaczenia rzeczywistej oporności właściwej poziomemu (skały, warstwy, horyzontu) używa się u nas około 11 symboli, np.: R , R_r , R_r , R_{wt} , R_t , R_t , ρ , ρ_s , ρ_n , ρ_2 , ρ_3 , dla oznaczenia oporności właściwej wody złożowej (warstwowej) około 10 symboli: R_w , R_w , R_{wz} , R_{wz} , R_{wc} , ρ_{02} , ρ_w , ρ_{wz} , ρ_B , $\rho_{n\beta}$ itd. Także parametry charakteryzujące poziom (skale) mają wiele oznaczeń, gdzie np. współczynnik porowatości ma około 9 symboli: \emptyset , \emptyset_a , P , K_p , k_p , K_s , k_s , K_n , k_n , czy też współczynnik nasycenia wodą (w strefie nienaruszonej) — około 12 sym-

boli: $S_w, S_w, S, S_w, K_w, K_w, k_w, k_w, knw, K_B, Z$. Przykładów takich w geofizyce wiertniczej można by zebrać mnóstwo.

W początkowej fazie rozwoju metod badawczych taka sytuacja jest nawet korzystna. Gdy pojęcia i terminy nie są jeszcze jednoznacznie sprecyzowane rozmaite oznaczeń uwzględniać może wszystkie ich subtelności i różnice. Jednak z chwilą, gdy podstawowe wielkości są już określone jednoznacznie, taka dowolność oznaczeń utrudnia pełne, swobodne wykorzystywanie literatury i opracowań. Tendencje ujednoczające widać tak na Zachodzie, jak i w Związku Radzieckim. Obecnie dla poszczególnych podstawowych wielkości używa się tam już tylko jednego bądź najwyżej dwóch oznaczeń, na ogół bardzo komunikatywnych, gdyż indeksy stanowią skrót, syntezę dopełniającej części pojęcia.

Przy narastającej ilości odwiercanych metrów, narastającej ilości metod badawczych, gwałtownym wzroście liczby opracowań, interpretacji, ilościowych charakterystyk, obecny chaos panujący w Polsce stanowi wielką barierę dla wymiany myśli, doświadczeń, opracowań, dla kompleksowych interpretacji. Różnorodność symboli tworzy ich niejednoznaczność, gdyż niejednokrotnie te same znaki mogą mieć różne znaczenia, np. literą ρ różni autorzy oznaczają bądź rzeczywistą oporność właściwą poziomemu bądź płuczkowi, bądź też pozorną oporność właściwą poziomemu. Użycie więc samego symbolu nie wystarcza, konieczny jest jeszcze opis tekstowy, który w ten sposób dyskwalifikuje celowość stosowania symboli do oznaczeń. Odwrotna, również niekorzystna sytuacja występuje w przypadku używania różnych znaków dla tych samych pojęć — też potrzebny jest opis tekstowy, też istnieją trudności w wykorzystaniu danej pracy. Zdarza się, że niektórzy autorzy używają nawet w poszczególnych opracowaniach (referatach) różnych

oznaczeń dla określenia tego samego parametru. Przykładem mogłyby być choćby materiały z ostatniej konferencji naukowo-technicznej NOT na temat: „Kierunki rozwoju metod geofizyki wiertniczej przemysłu naftowego w świetle zadań bieżącej pięcioletki” — Kraków, listopad 1987, gdzie nie tylko różne referaty, ale nawet i poszczególne opracowania zawierają odmienne oznaczenia. Na przykład w referacie nr 2 dla tych samych pojęć używa się różnych symboli (oporność interpretowanego poziomu — R_r, R_r, R_r , czy też współczynnik nasycenia wodą — k_w, k_w, K_w, S_w itd.).

Ten stan rzeczy wymaga jakiegoś uregulowania. Trudno pomyśleć, by przy narastającej liczbie choćby samych tzw. ocen geofizycznych wierceń, czyli ilościowych interpretacji do projektów próbowań otworów stosować rozmaitą nomenklaturę. Propozycje autora w tej mierze idą w kierunku zapoczątkowanym przez przemysł naftowy.

Wydane niegdyś przez Ministerstwo Górnictwa i Energetyki normy resortowe dla geofizyki wiertniczej objęły również i symbole oznaczeń parametrów geofizycznych (RN — 61/MGiE — 01203)*. Niestety zabrakło konsekwencji w ich używaniu a poza tym objęły one chyba zbyt szeroki zakres pojęć, niejednokrotnie niezbyt dobrze sprecyzowanych, bądź różnie rozumianych czy też (nawet do tej pory) różnie nazywanych. Praktyka wykazała, że szereg zaproponowanych symboli bądź nie oddaje dobrze treści pojęcia, bądź też nie jest wygodny w użyciu. W literaturze i opracowaniach a także w cytowanych wyżej normach MGIE z reguły przeważają oznaczenia typu zachodniego. Są one wygodniejsze w użyciu choćby ze względu na technikę pisania. Eliminuje się maksymalnie znaki greckie, a więc np. nie ρ ale R (brak

* Zagańnienia te częściowo objęła również polska norma PN-60/G-01203 (Mon. Pol. nr 72, poz. 334).

Nazwa parametru	Proponowane oznaczenie	Używane oznaczenia
-----------------	------------------------	--------------------

1. Parametry geometryczne

Głębokość zalegania (spąg) poziomu (horyzontu, warstwy)	H	H, Z, h
Miaższość poziomu	h	h, h_w, H, e
Srednica otworu:		
faktyczna	d	d, d_c, d_o, d_e
nominalna	d_n	d_n, d, d_H, d_d, d_o
Srednica (zasieg) strefy filtracji	D	$D, D_t, D_{sf}, D_{sp}, D\phi$
Grubość osadu płuczkowego	hop	$hop, h_{gk}, Hopl, h_{ik}, h_{mc}, t_{mc}, t_{mc}, e_{mc}, \Delta d$
Długość sondy	L	L, l, Z
potencjalowej	AM	AM, \underline{AM}
gradientowej	AO	AO, \underline{AO}

2. Elektrometria

Oporność właściwa:	R	$R, R_r, R_r, R_{wi}, R_t, R_t, \rho, \rho_s, \rho_2, \rho_3, \rho_x, \rho_w$
rzeczywista poziomu (strefy nienaruszonej)		
pozorna poziomu wg PO (profilowanie oporności)	R_p	$R_p, R_{po}, R_{po}, R, Ra, \rho, \rho, \rho_k, \rho_3$
pozorna poziomu wg SO otrzymana sondami o długościach np. 2,25 m, 64" itd.	$R_{2,25}$ $R_{64"} \text{ itd}$	$R_{2,25}, R_{po}, 2,25, R^{2,25}, \rho_k^{2,25}$ $R_{64"}, R_{po64"}, R_{64} \text{ itd.}$
pozorna wg mPO (mikrosonda)	R_m	R_m, ρ_m
wg sondy A2" M	$R_2"$	$R_2", R_2$
wg sondy A1" M1" N	$R_1" \times 1"$	$R_1" \times 1", R_{1 \times 1}$
pozorna poziomu wg PI (profilowanie indukcyjne)	R_i	R_i, R_{iL}, ρ_{ik}
pozorna poziomu wg POst (laterolog)	R_l	$R_l, R_{plat}, R_{po}, R_{LL}, \rho_{ok}$
pozorna poziomu wg mPOst (mikrolater.)	R_{ml}	R_{ml}, R_{MLL}
płuczki	R_{pl}	$R_{pl}, R_{pt}, R_m, R_m, \rho_p, \rho_o, \rho_c, \rho_1, \rho$
filtratu płuczki	R_f	$R_f, R_f, R_{mf}, R_{mf}, \rho_Q, \rho'c$
osadu płuczkowego	R_{op}	$R_{op}, R_{opl}, R_{mc}, R_{mc}, \rho_{gk}, \rho_{op}$

Nazwa parametru	Propo- nowane ozna- czenie	Używane oznaczenia
strefy filtracji	<i>Rsf</i>	<i>Rsf, Rst, Ri, Ri, Q', Qsp, Q1, Q2, Q'2, Q'n, Qst</i>
strefy przepływania (przemyciej)	<i>Rsp</i>	<i>Rsp, Rsz, Rxo, Rxo, Qp2, Qnm, Qs</i>
poziomu wodonośnego (nasyconego wodą w 100%)	<i>Rpw</i>	<i>Rpw, Rpw, Ro, Ro, Qs, Qpw, Qo, Qβn, Qβ, Q100%</i>
warstw sąsiednich (otaczających)	<i>Rs</i>	<i>Rw, Rw, Rwz, Rwz, Rwc, Qw, Qwz, Qoz, Qβ, Qαβ, Qpw</i>
wody złożowej (warstwowej)	<i>Rw</i>	<i>Rs, Rα, Rot, QBM, Q, Q1, Q2</i>
mieszanki filtratu i wody złożowej	<i>Rz</i>	<i>Rz, Rz, Rfwz, QβQ</i>
Amplituda PS:		
odczytana z diagramu	<i>UPS</i>	<i>UPS, PSP, UPSw, APS, E, Ek, EASP, ASP, ΔUcn, Ucn</i>
zredukowana (poprawiona ze względu na miąższość poziomu)	<i>EPS</i>	<i>EPS, SSP, E, ESP, Es, Ecn UPSr, Av PSP</i>

3. Radiometria

Natężenie promieniowania — wartości bezwzględne:		
wg PG	<i>Ig</i>	<i>Ig, Iγ, Jγ, Jγu</i>
wg PNG	<i>Ing</i>	<i>Ing, Inγ, In-γ, Jnγ, Jnγ</i>
wg PGG	<i>Igg</i>	<i>Igg, Iγγ, Jγγ</i>
— jednostki umowne *		
wg PNG	<i>Jng</i>	<i>Jng, Ing, ΔIng, i</i>
— jednostki względne **		
wg PG	<i>dIg</i>	<i>dIg, ΔIg, ΔIγ, ΔJγ</i>
wg PNG	<i>dIng</i>	<i>dIng, ΔIng, ΔIng', Jd, ΔJn=γ, ΔIn-γ, ΔJn'-γ, ΔJnγ, i</i>

4. Termometria

Temperatura naprzeciw poziomu	<i>t</i>	<i>t, tw, tn, HT</i>
Gradient geotermiczny	<i>G</i>	<i>G, G.G, Γ, ζ, Gg, Gr</i>
Stopień geotermiczny	<i>g</i>	<i>g, G, H, Γ,</i>

5. Parametry charakteryzujące poziom (skale)

Współczynnik porowatości (porowatość)	\emptyset	$\emptyset, \emptyset a, Kp, kp, P, Ks, ks, Kn, kn$
Parametr porowatości (wskaźnik oporności poziomu)	<i>F</i>	<i>F, P, Po, Pn, Pv,</i>
Parametr nasycenia (współczynnik uwielokrotnienia oporności)	<i>Q</i>	<i>Q, Pn, I, PH, PB, P, J</i>
Współczynnik nasycenia (nasycenie) w strefie nienaruszonej:		
wodą	<i>Sw</i>	<i>Sr, So, Kr, kr, KH, kH</i>
ropą	<i>Sr</i>	<i>Sw, Sw, Swc, S, Kw, Kw, kw kw, knw, KB, kB, Z, Nw</i>
gazem	<i>Sg</i>	<i>Sg, Kg, Kg, kg, kg, k</i>
ropą i gazem	<i>Srg</i>	<i>Srg, Krq, knr(g), Nrg</i>
Zailenienie (zawartość materiału ilastego)	<i>Ci</i>	<i>Ci, Cii, Cgl, p.</i>
Mineralizacja (koncentracja) wody złożowej	<i>Cw</i>	<i>Cw, cw</i>

$$* Jng = \frac{Ing}{Ing \text{ w wodzie (100\%)}}$$

$$** dIng = \frac{Ing - Ingmin}{Ingmax - Ingmin}$$

czcionek liter greckich w maszynach do pisania). Natomiast widać znaczną dowolność w posługiwaniu się indeksami. Np. przemysł naftowy nie posługuje się prawie wcale symbolem *Rwl* (wg cytowanych norm) dla oznaczenia rzeczywistej oporności właściwej, ale znakami *R, Rr, Rt* itd.

Podobnie jest z wieloma innymi symbolami pojęć i parametrów geofizycznych. Propozycje autora wiążą owe normy z praktyką. Uwzględniając to co zostało już opracowane (głównie normy resortowe górnictwa), późniejszy dorobek naukowy: publikacje, opracowania, materiały niepublikowane obu resortów: CUG i MGIE, podano w powyższej tabeli szereg propozycji. Dążono tu do zapewnienia pełnej komunikatywności oznaczeń drogą wprowadzenia indeksów będących skrótami polskich określeń odmiany takiego pojęcia. Tak więc np. oporność właściwą płuczki należy oznaczać nie przez *Rm*, co np. przemysł naftowy stosuje dość często, ale przez *Rpl*, co zapewni pełną informację i swoją drogą jest nawet zgodne z cytowanymi nor-

mami MGIE. Z drugiej jednak strony, popularne określenia, takie jak np. dla współczynnika nasycenia — *S* (saturation ang.), czy też dla tzw. parametru porowatości — inaczej wskaźnika oporności poziomemu — *F* (formation factor ang.) powinny zostać zachowane, ze względu na ich tradycyjne i bardzo szerokie stosowanie. Poza tym, dążono do tego, by podstawowe, wynikowe, ostateczne, rzeczywiste parametry były pisane przy użyciu jednej litery, bez indeksów. A więc np. rzeczywista oporność właściwa — *R* (nie *Rwl, Rr* itd.), porowatość — \emptyset (nie *kp* itd.) gradient geotermiczny — *G* (nie *Gg, G.G.* itd.) itp.

Powyższe propozycje nie obejmują wszystkich pojęć. Cytowane normy również nie objęły całości zagadnienia. Zebrano tu jedynie pojęcia podstawowe, najczęściej używane w opracowaniach, dokumentacjach i publikacjach, których sens fizyczny, geofizyczny i geologiczny został już jasno, jednoznacznie ustalony. Nie ustosunkowano się do takich parametrów, jak np. rozgraniczenia amplitud PS na warstwy

ilaste, nielaste, wodonośne itd., amplitudy PS dyfuzyjne, filtracyjne itd., aktywności, różne współczynniki o rzadkim stosowaniu i roli bardzo pomocniczej, do oznaczenia których używa się obecnie wielu symboli, a jakich na ogół nie spotyka się w opracowaniach i dokumentacjach geofizycznych. Prócz tego wiele już obecnie używanych pojęć nie uwzględniono w niniejszym artykule ze względu na pewne niejednoznaczności i subtelne różnicowania w treści merytorycznej. Oczywiście również trzeba przewidzieć, że wraz z dalszym rozwojem metod geofizyki wiertniczej będzie przybywać wiele nowych pojęć, nowych parametrów i kiedyś trzeba będzie ponownie wrócić do porządkowania nomenklatury. Przykra praktyka z cytowanymi normami, obowiązującymi wszak właśnie przemysł naftowy, wykazała, iż zapomina się o konsekwentnym używaniu jednych oznaczeń, wprowadzając bądź nowe, bądź obce, niezbyt popularne oznaczenia, co jak widzimy wprowadza wielki chaos w nomenklaturze.

Na zakończenie trzeba zaapelować do geofizyków z zainteresowanych resortów i przedsiębiorstw, by albo zaczęli konsekwentnie stosować zaproponowane oznaczenia tych podstawowych pojęć, bądź rozpoczęli pożyteczną dyskusję na temat unifikacji oznaczeń w karotażu.

SUMMARY

At present, the Polish bore hole geophysics lacks uniform determinations as concerns geophysical parameters, as well as values measured and calculated by means of loggins. There are used now numerous symbols to determine the individual geophysical parameters. Some attempts at unifying the determinations, made by Petroleum Industry, and introduced norms failed, mainly due to the inconsequence in their realization, exactly within the works made by the Petroleum Industry. Based on the existing symbols, the author proposes to introduce unified symbols for fundamental, precisely determined geophysical parameters.

LITERATURA

1. Komarow S. G. — Sprawozdanie geofizyka. T. 2, Moskwa 1961.
2. Pierkow N. A. — Albom teoreticzeskich kriwych elektriczeskogo karotaża skważin. Moskwa 1965.
3. Pirson S. J. — Handbook of well log analysis. Prentice Hall Inc., New Jersey 1963.
4. Plewa S. — Pomiary geofizyczne w otworach wiertniczych. Katowice 1965.
5. Sochranow N. N. — Albom paletok i nomogramm trechelektrodnogo bokowego karotaża. Moskwa 1965.
6. Zefirow N. N., Kejwsar Z. I. — Komplekt paletok dla intierprietacji danych elektriczeskogo karotaża, Moskwa 1966.
7. Wendelsztejn B. J. — Albom nomogramm i paletok dla intierprietacji danych geofiziczeskich mietodow issledowanija skważin. Moskwa 1963.
8. Wendelsztejn B.J. — Album nomogramów i paletok do interpretacji metod geofizyki wiertniczej. Tłum. polskie, Kraków 1965.
9. Krzywe interpretacyjne firmy Schlumberger Well Surveying Corporation. Tłum. polskie, Kraków 1966.
10. Niepublikowane materiały i opracowania przemysłu naftowego oraz resortu CUG.

РЕЗЮМЕ

В промысловой геофизике, применяющейся в Польше, в настоящее время чувствуется отсутствие единых определений геофизических параметров и величин, определяемых каротажными методами. Для обозначения отдельных геофизических параметров применяется несколько разных индексов. Проведенная попытка унифицирования обозначений применяемых в горной и нефтяной промышленности не привела к успешному решению этой проблемы. Учитывая все применяющиеся обозначения автор предлагает проект унифицированных индексов основных геофизических параметров.