

JAN SZEWCZYK
Instytut Geologiczny

NOWE MOŻLIWOŚCI GEOFIZYCZNEGO BADANIA SKAŁ OSADOWYCH W OTWORACH WIERTNICZYCH

UKD 550.832.59.05:552.5 + 553.492.1 + 553.94(438—11LZW)

Zagadnienie dokładnego rozpoznania profilu litologicznego zawsze stanowić będzie podstawowe zadanie wierceń poszukiwawczych i to w zasadzie niezależnie od rodzaju badanych surowców. Znane i stosowane od wielu lat metody geofizyki wiertniczej, takie jak: metody radiometryczne (PNG, PNN, PG, PGG), elektrometryczne (PO, PS, mPO_{st}, PI itd.) i metody akustyczne (PAP) są od dawna uznanym i stosowanym sposobem określania profilu litologicznego. W odniesieniu do na ogół bezrdzeniowych wierceń naftowych są one podstawowym sposobem dokumentowania profilu litologicznego. Wymienione metody odzwierciedlają głównie fizyczne cechy skał, takie jak: porowatość, szczelinowatość, gęstość, przewodnictwo elektryczne, polaryzowalność, współczynniki sprężystości, promieniotwórczość naturalną itd.

Złożoność cech strukturalnych i teksturalnych skał, w większości przypadków ich wielomineralny skład wpływają na to, że cechy fizyczne nie są wystarczającym wyróżnikiem ich litologii. Szczególnie w odniesieniu do zagadnień spotykanych przy badaniach surowców stałych, zastosowanie wymienionych wcześniej metod nie zapewnia należytej dokładności i jednoznaczności informacji. Skład chemiczny skał, znacznie lepiej odzwierciedlający ich litologię, jest praktycznie niemal zupełnie nie wykorzystywany w badaniach odwiertowych. Jak wiadomo (3) możliwość bezpośredniego określania niektórych elementów składu chemicznego skał dają metody geofizyki jądrowej, takie jak:

- metoda spektrometrycznych pomiarów naturalnego promieniowania gamma (określenie K-40, Bi-214, Tl-208),
- metoda fluorescencji rentgenowskiej (Ti, Mn, Fe-Cu, Zn, Mo, Sn, Sb, W, Hg, Pb),
- metoda spektrometryczna neutron-gamma,
- metoda aktywacyjna (Si, Al, Mn, F, Cu, Ca).

Trudności natury technicznej a głównie interpretacyjnej powodują, że praktyczne możliwości efektywnego określania składu chemicznego w otworach wiertniczych są znacznie skromniejsze, ograniczając się do kilku zaledwie pierwiastków takich, jak: K, Bi, Tl, Al, Cu, F, Al, Si oraz Fe. Konieczność stosowania kosztownego i bardzo złożonego sprzętu pomiarowego, a zwłaszcza wspomniane trudności interpretacyjne, są przyczyną rzadkiego stosowania tych metod, nawet w odniesieniu do wymienionych pierwiastków. Metod tych w badaniach odwiertowych dotychczas w Polsce nie stosowano.

Celem artykułu jest pokazanie możliwości zastosowania jednej z wymienionych metod, tj. metody aktywacyjnej przy rozpoznaniu profilu litologicznego. Metoda ta, zdaniem autora, mimo że od chwili jej opracowania mija ponad 20 lat, znalazła zadziwiająco mało efektywnych zastosowań w badaniach odwiertowych (1). Autor na podstawie bogatego materiału doświadczeń uzyskanego w ciągu kilku lat, w kilkudziesięciu wierceniach z obszaru Lubelskiego Zagłębia Węglowego, przedstawia propozycje wykorzystania jednego z wariantów metody, przy szczegółowym określaniu litologii.

ZARYS PODSTAW FIZYCZNYCH METODY AKTYWACYJNEJ

W wyniku naświetlania skał neutronami pochodzącymi np. z izotopowego źródła neutronów umieszczonego w sondzie odwiertowej w jądrach atomów niektórych izotopów zachodzą przemiany jądrowe. Powstałe w wyniku tych przemian izotopy mają jądra znajdujące się w stanie wzbudzenia. Emitowane przez nie promieniowanie gamma charakteryzuje się odpowiednią dla danego izotopu energią, półokresem zaniku oraz intensywnością. Dokonując pomiarów powyższych wielkości fizycznych mamy możliwość określenia rodzaju pierwiastka macierzystego, ale również, w sprzyjających warunkach, możliwe jest określenie jego koncentracji w badanych skałach.

Jak to już zostało pokazane wcześniej (7 i 8), promieniowanie wzbudzone, obserwowane po punktowym naświetlaniu skały (w czasie nie przekraczającym $3 \cdot 10^{-2}$ s) neutronami ze źródła typu Po-Be jest niemal wyłącznie związane z obecnością w naświetlonej skale sztucznego izotopu Al-28 (jedynym naturalnym izotopem glinu jest Al-27). Wielkość sumarycznego promieniowania gamma, obserwowana w każdym z punktów pomiarowych, jest sumą dwóch składowych, tj. wspomnianego promieniowania wzbudzonego oraz naturalnego tła związanego z obecnością w skałach izotopów rodziny U-238, Th-232 oraz izotopu K-40. Obydwie wymienione wielkości są interesujące dla rozważań geologicznych*.

W najogólniejszym ujęciu zjawisko aktywacji składa się z dwóch następujących po sobie procesów fizycznych. Pierwszym z nich jest przemieszczanie się neutronów termicznych i związany z nim ich rozkład w ośrodku skalnym oraz proces rozchodzenia się kwantów gamma, emitowanych przez jądra powstałych izotopów promieniotwórczych. Przyjmując dla uproszczenia, że ośrodek skalny charakteryzuje się stałymi własnościami neutronowymi, jak i stałą wartością współczynnika osłabiania promieniowania gamma oraz, że koncentracja q_{Al-28} zmienia się jedynie wzdłuż osi x , rozkład promieniowania wzbudzonego wzdłuż tej osi może być opisany następującą zależnością:

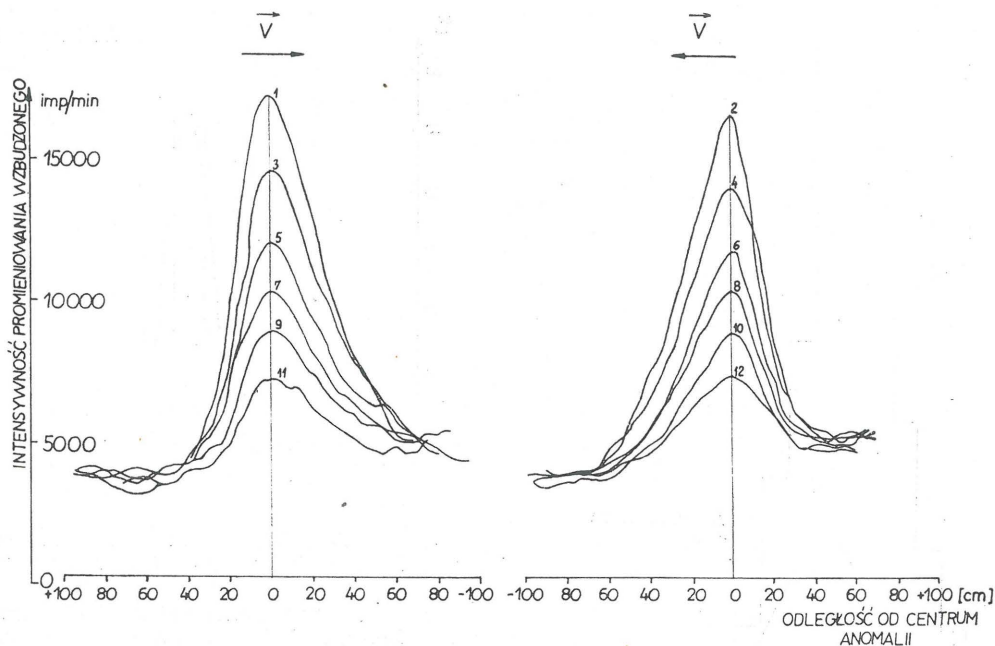
$$J(x) = K^* \int_{-\infty}^{+\infty} q(x') \cdot \varphi(x-x') \psi(x') dx' \quad [1]$$

gdzie: K^* — współczynnik kalibracji związany z własnościami skały oraz warunkami pomiaru,

$q(x')$ — rozkład koncentracji izotopu Al-28 wzdłuż osi x .

φ — funkcja (symetryczna), określająca kształt anomalii promieniowania gamma, związanej z elementarną warstwą dx' , charakteryzującą się jednostkową koncentracją Al-28.

* Informacja o naturalnym promieniowaniu gamma, pochodząca ze standardowych profilowań gamma (PG), jest zniekształcona dynamicznym charakterem zapisu. W pomiarach punktowych zniekształcenie to nie występuje.



Ryc. 1. Anomalie dynamiczne wzbudzonego promieniowania gamma przy punktowej aktywacji piaskowca ilastego.

$\bar{v}$ — kierunek przemieszczania się sondy pomiarowej, $v = 8,33$ cm/s, $\tau = 1,0$ s, parametr krzywych — numer pomiaru.

ψ — funkcja określająca rozkład neutronów termicznych wzdłuż osi x .

Warunkiem koniecznym szukania rozwiązań powyższego równania całkowego względem $q(x')$ jest m.in. określenie konkretnych postaci zarówno funkcji ϕ , jak i ψ . O ile dla funkcji ϕ istniejące i znane formuły w zasadzie zadowalająco przybliżają rzeczywiste rozkłady kwantów gamma (4), o tyle dla funkcji ψ zagadnienie jest znacznie bardziej złożone. Teoria metod neutronowych nie dysponuje jeszcze nieśtetymi możliwościami dostarczenia odpowiednio ścisłego opisu rozkładu neutronów termicznych w ośrodku skalnym (1).

Szukanie rozwiązań powyższego równania całkowego nie jest celem tego artykułu i dlatego też nie będzie dalej dyskutowane. Najogólniej można stwierdzić, że rozkład promieniowania jest głównie funkcją długości drogi spowalniania neutronów prędkich (L_s) oraz współczynnika osłabiania promieniowania gamma (μ). Wpływ obecności otworu wiertniczego oraz niejednorodność własności neutronowych ośrodka skalnego powoduje, że określenie rozkładu promieniowania wzbudzonego możliwe jest w zasadzie jedynie eksperymentalnie.

Anomalia promieniowania izotopu Al-28 przy aktywacji punktowej

Ukształtowany, w wyniku punktowego naświetlania skały, rozkład izotopu Al-28 determinuje rozkład obserwowanego promieniowania gamma. Bezpośrednie określenie anomalii statycznej w warunkach otworu wiertniczego, ze względu na dużą czasochłonność i niedokładność, przy jednoczesnej potrzebie wykonania wielu tego typu badań, skłoniło autora do zastosowania dynamicznej metody badań. Na ryc. 1 przedstawiono gasnącą w czasie, zarejestrowaną dynamicznie anomalię promieniowania wzbudzonego w piasku ilastym, w otworze o średnicy $d = 112$ mm.

Miedzy anomalią dynamiczną $J_d(x)$ a odpowiadającą jej anomalią statyczną $I(x)$ istnieje związek o następującej postaci:

$$J_d(x) = I(x) \exp\left(-\lambda \frac{x}{v}\right) + v \cdot \tau \frac{dJ_d(x)}{dx} \quad [2]$$

gdzie: λ — stała półrozpadu Al-28 ($\lambda = 0,0050228$ s⁻¹);
 τ — stała półrozpadu Al-28 ($\tau = 0,0050228$ s⁻¹);
 jestrującej (s),

Fig. 1. Dynamic anomalies of induced gamma radiation in point activation of clay sandstone.

$\bar{v}$ — direction of movement of measuring probe, $v = 8.33$ cm/s, $\tau = 1.0$ s, parameter of curves — number of measurements.

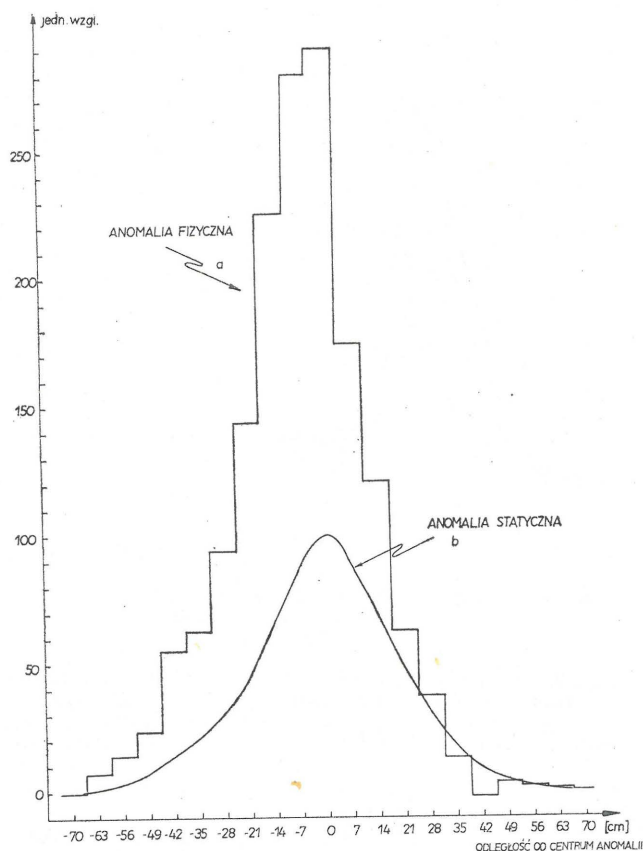
v — prędkość ruchu sondy pomiarowej wzdłuż osi x będącej jednocześnie osią otworu wiertniczego.

Wielokrotna, dwustronna rejestracja anomalii (zachowującej swój kształt) pozwala na dokładne określenie jej kształtu. Na ryc. 2 przedstawiono znaleziony numerycznie uśredniony wynik rozwiązania równania [2] względem $I(x)$, tj. anomalię statyczną. Reprezentuje ona rzeczywisty rozkład promieniowania wzbudzonego wzdłuż osi otworu. Wielkość promieniowania w maksimum anomalii odpowiada w przybliżeniu wartości teoretycznej $J(x)$, określonej równaniem [1].

Rozkład koncentracji izotopu Al-28

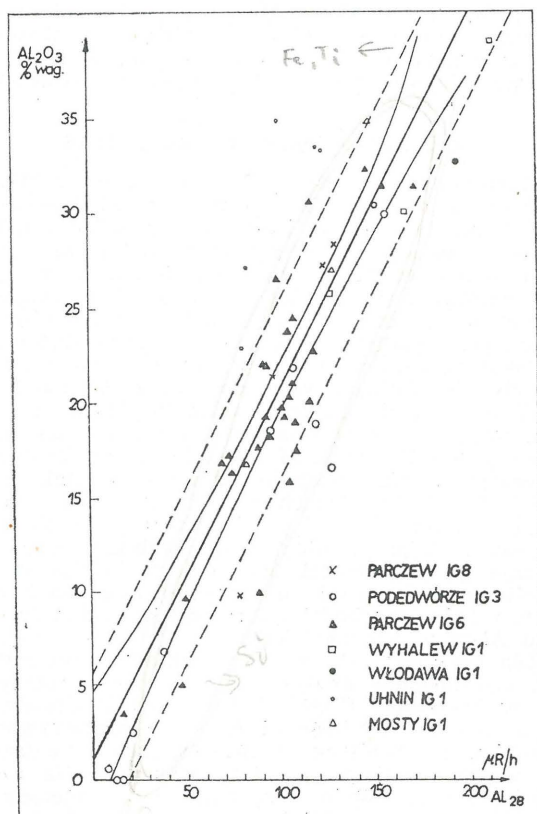
Znalezionemu powyższym sposobem rozkładowi promieniowania gamma odpowiada rozkład jego źródła, tj. rozkład izotopu Al-28, a więc wielkości, która — jak to zostanie pokazane w dalszej części artykułu — ma określony sens geologiczny. Należy przy tym zauważyć, że rozkład ten poza rozciągłością wzdłuż osi otworu wykazuje również zmiany w kierunku prostopadłym do tej osi, a więc w głąb ośrodka skalnego. Przy obecnym stanie zaawansowania metody nie ma możliwości doświadczalnego ani teoretycznego określenia tego rozkładu. Można tu jednak, zdaniem autora stosować efektywnie fenomenologiczny opis rozkładu. Mianowicie można założyć, że obserwowany efekt pochodzi od warstw o stałej miąższości charakteryzujących się ekwiwalentną koncentracją izotopu Al-28, dającą identyczny do obserwowanego rozkład promieniowania wzbudzonego. Znalezienie gęstości źródeł promieniowania pozwoli na określenie efektywnej sumarycznej miąższości warstwy, z której pochodzi informacja o zawartości izotopu Al-28 w badanej skale.

Dla określenia powyższego rozkładu proponowane jest zastosowanie metody interpretacyjnej, opracowanej w Instytucie Fizyki Jądrowej w Krakowie (4). Mimo pewnej odmienności fizycznej rozpatrywanego zjawiska, z formalnego punktu widzenia zastosowanie wspomnianej metody jest poprawne. Na ryc. 2 przedstawiono wyniki zastosowania tej metody do rozpatrywanej wcześniej anomalii promieniowania wzbudzonego. Uzyskany rozkład informuje o wielkości tego promieniowania w tzw. warstwach elementarnych prostopadłych do osi otworu, charakteryzujących się stałą miąższością oraz koncentracją

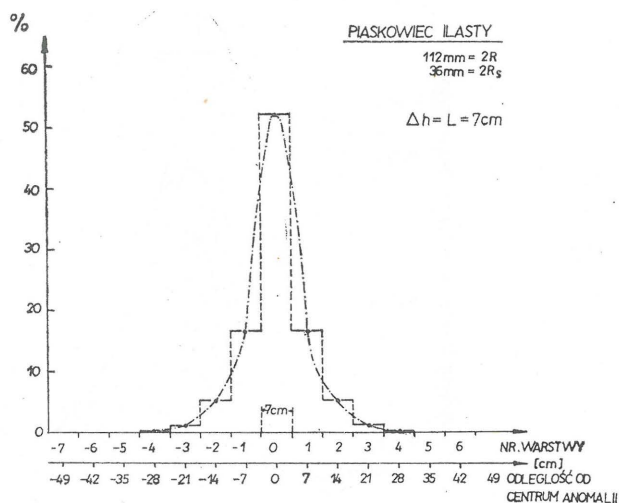


Ryc. 2. Anomalia statyczna (b) oraz fizyczna (a) promieniowania wzbudzonego.

Fig. 2. Static (b) and physical (a) anomalies of induced radiation.

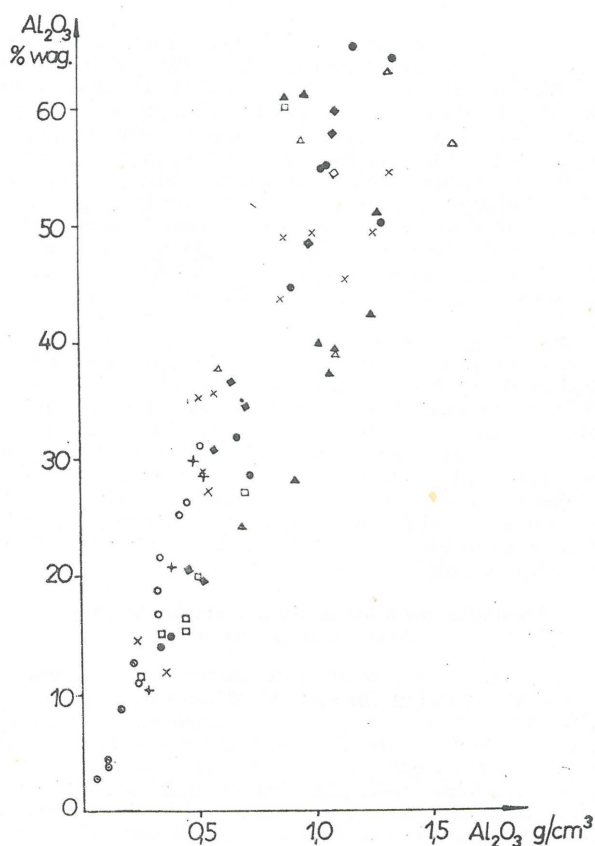


Ryc. 5. Związek korelacyjny między intensywnością promieniowania wzbudzonego izotopu Al-28 a wagową zawartością Al_2O_3 .



Ryc. 3. Względny udział warstw elementarnych w promieniowaniu izotopu Al-28 rejestrowanym w centrum anomalii.

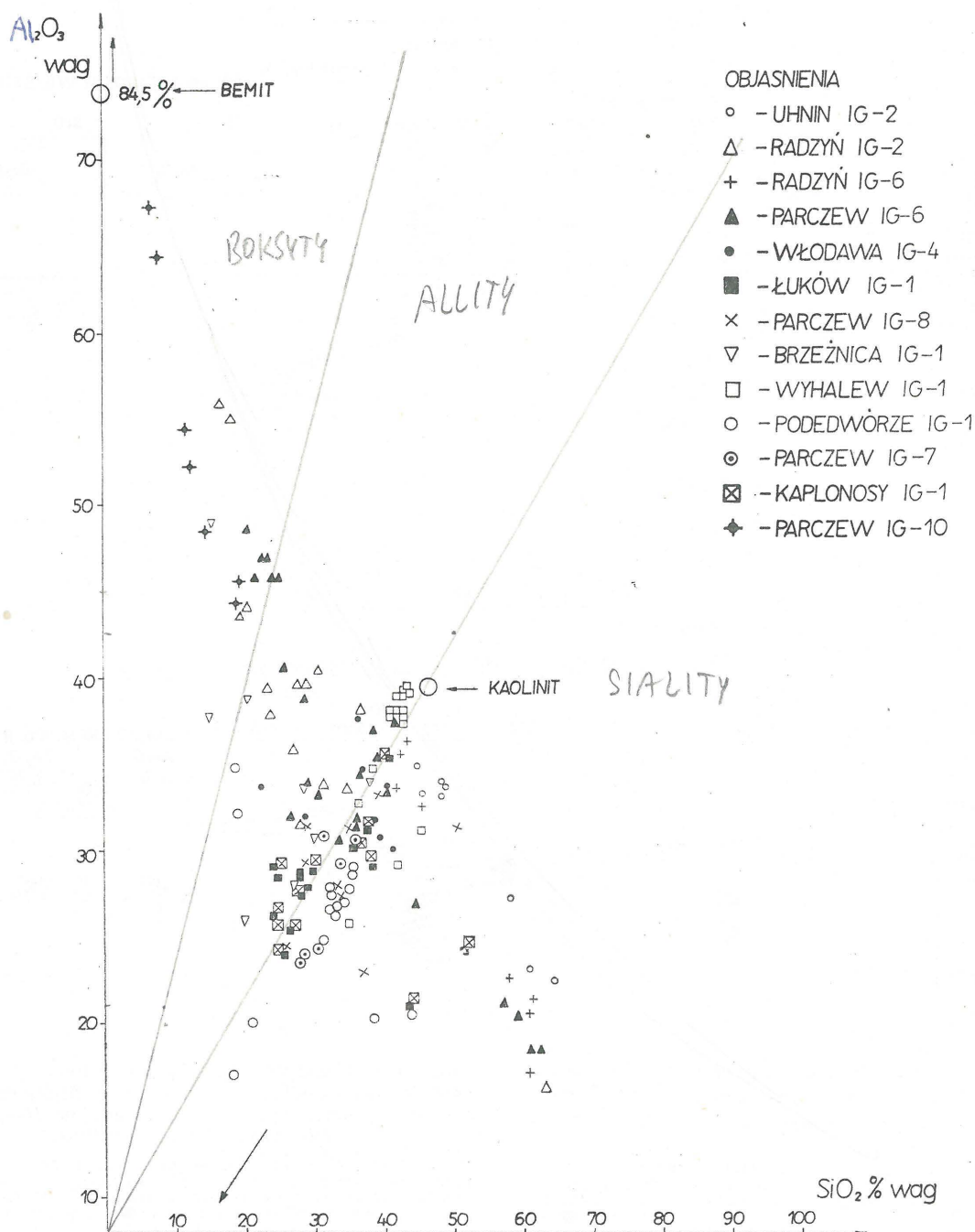
Fig. 3. Relative contribution of elementary layers in Al^{28} isotope radiation recorded in the centre of anomaly.



Ryc. 6. Przykład związku między wagową a objętościową zawartością Al_2O_3 dla skał allitowych oraz boksytowych z obszaru ZSRR (Sapożnikow, 1975).

Fig. 6. Example of interrelationship of weight and volume content of Al_2O_3 in alluvial and bauxite rocks from the area of USSR (after Sapożnikow, 1975).

Fig. 5. Correlation of intensity of induced radiation of Al-28 isotope and weight content of Al_2O_3 .



Ryc. 4. Związek między wagowymi zawartościami Al_2O_3 oraz SiO_2 określonymi laboratoryjnie dla utworów karbonu obszaru LZW. Znakami graficznymi oznaczono wyniki z różnych otworów wiertniczych z tego obszaru.

Fig. 4. Interrelationship of weight content of Al_2O_3 and SiO_2 in Carboniferous rocks of the Lublin Coal Basin, determined by laboratory methods. The data from different drillings made in this region are marked with graphic symbols.

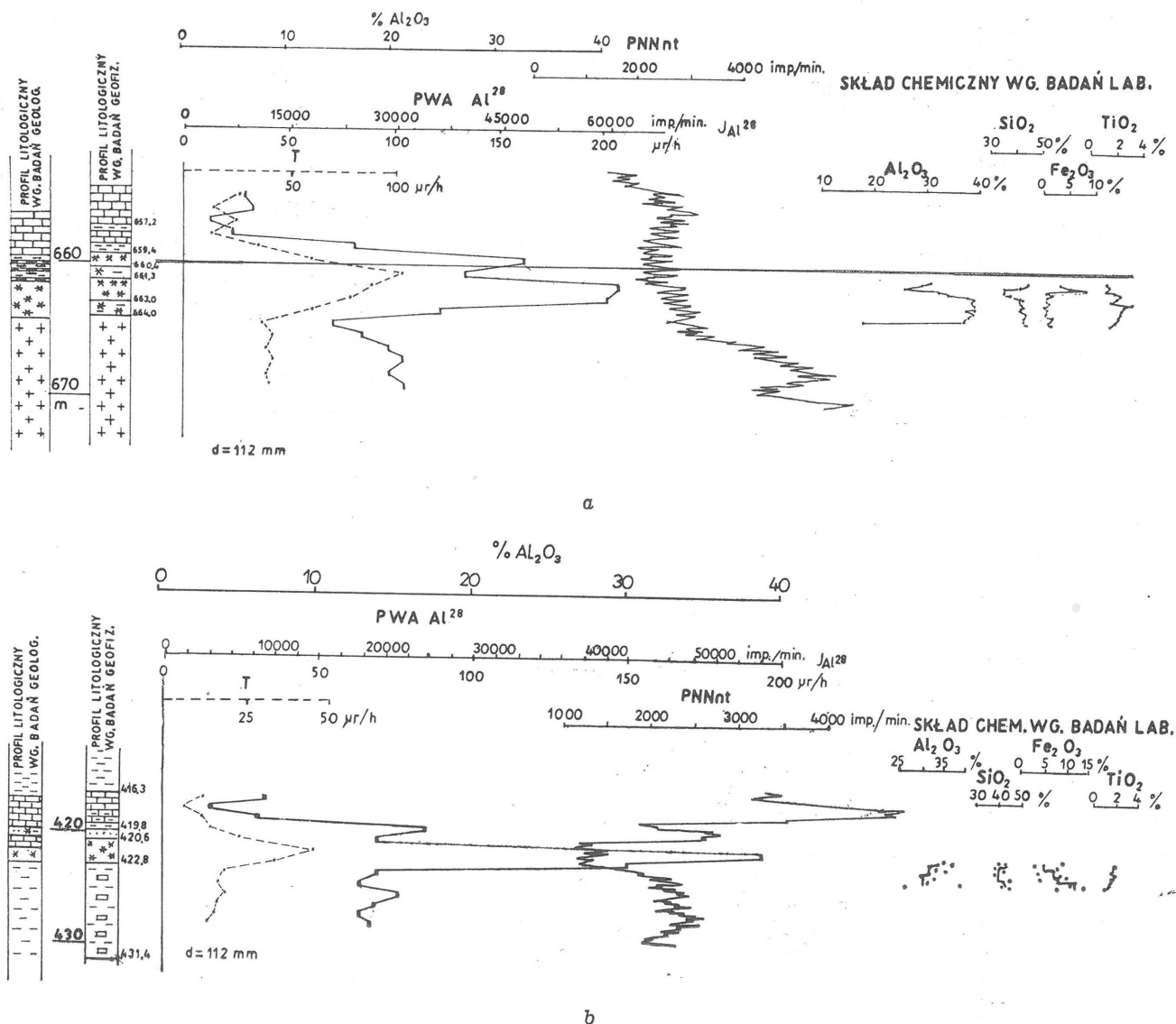
badanego elementu. Wielkość promieniowania w każdej z warstw elementarnych jest ekwiwalentna promieniowaniu warstwy o nieskończonej miąższości. Między wielkością tego promieniowania a koncentracją Al-28 istnieje liniowa zależność. Ponieważ dla analizowanego przypadku wybrano celowo warstwę o jednorodnym, w przybliżeniu, składzie chemicznym, uzyskany rozkład informuje bezpośrednio o miąższości warstwy, w której występuje zjawisko powstawania izotopu Al-28. Znalezienie współczynnika kalibracji daje możliwość wyrażania wyników pomiarów w jednostkach koncentracji Al-28, a jak to zostanie pokazane dalej również Al_2O_3 .

Ze względu na przyjętą geometrię pomiaru, zakładając jego wykonywanie dokładnie w centrum anomalii, udział poszczególnych warstw elementarnych w rejestrowanym efekcie jest bardzo zróżnicowany. Na

ryc. 3 przedstawiono powyższą wielkość dla analizowanej wcześniej anomalii, przy miąższości warstw elementarnych również 7 cm. Z podanych wyników widać, że ze strefy o miąższości ok. 20 cm pochodzi blisko 85% rejestrowanego promieniowania wzbudzonego, a przy centralnym położeniu punktu pomiarowego dla warstwy o miąższości ok. 35 cm — efekt wpływu warstw sąsiednich praktycznie nie występuje. Stąd wniosek, że głębokościowa zdolność rozdzielcza metody pozwala na badanie stref o wyraźnie mniejszej miąższości w stosunku do możliwości, jakie dają inne metody radiometrii odwiertowej.

INTERPRETACJA GEOLOGICZNA WYNIKÓW BADAŃ

W wyniku punktowych pomiarów promieniowania wzbudzonego uzyskiwany jest ciąg dyskretnych in-



Ryc. 7. a i b. Przykłady wydzielania metodą aktywacyjną stref skał alitowych oraz oznaczeń Al₂O₃. Odwiert Wyhalew IG-1 (a) oraz Włodawa IG-4 (b).

Znaki umowne oraz oznaczenia litologii: PWA — pomiary wzbudzonej aktywności izotopu Al-28, T — statyczne punktowe pomiary naturalnej promieniotwórczości gamma, PNNnt — profilowanie neutron-neutron nadtermiczne, ● — punktowe oznaczenia składu chemicznego.

formacji o wielkości „koncentracji” izotopu Al-28 wzdłuż przewierconego profilu skał. Nie jest to jednak jeszcze informacja, która może być bezpośrednio wykorzystywana w interpretacji geologicznej. Izotopami macierzystymi dla Al-28 mogą być przede wszystkim izotopy Al-27 oraz Si-28 (8). W trakcie badań doświadczalnych ustalono, że dla otworów wiertniczych o średnicy $d = 112$ mm (typowej dla wierceń surowcowych) i dla źródła neutronów typu Po-Be, stosunek udziału wymienionych izotopów w tworzeniu izotopu Al-28 (przy jednakowych wagowych zawartościach Al₂O₃ i SiO₂ w skale) osiąga wartość ok. 9,7. Tak więc, względny udział Si w tworzeniu izotopu Al-28 wynosi niewiele ponad 10%. Zauważmy jednak, że występowanie Al i Si w podstawowych minerałach skałotwórczych (poza krzemionką) a tym samym skałach osadowych, nie ma charakteru przypadkowego i jest w dużym stopniu skorelowane.

Na ryc. 4 pokazano zależność wagowych zawartości Al₂O₃ od SiO₂ dla utworów karbonu obszaru LZW, w których m.in. wykonywano badania aktywacyjne. Przedstawiony zbiór punktów jest wyraźnie ograniczony od góry krzywą zbliżoną do hiperboli.

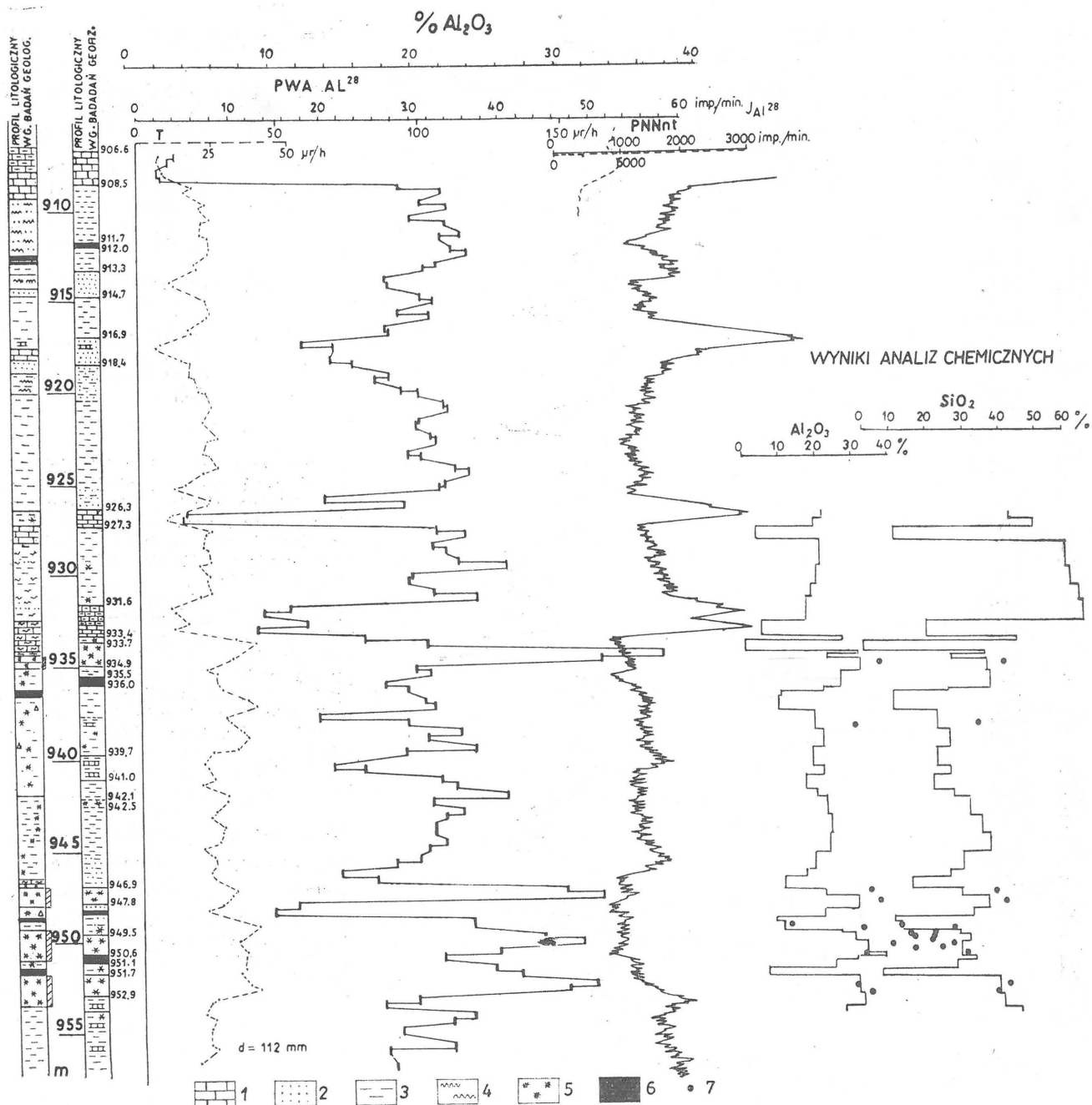
Fig. 7a-b. Examples of differentiations of zones of allithic rocks and determinations of Al₂O₃ made with the use of activation method. Wyhalew IG-1 (a) and Włodawa IG-4 (b) drillings.

Conventional and lithological symbols: PWA — measurements of induced activity of Al²⁸ isotope, T — static point measurements of natural gamma radiation, PNNnt — over-thermic neutron-neutron logging, ● — point analyses of chemical composition.

Punkty leżące blisko tej hipotetycznej krzywej reprezentują skały, w których dominują trzy składniki, tj. SiO₂, Al₂O₃ oraz H₂O. W miarę zwiększania się zawartości innych składników, np.: CaO, MgO, Fe₂O₃, TiO₂ itd. następuje przesunięcie punktów reprezentujących takie skały od wspomnianej krzywej, równoległe w kierunku zaznaczonym strzałką. W tej sytuacji jest oczywiste, że między zawartością Al₂O₃ oraz SiO₂ musi istnieć związek korelacyjny. Stwierdzenie to, łącznie z wcześniej podaną informacją o udziale Si w tworzeniu Al-28, ma duże znaczenie praktyczne przy interpretacji wyników badań aktywacyjnych.

Aktywacyjne badania odwiertowe utworów karbonu LZW

Podjęcie z końcem 1974 r. wstępnych prac poszukiwawczych, mających określić możliwość występowania skał boksytowych na obszarze LZW stało się okazją do szybkiego praktycznego zastosowania omawianej metody. Zachęcające wyniki tych badań, uzyskane w kilku pierwszych otworach wiertniczych, wpłynęły na to, że postanowiono wykonać je we



Ryc. 8a i b. Przykłady określania litologii skał osadowych z wykorzystaniem metody aktywacyjnej. Odwiert Parczew IG-6 (a) oraz Radzyń IG-10 (b).

1 — wapienie, 2 — piaskowce, 3 — łowce, 4 — mułowce, 5 — ality, 6 — węgle kamienne, 7 — punktowe analizy chemiczne.

wszystkich realizowanych wierceniach. Uzyskane wyniki włączono do dokumentacji geologicznej całości prowadzonych prac (2). Podsumowanie wybranych elementów metodycznych badań podano we wcześniejszej pracy autora (8). Kontynuacja badań metodycznych na podstawie zarówno analizy materiałów pomiarowych, jak i wyników badań składu chemicznego skał, wskazuje na możliwość uzyskiwania ilościowych oznaczeń Al_2O_3 , a także interesujących informacji o litologii badanych skał.

Związek między intensywnością promieniowania Al-28 a zawartością Al_2O_3

Wnioski z przytoczonych wcześniej rozważań wskazują na istnienie związku korelacyjnego między intensywnością promieniowania izotopu Al-28 a zawartością Al_2O_3 w badanych skałach. Zależność tę

Fig. 8a-b. Examples of lithology of sedimentary rocks reconstructed with the use of activation method. Parczew IG-6 (a) and Radzyń IG-10 (b) boreholes.

1 — limestones, 2 — sandstones, 3 — claystones, 4 — siltstones, 5 — althic rocks, 6 — rock coals, 7 — point chemical analyses.

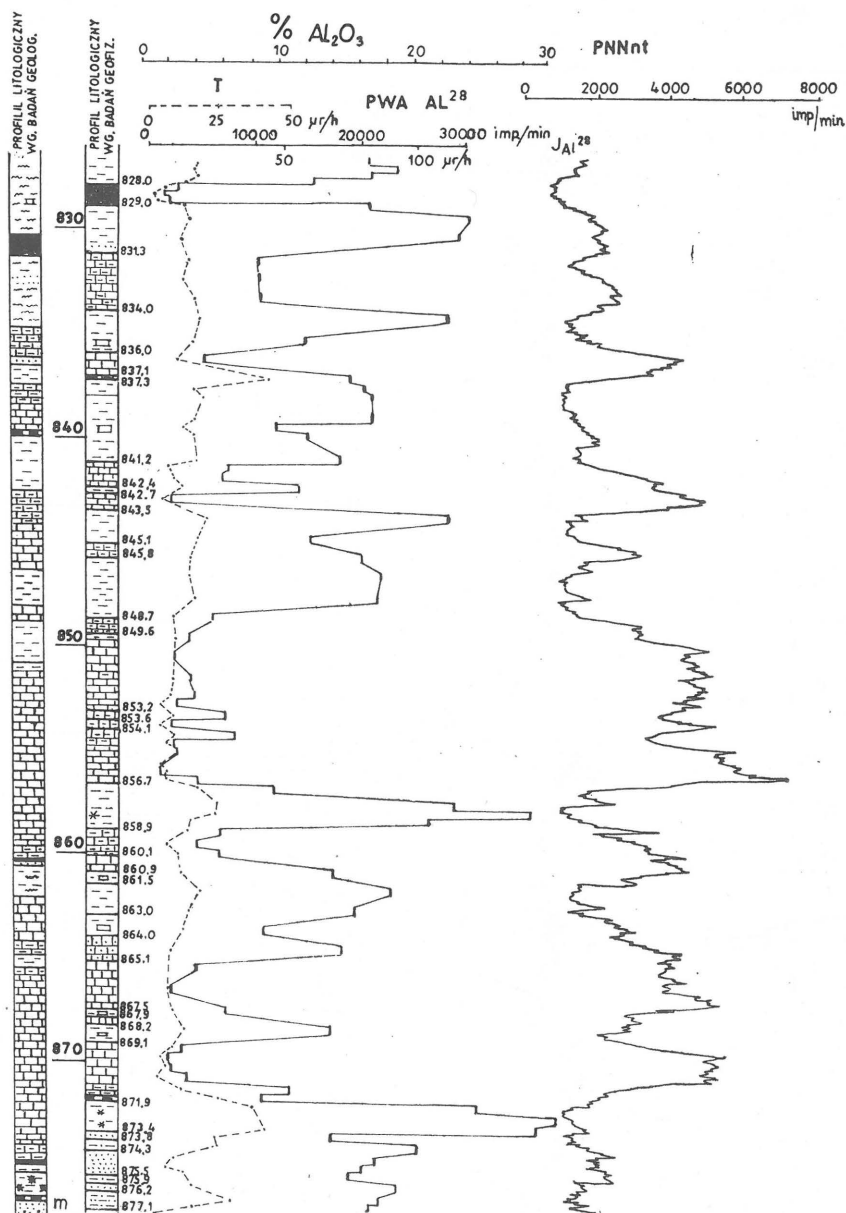
stwierdzono na podstawie korelacji wyników odwiertowych badań aktywacyjnych z wynikami laboratoryjnych oznaczeń składu chemicznego. W korelacji tej brano pod uwagę wyniki analiz bruzdowych. Na ryc. 5 przedstawiono uzyskany rozkład punktów doświadczalnych. Wskazuje on na liniowy charakter związku między korelowanymi wielkościami. Równanie regresji, opisujące powyższy związek, ma następującą postać:

$$q_{\text{Al}_2\text{O}_3} = 0,195 \cdot J_{\text{Al-28}} + 1,117 \quad [3]$$

$$R = +0,878$$

gdzie: $q_{\text{Al}_2\text{O}_3}$ — wagowa zawartość Al_2O_3 (w %) suchego składnika skały,

$J_{\text{Al-28}}$ — intensywność promieniowania wzbudzonego (w $\mu\text{r/h}$) znormalizowana



Ryc. 8b. Objaśnienia jak dla ryc. 8a.
Fig. 8b.

do źródła neutronów Po-Be, o wydajności $8,51 \cdot 10^6$ neutronów/s, oraz czasu naświetlania $3 \cdot 10^2$ s,

R — współczynnik korelacji liniowej.

Jednocześnie na rycinie pokazano liniami przerywanymi przedział ufności, w której znajdzie się nie mniej niż 95% pojedynczych wartości $q_{Al_2O_3}$ oraz linią ciągłą przedział, w którym również z prawdopodobieństwem 95% przy zadanej wartości J_{Al-28} znajdzie się prawdziwa wartość $q_{Al_2O_3}$ (vide — 5).

Analizując przyczyny obserwowanego rozrzutu punktów doświadczalnych należy stwierdzić, że poza czynnikami czysto statystycznymi, jak: błąd pomiarowy czy obliczeniowy, niedokładność przyporządkowania głębokościowego, sposób uśredniania itd. istnieje czynnik „metodyczny”. Klasyczne analizy chemiczne odnoszą się do wagowej zawartości badanego elementu w suchym szkieletcie skały, gdy wyniki badań aktywacyjnych (a ogólniej jądrowych) informują o ilości atomów danego pierwiastka lub pierwiastków w jednostce objętości skały w jej naturalnym stanie, tj. wraz z przestrzenią porową, nasycającym ją medium itd. Formuła, opisująca związek między ilością elementarnych oddziaływań neutronów (D) z izotopami danego pierwiastka a ich zawartością w skale, ma następującą postać:

$$D = \frac{A_0}{A} \cdot \rho \cdot v \cdot \sigma_a \cdot \phi \equiv n \cdot \sigma_a \cdot \phi [4]$$

gdzie: A_0 — liczba Avogadro ($A_0 = 6,025 \cdot 10^{23}$),
 A — ciężar atomowy pierwiastka,
 ρ — gęstość określonego elementu (w g/cm^3),
 v — względna zawartość danego izotopu w naturalnym pierwiastku.
 σ_a — przekrój na aktywację dla określonej reakcji,
 n — objętościowa gęstość jąder danego izotopu (ilość jąder w $1 cm^3$ skały).

Między omawianymi wielkościami występować mogą niejednokrotnie dość istotne różnice. Dla badanych skał nie dysponowano niestety wiarygodnymi oznaczeniami gęstości i dlatego nie sposób określić wielkości tych różnic.

Na ryc. 6 pokazano, jako przykład, związek analizowanych wielkości dla analogicznych utworów z różnych obszarów ZSRR, opracowany na podstawie informacji podanych przez Sapożnikowa (6). Na podkreślenie zasługuje fakt, że obydwie określane laboratoryjnie wielkości odnoszą się do tych samych próbek. Tak więc, dla rozkładu podanego na ryc. 5 mamy do czynienia z korelacją

$J_{Al-28} \longleftrightarrow q_{Al_2O_3}(g/cm^3) \longleftrightarrow q_{Al_2O_3}(\%)$,
gdy na ryc. 6 — z korelacją $q_{Al_2O_3}(g/cm^3) \longleftrightarrow q_{Al_2O_3}(\%)$. Wydaje się, że pokazany tu czynnik może mieć istotny udział w przedstawionym na rycinie rozrzucie punktów doświadczalnych.

Rozpoznanie profilu litologicznego

Niezależnie od tego, czy wyniki badań aktywacyjnych przedstawione będą w postaci koncentracji Al_2O_3 w jednostce objętości skały pozostającej w naturalnych warunkach czy też względnej wagowej zawartości tego składnika w suchej masie skały, stosowanie metody kompleksowo z klasycznymi metodami geofizyki wiertniczej w sposób istotny podnosi efektywność geofizycznej metody rozpoznania profilu skał osadowych.

Na ryc. 7 i 8 przedstawiono przykłady zastosowania metody w otworach wiertniczych na obszarze LZW. Dwie pierwsze ryciny pokazują przykłady wydzielania stref skał allitowych, dwa następne przykłady określania litologii w przekrojach zawierających wapienie, margle, piaskowce, łowce, ality oraz węgle kamienne. Przykłady te, zdaniem autora, w sposób wystarczający rekomendują praktyczną efektywność prezentowanej metody przy rozpoznawaniu litologii skał osadowych. Punktowy charakter pomiarów nie jest istotnym utrudnieniem w „przemysłowym” stosowaniu metody w badaniach odwiertowych. Efektywny czas badania jednego punktu, przy obecnie stosowanej technice (rejestracja dwukanałowa), może sięgać od 60 do 150 s.

ZAKOŃCZENIE

Dotychczasowe wyniki badań metodycznych łącznie z obszernym materiałem dokumentacyjnym, uzyskanym m. in. w 29 wierceniach na obszarze LZW, upoważniają do włączenia metody aktywacyjnej w zakres geofizycznych metod rozpoznania litologii skał osadowych. Wskazana jest jednak dalsza kontynuacja prac metodycznych zarówno w zakresie zagadnień techniki pomiarowej (wprowadzenie źródła Cf-252 oraz ciągłej rejestracji), jak i metodyki interpretacji.

LITERATURA

1. Blankow E. B. i in. — Nieutronnyj aktiwacionnyj analiz w geologii i geofizykie. Nauka 1972.
2. Cebulak S. i in. — Dokumentacja wynikowa badań penetracyjnych karbońskich boksytów w obszarze między Włodawą a Łukowem. Arch. Inst. Geol. 1976.

SUMMARY

The paper discusses the problem of feasibility of application of borehole method of activation studies in direct determination of Al_2O_3 content and reconstruction of lithological column comprising sandy-clay, allithic, and carbonate rocks and rock coals. On the basis of extensive experimental material obtained from a large number of drillings in the area of the Lublin Coal Basin, the author suggests that the activation method should be included in the range of geophysical methods currently used in reconstructing lithological profile of sedimentary rocks.

3. Czubek J. A. — Zarys geofizyki stosowanej. Wyd. Geol. 1972.
4. Czubek J. A. — New theory, possibilities and practice in digital interpretation of gamma-ray logs. SPWLA 40 Symposium, Louisiana, May 6—9, 1973.
5. Komarov J. S. — Nakoplenije i obrabotka informacii pri inženiernogeoologičeskich issledowanijach. Niedra, 1972.
6. Sapoznikow D. T. — Gienietičeskaja klassifikacija i tipy boksitowych miestoroždienii SSSR. Nauka 1975.
7. Szewczyk J. — Analiza możliwości wykorzystania profilowań aktywacyjnych przy poszukiwaniu rud metali. Arch. Inst. Geol. 1975.
8. Szewczyk J. — Zastosowanie metody aktywacyjnej w odwiertowych badaniach skał boksytowych na obszarze Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Biul. Inst. Geol. „Z badań geofizycznych w Polsce” (w druku).

РЕЗЮМЕ

В статье представлены возможности применения скважинного метода активационных исследований для количественного непосредственного определения содержания Al_2O_3 и для определения литологического профиля в разрезах содержащих суглинистые, аллитовые и карбонатные породы, а также каменные угли. На основании материалов полученных из большого числа буровых скважин в районе Любелянского угольного бассейна автор предлагает включить активационный метод в объем геофизических исследований для определения литологического профиля осадочных пород.