

TEORETYCZNE KONSEKWENCJE BADANIA POLITROPIZMU RUD CYNKOWO-OŁOWIOWYCH ORAZ SIARKI

UKD 553.44.041+553.66.061:550.84:536.7.519.2

Wszelkie badania geologiczne składają się z dwóch faz: zbierania materiału dowodowego oraz jego interpretacji. Informacje nasze, będące materiałem dowodowym mają zwykle charakter informacji punktowych. Na ogół musimy się zadowalać niedużą liczbą informacji (szczególnie, gdy są one zbierane dla tzw. badań problemowych) ze względu na szczupłość środków poświęconych na te cele. Informacje te zwykle w sposób wyrywkowy charakteryzują badany przez nas obszar. Interpretacja tego materiału dowodowego, gdy jest on skąpy stara się w pierwszej fazie postępowania uzupełnić nasze poznanie w wyniku stawiania hipotez o domniemanej budowie geologicznej, pomiędzy punktami informacyjnymi.

Druga faza naszych badań dotyczy interpretacji stwierdzonej budowy geologicznej na całym rozważanym obszarze. Podobnie np. syntetycznie ujętego procesu genezy złoża, jaki często jest wynikiem takich rozważań, jest nie tylko procesem poznania istoty badanych zjawisk, lecz również ma duże znaczenie praktyczne. Z wytlumaczenia związków przyczynowych zaobserwowanych faktów możemy w pewnym zakresie fakty te prognozować, a tym samym wykorzystywać nasze hipotezy w projektowaniu eksploatacji górniczej kopalni użytecznych.

Konieczność dokładnej charakterystyki zagadnień złożowych nie zawsze jednak musi być oparta na hipotetycznym uzupełnianiu naszych informacji pomiędzy punktami informacyjnymi. Może być ona również dokonana na podstawie masowo wykonywanych badaniach chemicznych złóż surowców mineralnych, masowo wykonywanych wprawdzie dla potrzeb technologii wykorzystywania złóż, niemniej mających dużą wartość naukową. Te masowe wykonywane badania chemiczne sprzyjają systematycznemu rozwojowi geochemicznych metod badania złóż.

Rozważając z tego punktu widzenia możemy w geochemii wyróżnić dwa kierunki badania. Pierwszy z tych kierunków polega na śledzeniu zachowywania się składników akcesorycznych, spełniających rolę składników charakterystycznych w określaniu reżimów geochemicznych. Jest to klasyczna metoda geochemii, silnie rozwinięta i obecnie rozwijająca się szczególnie przy zastosowaniach izotopów. Obok tej klasycznej metody geochemii poczyna się rozwijać precyzyjna statystyczna charakterystyka głównych składników skałotwórczych, gdzie reżim geochemiczny charakteryzowany jest cechami zbiorczymi rozkładu gęstości prawdopodobieństwa występowania tych głównych składników geochemicznych oraz współzależności zachodzących między tymi składnikami. Rozwój badań geochemicznych głównych składników skałotwórczych jest o tyle trudny, że wymaga masowego przeprowadzania analiz chemicznych, co jest bardzo kosztowne i praktycznie realizowane tylko przez przemysł w ramach wykonywania dokumentacji zasobowych złóż surowców mineralnych. Operowanie olbrzymim materiałem dowodowym dokumentacji geologicznych wymaga w swej konsekwencji statystycznej interpretacji materiału dowodowego. Interpretacja ta, aby była skuteczna powinna wykorzystywać metody statystyki matematycznej.

Metody te zostały stosunkowo późno wprowadzone do geologii, a zatem omawiane sposoby badań geochemicznych zaczynają się dopiero rozwijać. Mówiąc o zastosowaniach statystyki matematycznej w geologii należy podkreślić, że aby była ona w pełni przydatna do tych badań, musi być dostosowana do nowych zadań. W szczególności dotyczy to opanowania i rozwoju metod badania zlokalizowanej zmiennej losowej, działu statystyki matematycznej do niedaw-

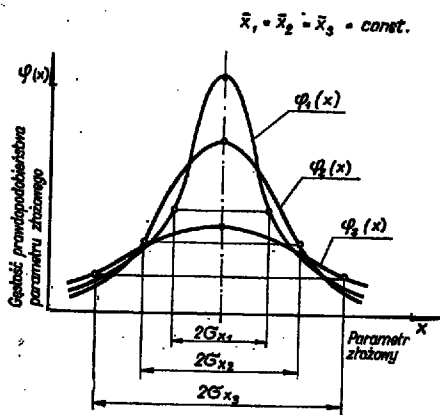
na o nieznacznym zainteresowaniu badaczy. Te trudności analizy zlokalizowanej zmiennej losowej wywołanej są trudnościami, z jakimi się wiąże operowanie zlokalizowanym materiałem statystycznym, choćby ze względu na znaczną pracochłonność operowania rachunkiem matrycowym, w którym forma krakowianów, zdaniem autora, wydaje się być do tego szczególnie przystosowana. Wobec znacznych pracochłonności takich obliczeń wykonywanie ich bez szybko liczących automatów staje się problematyczne.

Zmienna losowa w wielu klasycznych zagadnieniach statystyki matematycznej traktowana jest w sposób uproszczony jako zmienna jednorodna, której charakter nie ulega zmianie w czasie tasowania danych empirycznych. Ten uproszczony pogląd na zmienną losową jest wystarczający dla wielu zagadnień statystyki matematycznej, lecz nie wystarcza w wielu zastosowaniach geologicznych, a tym bardziej górniczych. W tych bowiem zagadnieniach lokalizacja występowania badanych zjawisk ma znaczenie podstawowe, które w badaniach szczegółowych nie może być pomijane.

Metody badania zlokalizowanej zmiennej losowej prowadzą w swej konsekwencji do konieczności precyzowania obszarów, dla których rozważania nasze są przeprowadzane. W szczególności niezbędne staje się wydzielenie zależnie od budowy geologicznej czy zamierzonych systemów eksploatacji górniczej obszarów, w jakich parametry górotworu muszą być charakteryzowane. Możemy mówić o indywidualnej charakterystyce tych obszarów, o ich grupowym traktowaniu oraz o związkach, jakie między tymi grupami zachodzą.

Nie ma ogólnej recepty w tworzeniu tych grup. W przypadku złóż mało skomplikowanych mogą być one ustalane na podstawie ogólnych rozważań geometrycznych uzależnionych od kierunków geograficznych. Zgrupowania cech zbiorczych w równoległych pasach doprowadziło do zdefiniowania wektorowej zmienności struktury górotworu, pojęcia zastosowanego w ostatnich latach nie tylko do badań teoretycznych w geologii (np. proces diachorisacji sedymentu fitogenicznego), lecz rozwiniętego również do badań praktycznych, z zakresu projektowania eksploatacji selektywnej oraz projektowania eksploatacji górniczej w warunkach zagrożenia kopalni ze strony górotworu. Metoda ta prowadzi do określania anizotropowości geochemicznej złóż w układach geometrycznych. W bardziej skomplikowanych warunkach geologicznych anizotropowość złoża możemy określać w układach naturalnych (potencjału parametrów złożowych). W szczególności rozważania te dotyczą kierunku powierzchni ekwipotencjalnej oraz kierunku gradientu parametru złożowego.

Przy jeszcze bardziej komplikującej się budowie geologicznej zostanie zerwana ciągłość zjawisk będąca nieodzownym warunkiem dla istnienia potencjału, a to prowadzi do określania gniazdowości w wykształceniu złoża, a zatem do rozróżniania gniazd i łańcucha minerału użytecznego. W dalszym etapie rozwój nieciągłości złoża prowadzi do nieciągłych struktur kawerniastych, szczelinowatych czy wręcz struktur rozdzielonych, niekontaktujących się ze sobą skupień minerału użytecznego. Wymienione struktury geologiczne długo opierały się stosowaniu metod matematycznych dla ich analizy. Dopiero ostatnio doprowadzono do analitycznego ujęcia tych zagadnień. W artykule tym nasświetlone zostaną tylko niektóre zagadnienia tej problematyki, mające bezpośredni związek z przedstawianą systematyką omawianych zagadnień.



Ryc. 1. Krzywe rozkładu normalnego (o wspólnej wartości średniej, lecz różnym standardcie).

Fig. 1. Curves of normal distribution (common mean value, but various standard).

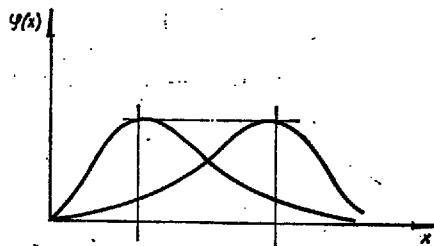
Przed podjęciem niesłychanie żmudnych badań, dostępnych w praktyce jedynie przy zastosowaniu komputerów, dużego znaczenia nabiera metoda pośrednia umożliwiająca na wstępne prognozowanie omawianych zjawisk na podstawie materiału normalnie przetwarzanego w ramach zwykłych badań statystycznych. Metoda ta pozwala na ocenę czy materiał statystyczny zachęca do podjęcia tych wysoce precyzyjnych i pracochłonnych prac. Te uproszczone badania dotyczą określania tropizmu krzywych rozkładu gęstości prawdopodobieństwa niezlokalizowanej zmiennej losowej, a zatem umożliwiają w dużej mierze posługiwanie się tradycyjnymi metodami statystyki matematycznej.

Krzywe rozkładu gęstości prawdopodobieństwa parametru złożowego mogą być interpretowane jako ilościowy wyraz tendencji powstawania złoża i jego przeobrażenia, a będącego w swej istocie procesem skupiania się parametru złożowego wokół wartości średniej jako wartości najbardziej prawdopodobnej. Wartość tę w klasycznej statystyce matematycznej traktuje się jako wartość oczekiwaną lub wartość prawdziwą. W naszych rozważaniach geochemicznych jest to wartość wyrażająca tendencję skupiania się wokół niej wartości parametru złożowego, a więc jest to raczej centrum koncentracji składnika użytecznego. Jest ona zatem zupełnie odmiennie interpretowana.

W tym ujęciu krzywe rozkładu gęstości parametru złożowego rozróżniamy jako monotropowe i politropowe. Monotropowe krzywe rozkładu gęstości prawdopodobieństwa parametru złożowego mogą być symetryczne, asymetryczne, wydłużone i spłaszczone. Powyższe cechy monotropowych krzywych gęstości prawdopodobieństwa parametru złożowego określane są wskaźnikami kształtu tych krzywych, a te są jednoznacznie określane momentami zmiennej losowej. Do pełnej charakterystyki kształtu tych krzywych wystarczają w praktyce momenty do czwartego rzędu włącznie.

Sprawa ta nie jest jednak tak prosta, jakby to wynikało z dedukcyjnego rozumowania stosowanego w statystyce matematycznej. Obrazy empiryczne niektórych parametrów złożowych prowadzą do tworzenia nie jednej krzywej gęstości prawdopodobieństwa, lecz ich pęku wyznaczającego obszar, a zatem pole zawarte między tymi skrajnymi krzywymi. Takie rozszczepienie krzywych gęstości prawdopodobieństwa jest również charakterystyczne jak sam kształt krzywej rozkładu (ryc. 1, 2, 3).

Ryc. 1 i 2 przedstawiają rozszczepione krzywe rozkładów, są one monotropowe. Monotropizm ten wyraża się we wspólnej wartości średniej lub wartościami średnimi bardzo do siebie zbliżonymi. Krzywe



Ryc. 2. Skośne krzywe rozkładu gęstości prawdopodobieństwa $\psi(x)$ parametru złożowego x .

Fig. 2. Oblique curves of distribution of probability density $\psi(x)$ of a depositional parameter x .

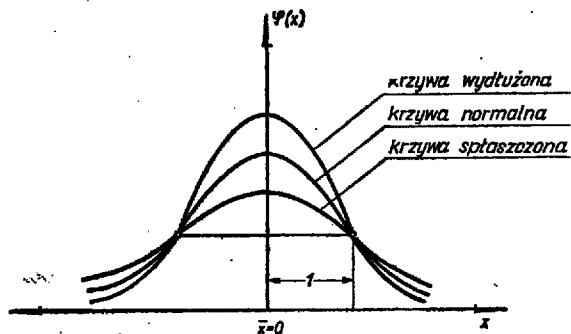
monotropowe są analitycznym wyrazem jednej tendencji tworzenia się złoża na badanym obszarze. Jest to ważne stwierdzenie nie tylko dla interpretacji złoża (jego genezy, epigenezy, diagenety), lecz również dla projektowania jego eksploatacji. Nie wszystkie jednak złoża zachowują się według tych zasad. Najbardziej interesujące są złoża politropowe, przykładem ich są zarówno złoża cynkowo-olowiowe, jak i złoża siarki, w których dominuje kilka praw koncentracji składnika użytecznego.

Interpretacja tych faktów jest bardzo interesująca, wykazanie w obrębie jednostki geologicznej różnych tendencji koncentracji składnika użytecznego oraz zmian tych tendencji w obrębie tej samej jednostki geologicznej są syntetycznymi obserwacjami, nad którymi żaden geolog rozwiązujący powyższe problemy nie może przejść do porządku dziennego. Szczególnie interesujące jest przykład naszych złóż siarki, w którym charakter politropizmu ulega silnej zmianie w poszczególnych obszarach jej występowania. Żadna jednak obserwacja istniejącego stanu nie może być identyfikowana z interpretacją tych zjawisk. Niemniej jednak porządnie usystematyzowana i syntetycznie ujęta ilościowo obserwacja nie tylko, że interpretację taką ułatwia, lecz może stać się jej głównym argumentem. Interpretacja statystyczna nie zastąpi kompleksowych badań tego problemu.

Stwierdzony politropizm wykazujący różne tendencje koncentracji składnika użytecznego prowadzi do dwóch interpretacji równoczesowej i różnoczasowej, czyli dynamicznej. Interpretacja równoczesowa statyczna prowadzi do tłumaczenia procesu politropizmu równoległym, tj. równoczesnym tworzeniem się złoża w kilku centrach o różnym nasileniu procesu koncentracji składnika użytecznego. Interpretacja różnoczasowa prowadzi do różnicowania w czasie nasilenia procesu koncentracji składnika użytecznego (wzrostu rozwojowego i zaniku rozwojowego). Kwestie te mogą być udowodnione badaniami pomocniczymi, wyjaśniającymi te problemy.

Autor zajmując się analizą materiału empirycznego daleki jest od zajmowania stanowiska w sporze na temat genezy złóż rud cynkowo-olowiowych, niemniej jest zdania, że stwierdzenie politropizmu tych złóż nakazuje zachowanie ostrożności w wyciąganiu wniosków genetycznych bez interpretacji powyższych faktów. Bez bardziej szczegółowych wniosków z badań, co do współzależności wiekowej poszczególnych koncentracji monotropowych składnika użytecznego trudno jest w tej sprawie wyrobić sobie ostateczny sąd. Wydaje się jednak wielce prawdopodobne by stwierdzenie politropizmu składnika użytecznego mogło być interpretowane na korzyść rozciągnięcia w czasie procesów genetycznych.

Z punktu widzenia górniczego stwierdzenie politropizmu prowadzi do poszukiwania bogatych i uboższych koncentracji składnika użytecznego, a zatem powinno inicjować bardziej szczegółowe prace dla wykrycia sposobu rozmieszczenia tych różnych centrów koncentracji, jako projektowanie racjonalnej selektywnej eksploatacji takich złóż.



Ryc. 3. Deformacja przez wydłużenie lub spłaszczenie krzywych rozkładu gęstości prawdopodobieństwa $\psi(x)$ parametru złożowego x wyrażonego jako standaryzowana zmienna losowa:

$$X = \frac{\lambda - \lambda}{\sigma \lambda}$$

Fig. 3. Deformation by elongation or flattening of probability density curves $\varphi(x)$ of depositional parameter x , expressed as a standardized random variable

$$x = \frac{\lambda - \lambda}{\sigma \lambda}$$

Przejdźmy teraz do matematycznego ujęcia niektórych tu poruszonych zagadnień.

CZĘŚĆ ANALITYCZNA

Część analityczna jest ujęta bardzo zwięźle na podstawie nomenklatury stosowanej przez autora w innych pracach specjalnych. Krzywe monotropowe mogą być pojedyncze oraz wielokrotne. Pojedyncze określają parametry kształtu i rozmieszczenia, stąd zwane są również cechami zbiorczymi, z których należy wymienić: centrum koncentracji (wartość średnia):

$$m_1 = \bar{x} \quad [1]$$

zmienność koncentracji:

$$v^2 = m_2 - m_1^2 = \overline{x^2} - \bar{x}^2 = \mu \quad [2]$$

lub standard

$$s = v \sqrt{\frac{N}{N-1}} \quad [3]$$

skośność

$$\gamma_1 = \frac{\mu_3}{\mu_2^{3/2}} \quad [4]$$

spłaszczenie

$$\gamma_2 = \frac{\mu_4}{\mu_2^2} - 3 \quad [5]$$

gdzie prawdziwa wartość standardu jest jego granicą stochastyczną

$$\sigma = \lim_{n \rightarrow \infty} \text{stoch } S_n \quad [6]$$

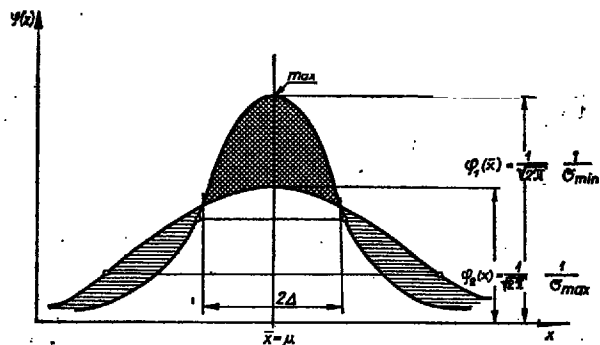
momenty centralne wyrażają się momentami zwykłymi

$$\mu_1 = 0 \quad [7]$$

$$\mu_2 = m_2 - m_1^2 \quad [8]$$

$$\mu_3 = m_3 - 3 m_2 m_1 + 2 m_1^3 \quad [9]$$

$$\mu_4 = m_4 - 4 m_3 m_1 + 6 m_2 m_1^2 - 3 m_1^4 \quad [10]$$



Ryc. 4. Rozczepienie monotropowego anizotropowego rozkładu normalnego dla współczynnika

$$\text{anizotropowości } \Omega^2 = \frac{\sigma_{\max}^2}{\sigma_{\min}^2}$$

Fig. 4. Division of monotropic anisotropic normal distribution for anisotropy coefficient $\Omega^2 = \frac{\sigma_{\max}^2}{\sigma_{\min}^2}$

Wielokrotne krzywe monotropowe charakteryzują się wspólną tendencją koncentracji składnika użytecznego, co możemy zapisać:

$$m_1 = \text{const} \quad [11]$$

Jak wyprowadziłem to w pracach specjalnych skalarną wariancję przedstawioną wzorem [2] można rozłożyć na wariancje wektoralne

$$V^2 = V_{\max}^2 + V_{\min}^2 \quad [12]$$

gdy przez V_a^2 zdefiniujemy wariancję wektorálną w dowolnym kierunku

$$V_a^2 = \frac{\sum V_{ia}^2}{N} \quad [13]$$

Określając współczynnik anizotropowości

$$\Omega^2 = \frac{V_{\max}^2}{V_{\min}^2} \quad [14]$$

oraz odcięte rozkładu normalnego

$$\varphi_1(x_1) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{1}{\sigma_{\max}} \cdot \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x_1 - \bar{x}}{\sigma_{\max}} \right)^2 \right] \quad [15]$$

$$\varphi_2(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{1}{\sigma_{\min}} \cdot \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x_2 - \bar{x}}{\sigma_{\min}} \right)^2 \right] \quad [16]$$

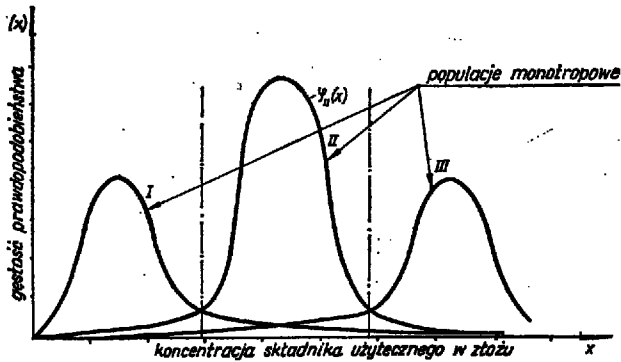
w punkcie maksimum otrzymamy dla

$$x_1 = x_2 = \bar{x} \quad [17]$$

wartości odciętych

$$\varphi_1(\bar{x}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{1}{\sigma_{\max}} \quad [18]$$

$$\varphi_2(\bar{x}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \frac{1}{\sigma_{\min}} \quad [19]$$



Ryc. 5. Schemat politropowej koncentracji składnika użytecznego w złożu.

Fig. 5. Scheme of polytropic concentration of the useful component in a deposit.

a zatem stosunek tych wartości

$$\frac{\varphi_2(\bar{x})}{\varphi_1(\bar{x})} = \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{\min}} = \Omega \quad [20]$$

Powyższe możemy odczytać: stosunek odciętych maksymalnych wartości skrajnych krzywych monotropowych złoża anizotropowego jest równy współczynnikowi anizotropowości (ryc. 4).
Z porównania

$$\varphi_1(x) = \varphi_2(x) \quad [21]$$

wynika

$$\sigma_{\min} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(x-\bar{x})^2}{\sigma_{\max}^2}\right] = \sigma_{\max} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2} \frac{(x-\bar{x})^2}{\sigma_{\min}^2}\right] \quad [22]$$

oraz w dalszym ciągu

$$\ln \sigma_{\min} - \frac{1}{2} \frac{(x-\bar{x})^2}{\sigma_{\max}^2} = \ln \sigma_{\max} - \frac{1}{2} \frac{(x-\bar{x})^2}{\sigma_{\min}^2} \quad [23]$$

$$\frac{(x-\bar{x})^2}{2} \left(\frac{1}{\sigma_{\min}^2} - \frac{1}{\sigma_{\max}^2} \right) = \ln \Omega \quad [24]$$

oznaczając

$$|x-\bar{x}| = \Delta \quad [25]$$

otrzymamy

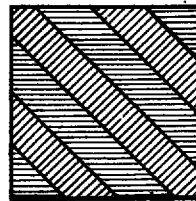
$$\Delta^2 = \frac{2 \ln \Omega}{\frac{1}{\sigma_{\min}^2} - \frac{1}{\sigma_{\max}^2}} \quad [26]$$

$$\Delta^2 = \frac{2 \sigma_{\max}^2 \ln \Omega}{\Omega^2 - 1} \quad [27]$$

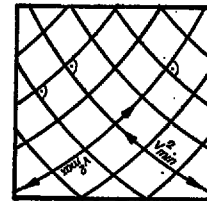
ale

$$\Omega^2 = \frac{V_{\max}^2}{V_{\min}^2} \quad [28]$$

$$\frac{V_{\max}^2}{V_{\max}^2 + V_{\min}^2} = \frac{\Omega^2}{\Omega^2 + 1} \quad [29]$$



6



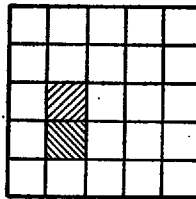
7

Ryc. 6. Podział na pasy wg kierunków geograficznych.

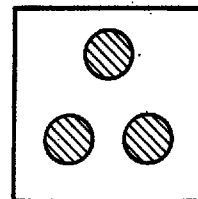
Ryc. 7. Detto wg kierunków naturalnych gradientu i ekwipotencjalnego.

Fig. 6. Subdivision into belts, according to geographical directions.

Fig. 7. Subdivision into belts, according to natural directions of gradient and to equipotential direction.



8



9

Ryc. 8. Podział na bloki eksploatacyjne.

Ryc. 9. Struktura gniazdowa z tłem.

Fig. 8. Subdivision into exploitation blocks.

Fig. 9. Nest texture and groundmass.

$$V_{\max}^2 = V^2 \frac{\Omega^2}{\Omega^2 + 1} \quad [30]$$

zatem

$$\Delta^2 = \frac{2 V^2 \Omega^2 \ln \Omega}{\Omega^2 - 1} \quad [31]$$

$$\Delta = V \Omega \sqrt{\frac{2 \ln \Omega}{\Omega^2 - 1}} \quad [32]$$

ale

$$V = \sigma \sqrt{\frac{N-1}{N}} \quad [33]$$

zatem

$$\Delta = \sigma \Omega \cdot \sqrt{\frac{2 \ln \Omega}{\Omega^2 - 1}} \cdot \sqrt{\frac{N-1}{N}} \quad [34]$$

Ostatecznie otrzymamy zakres rozdzielenia rozkładu złoża anizotropowego przedstawiony na ryc. 4. Zatem charakterystyczne parametry rozszczepienia anizotropowej krzywej rozkładu zostały wyznaczone standardem i współczynnikiem anizotropowości. Wielokrotne krzywe politropowe charakteryzują się różnymi centrami koncentracji składnika użytecznego (ryc. 5). Możemy to zapisać:

$$m_1 \neq \text{const} \quad [35]$$

Wariancja populacji politropowej przybiera wzór:

$$V_P^2 = m_2 - m_1^2 \quad [36]$$

Wariancja jednej populacji monotropowej — wzór

$$V_{M_i}^2 = m_{2i} - m_{1i}^2 \quad [37]$$

Srednia wariancja monotropowa

$$V_M^2 = \frac{\sum_{i=1}^N V_{M_i}^2}{N} = \overline{m_2} - \overline{m_1^2} \quad [38]$$

Odejmując stronami otrzymamy

$$V_R^2 = V_P^2 - V_M^2 = (m_2 - \overline{m_2}) + (\overline{m_1^2} - m_1^2) \quad [39]$$

ale

$$\left. \begin{array}{l} \overline{m_2} = m_2 \\ \overline{m_1^2} = m_1^2 \end{array} \right\} \quad [40]$$

czyli

$$V_R^2 = \overline{m_1^2} - m_1^2 \quad [41]$$

gdzie σ_R^2 jest wariancją pomiędzy wartościami m_1 charakteryzującymi skupiska monotropowe. Nazwijmy σ_R^2 wariancją redukcji. Ostatecznie wprowadzone zostało prawo rozkładu wariancji populacji politropowej

$$V_P^2 = V_M^2 + V_R^2 \quad [42]$$

Wprowadźmy wskaźnik politropizmu

$$\frac{V_P^2}{V_M^2} = \Pi^2 \quad [43]$$

zatem

$$\Pi^2 = 1 + \frac{V_R^2}{V_M^2} \quad [44]$$

czyli

$$\frac{V_R^2}{V_M^2} = \Pi^2 - 1 \quad [45]$$

ostatecznie

$$V_R = V_M \sqrt{\Pi^2 - 1} \quad [46]$$

Zmienność redukcji została wyrażona zmiennością monotropową i wskaźnikiem politropizmu. Rozkład wariancji zlokalizowanej zmiennej losowej może dotyczyć bloków łącznych (omówionej budowy politropowej) oraz bloków rozłącznych. W tym ostatnim przypadku możemy go prowadzić w układzie kierunkowym (ryc. 6) według kierunków geograficznych otrzymując anizotropię struktury; może on dotyczyć także naturalnych kierunków złożowych (ryc. 7) — linii ekwipotencjalnych i gradientu lub może dotyczyć rozłącznych bloków tektonicznych, bądź bloków eksploatacyjnych (ryc. 8). Dla wszystkich omówionych przypadków rozkładów rozłącznych (w przestrzeni dwuwymiarowej) zachodzi prawo rozwarstwienia wariancji:

$$V^2 = V_{\max}^2 + V_{\min}^2 \quad [47]$$

którego szczególnym przypadkiem jest zależność

$$V^2 = V_{\max}^2 + V_{\min}^2$$

dla struktur anizotropowych, którą w tej pracy już posługiwaliśmy się. Na ryc. 9 przedstawiony jest rozkład struktury na strukturę gniazdową z tłem. Na zakończenie zajmijmy się tym przypadkiem:

$$V^2 = m_2 - m_1^2 \quad [48]$$

ale

$$m_1 = q_G \cdot m_{1G} + q_T \cdot m_{1T} \quad [49]$$

bowiem

$$q_T = 1 - q_G \quad [50]$$

gdź

$$q_T + q_G = 1 \quad [51]$$

zatem

$$m_1 = q_G \cdot m_{1G} + (1 - q_G) \cdot m_{1T} \quad [52]$$

analogicznie możemy napisać

$$m_2 = q_G \cdot m_{2G} + (1 - q_G) \cdot m_{2T} \quad [53]$$

Ostatecznie

$$V^2 = (q_G \cdot m_{2G} - q_G^2 m_{1G}^2) + (q_T m_{2T} - q_T^2 m_{1T}^2) - 2q_G \cdot q_T \cdot m_{1T} \cdot m_{1G} \quad [54]$$

czyli

$$V^2 + 2q_G \cdot q_T \cdot m_{1T} \cdot m_{1G} = q_G (m_{2G} - q_G m_{1G}^2) + q_T (m_{2T} - q_T m_{1T}^2) \quad [55]$$

Oznaczając

$$V_G^2 = m_{2G} - q_G \cdot m_{1G}^2 \quad [56]$$

$$V_T^2 = m_{2T} - q_T \cdot m_{1T}^2$$

oraz przez

$$V_k^2 = 2q_G \cdot q_T \cdot m_{1T} \cdot m_{1G} \quad [57]$$

otrzymamy następujące równanie rozkładu wariancji populacji generalnej z gniazdami i tłem

$$V^2 + V_k^2 = q_G V_G^2 + q_T V_T^2 \quad [58]$$

co kończy nasze rozważania.

SUMMARY

The sulphur and zinc-lead deposits served as an example for a statistical analysis of the polytropic deposits. The present paper consists of two parts: the descriptive one and the discussion, presenting the methods of collecting data as well as their interpretation. The proved polytropic character of the sulphur and zinc-lead deposits reveals various trends in concentration of the ore minerals and it leads to two different interpretations — one assuming the coeval, the other the non-coeval character. Special caution is recommended concerning the origin of the deposits in question, because of their polytropicism.

РЕЗЮМЕ

Автор рассматривает результаты статистического анализа полигеноических месторождений на примере серных и свинцово-цинковых месторождений. Статья состоит из двух частей: описательной и аналитической, в которых описан процесс сбора фактического материала и его интерпретация. Наблю-

дающийся полигеноизм месторождений свинца и цинка и серы определяет разные пути накопления полезного компонента, что приводит к двойной интерпретации: одновременной и разновременной. Автор считает, что выявление полигеноизма этих месторождений заставляет с большой осторожностью подходить к генетическим заключениям.

VIOLETTA BŁASZKOWSKA, KRYSZYNA WIERZCHOWSKA-KICUŁOWA

Przedsiębiorstwo Poszukiwań Naftowych w Wołominie

OSADY KARBONU I DOLNEGO PERMU Z WIERCENIA POLAKI-1

UKD 651.735+551.736:552.14:550.85:550.822.7(438.112—11 wiercenie Polaki-1)

Wiercenie Polaki-1, realizowane w programie poszukiwań ropy i gazu, zlokalizowane jest ok. 14 km w kierunku NW od Siedlec. Po dokładnym przeanalizowaniu materiału rdzeniowego i pomiarów geofizyki wiertniczej z części profilu, obejmującej spąg utworów permickich oraz ich kontakt z osadami starszymi, wydzielono pod utworami czerwonego spągowca ok. 4 m miąższości osady starsze od permu, spoczywające bezpośrednio na łowcach sylurskich. Porównanie tej części profilu z odpowiednim odcinkiem wiercenia Zebrak IG-1 (położone ok. 13 km na SSE od otworu Polaki-1) pozwoliło z dużym prawdopodobieństwem uznać wiek tych utworów za górno-karboński.

W otworze Polaki-1 spąg osadów cechsztynu i ich kontakt z osadami czerwonego spągowca nie został uchwycony w rdzeniu. Przedział obejmujący utwory dolnopermskie, przypuszczalne osady karbonu górnego i ich kontakt z łowcami sylurskimi poznane zostały w dwu rdzeniach. Po uzupełnieniu pomiarami geofizyki wiertniczej profil litologiczny wraz z przeprowadzonym przez autorki podziałem stratygraficznym przedstawia się następująco.

Spąg osadów cechsztynu przyjęto na głęb. 1319 m na podstawie kompleksowych pomiarów geofizyki wiertniczej (ryc. 1).

Od 1319,0 do 1331,0 m — brak rdzenia;

od 1331,0 do 1332,0 m — piaskowiec gruboziarnisty arkozowy; zlepiaćcowaty, o barwie czerwonej i spoiwie węglanowym;

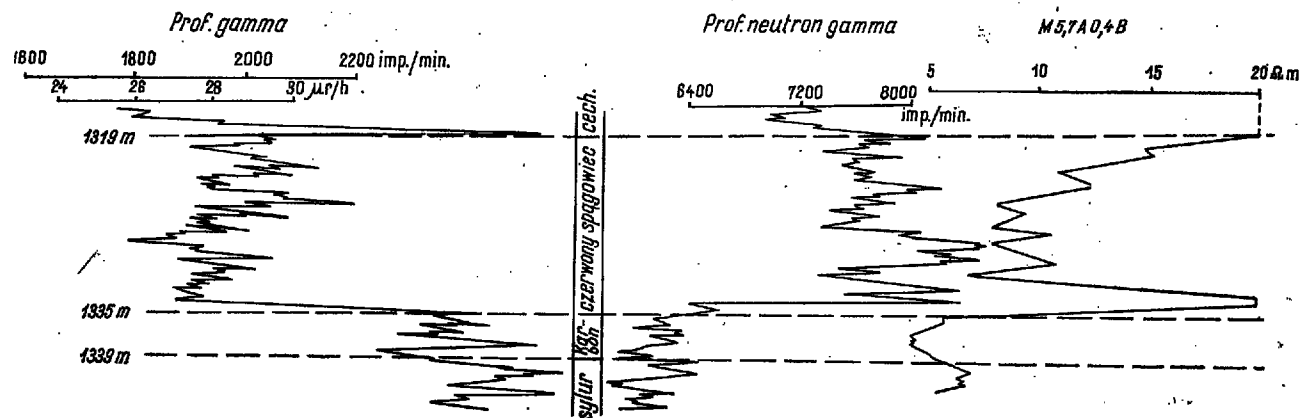
Zgodnie z wynikiem pomiarów geofizyki wiertniczej spąg tych piaskowców znajduje się na głębokości 1335 m (osady czerwonego spągowca).

Od 1337,2 do 1338,7 m — łupek o zabarwieniu pstrym, zwietrzały, zielono-czerwono-oliwkowy,

od 1338,7 do 1339,0 m — piaskowiec arkozowy gruboziarnisty, zlepiaćcowaty, zielonoszary o spoiwie anhydrytowym, z licznymi kryształami pirytu oraz drobnymi kilkumilimetrowymi otoczkami łowców zielonych (osady górnego karbonu). Poniżej występują łowce szarozielone o oliwkowym i czerwonozielonym zabarwieniu (zwietrzałe osady sylurskie).

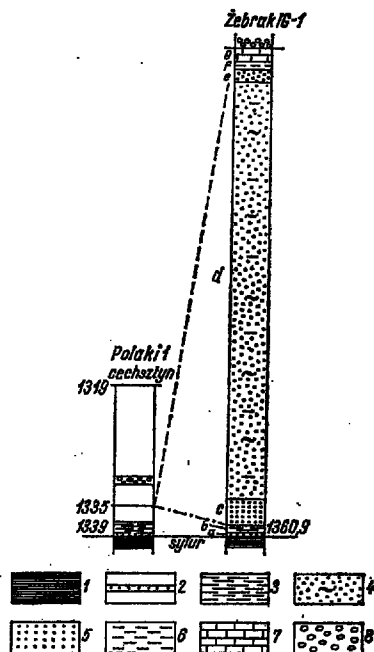
Trzydziestocentymetrowa warstwa gruboziarnistego piaskowca, spoczywająca na utworach sylurskich doskonale koreluje się ze spagową serią utworów karbońskich, wyodrębnionych w wierceniu Zebrak IG-1 (1). Wydzielono tu na głęb. 1360,4—1360,9 m 50 cm warstwę (warstwa „a” na ryc. 2) piaskowca gruboziarnistego złożonego przeważnie z kwarcu i skaleni oraz otoczek mułowca, z dużymi 2—4 mm kryształami pirytu, które są głównym składnikiem lepiszcza skały. W dolnej części (ostatnie 5 cm) występują także fragmenty łupków sylurskich. Ilość pirytu zwiększa się w spagowej części warstwy.

W wierceniu Polaki-1 wymieniony wyżej piaskowiec arkozowy, zlepiaćcowaty ma następującą charakterystykę petrograficzną. Tę samą skałę jest spoiwo anhydrytowo-kalcytowe (grubokrystaliczny węgiel wapnia), częściowo ilaste i w niewielkich ilościach dolomityczne. Piryt reprezentuje ok. 48% minerałów budujących spoiwo. W składzie mineralnym dominuje silnie zdeformowany kwarc oraz skalenie, reprezentowane przez mikroklin, ortoklaz i plagioklasy, których charakterystycznym przedstawicielem jest wtórny albit szachownicowy. Występują tu znaczne ilości pirytu oraz mniejsza ilość wodorotlenków żelaza. Minerałów ciężkich brak. Oprócz tego zanotowano w znacznych ilościach fragmenty skał osadowych i magmowych. W skład skał osadowych wchodzi okruchy piaskowców o spoiwie żelazisto-ilastym,



Ryc. 1. Zestawienie fragmentów wyników pomiarów geofizyki wiertniczej z otworu Polaki-1.

Fig. 1. Comparison of fragments of the results of drilling geophysical measurements from the Polaki IG-1 bore hole.



Ryc. 2. Zestawienie fragmentów profili wierceń Polaki 1 i Zebra IG1 obejmujących osady karbonu i częściowo czerwonego spągowca.

1 — ilowce sylurskie, 2 — piaskowce arkozowe, 3 — ilowce, 4 — piaskowce, mułowce, łupki, 5 — piaskowce drobnoziarniste, 6 — czarne łupki ilaste, 7 — ciemnoszare wapienie margliste, 8 — piaskowce arkozowe czerwonego spągowca.

Fig. 2. Comparison of fragments of the profiles from Polaki IG-1 and Zebra IG-1 bore holes comprising the Carboniferous sediments and partly Pothliegendes.

1 - Silurian claystones, 2 - arkose sandstones, 3 - claystones, 4 - sandstones, siltstones, schists, 5 - fine-grained sandstones, 6 - black clay schists, 7 - dark-grey marl limestone, 8 - arkose sandstones of Rothliegendes.

wapienie z domieszką frakcji ilastej w mniejszym stopniu piaszczystej. Liczne są otoczaki kwarcytów. Występują tu również w mniejszych ilościach otoczaki skał ilastych. W skład otoczków skał magmowych wchodzi głównie aglomeraty kwarcowo-skaleninowe z licznym biotytem silnie zdeformowanym. Szczegółowe badania procentowej zawartości elementów skałotwórczych przeprowadzono dla frakcji większej od 1,02 mm. Wyniki są następujące.

Składniki	Ø 1,02 w % wag.
kwarc	12,5
skalenie	17,0
otoczaki skał magmowych	14,5
kaolinit	2,5
piryt	48,5
otoczaki skał osadowych	5,0

W miarę zmniejszania się wielkości ziarn zwiększa się ilość kwarcu i kaolinitu, zmniejsza się natomiast ilość okruchów skalnych. Kształt badanych ziarn w 89% jest sferoidalny, w 7% dyskoidalny i tylko w 4% wrzecionowaty. Obtoczenie ziarn według klasyfikacji M. S. Szwiecowa (3) jest różne dla poszczególnych składników próbek, co ilustruje zamieszczone poniżej zestawienie

Składniki
skalenie — półobtroczone — półkanciaste,
kwarc — półkanciaste — mniej ostrokrawędziste i półobtroczone,

otoczaki skał magmowych — półobtroczone, kaolinit — półkanciaste, pirit — półkanciaste, otoczaki skał osadowych — obtroczone i półobtroczone. W wierceniu Zebra IG-1 według K. Bojkowskiego i J. Müllera (1) na wyżej wspomnianej warstwie piaskowców arkozowych spoczywają (na głęb. 1359,5 — 1360,4 m) ilowce ciemne z dużym udziałem frakcji pylastej. Widoczne jest warstwowanie laminarne uwypuklone przez obecność blaszek miki na powierzchniach oddzielności.

W wierceniu Polaki-1 bezpośrednio nad wyżej opisanymi piaskowcami arkozowymi spoczywają łupki o zabarwieniu czerwonym, zielonawym i oliwkowym, których miąższość ustalona na podstawie pomiarów geofizycznych wynosi ok. 3,7 m. Łupki te prawdopodobnie odpowiadają ilowcom ciemnym z otworu Zebra IG-1 (na ryc. 2 warstwa „b”); są one jednak silnie zwietrzałe i stąd pochodzi ich pstra barwa.

Wyżej znajdujące się osady karbońskie z wiercenia Zebra IG-1 (warstwy „c-g”, ryc. 2) nie występują w profilu otworu Polaki-1.

Wyniki pomiarów geofizycznych świadczą, że bezpośrednio na zwietrzałych łupkach spoczywają piaskowce. Są one gruboziarniste, arkozowe o zabarwieniu czerwonym, których charakterystyka mikroskopowa pozwoliła wyodrębnić pewne cechy różniące je od niżej występujących piaskowców arkozowych. Piaskowce te reprezentują już wiek dolnopermjski.

Tło skalne stanowi drobnokrystaliczne spoiwo węglanowo-dolomityczne w niewielkich ilościach ilaste o charakterze masy wypełniającej oraz związki żelaza. Głównymi elementami skałotwórczymi jest skalenie i kwarc. Wśród tych ostatnich wyróżnia się głównie mikroklin z charakterystycznymi prążkami bliźniaczymi oraz ortoklaz. Plagioklasy znajdują się tu w mniejszych ilościach i zawierają wrostki anhydrytu oraz tlenków żelaza. Kwarc występuje w postaci ziarn bądź też aglomeratów, w których różnej wielkości kryształy wzajemnie się zazębiają.

Często obserwuje się zjawisko wrastania drobnych ziarn w większe kryształy pierwotnego kwarcu. Występują tu także niewielkie ilości piryty, cyrkonu i rutyli. Oprócz wyżej wymienionych minerałów ważnym składnikiem są okruchy skał osadowych i magmowych. Te ostatnie to przede wszystkim fragmenty skał granitopodobnych, składające się z ziarn kwarcu, skaleni oraz biotyty silnie zmienionego, miejscami przeobrażonego w chloryt. Rzadko spotyka się łuseczki muskowitu. Wśród okruchów skał osadowych wyróżnia się otoczaki wapienia organogenicznego lekko żalzonego, z domieszką tlenków żelaza, rzadziej wapienia dolomitycznego.

Znajdują się tu również okruchy mułowca o spoiwie ilasto-żelazistym, z wrostkami anhydrytu oraz fragmenty skał ilastych z domieszką tlenków żelaza. Piaskowce stanowią niewielki procent okruchów badanej skały, spoiwo ich jest ilasto-żelaziste. Częściej spotyka się otoczaki kwarcytów i skał krzemionkowych o strukturze kryptokrystalicznej.

Analiza granulometryczna przeprowadzona dla frakcji większej od 1,2 mm oraz większej od 0,75 mm wykazała duże zróżnicowanie:

Składniki	Ø 1,02 w % wag.	Ø 0,75 w % wag.
kwarc	33,33	54,75
skalenie	60,00	37,10
kaolinit	—	3,75
okruchy skał magmowych	3,33	1,00
piaskowce	0,67	0,05
mułowce	1,53	0,85
piryt	—	0,15
minerały ciężkie	0,07	1,00
agregaty kwarcowe	1,07	0,90

Dla pozostałych frakcji ilość kwarcu, kaolinitu oraz minerałów ciężkich zwiększa się, natomiast ilość skaleni, otoczków skał magmowych i osadowych

odpowiednio zmniejsza się. Kształt badanych ziarn według czterostopniowej klasyfikacji Zingga jest głównie sferoidalny. Tylko ok. 10% ziarn ma kształt dyskooidalny. Obtoczenie ich na ogół jest dobre. Według klasyfikacji M. S. Szwiecowa (3) 97% ziarn można zaliczyć do półobtoczonych, a 3% do ostrokrawędzistych.

Z dwu przytoczonych wyżej charakterystyk piaskowców arkozowych wynika różnica w budowie ich spoiwa oraz ilościowym, a częściowo i jakościowym składzie elementów budujących te skały. Dzielące je łupki pstry noszące ślady procesów wietrzeniowych świadczą wyraźnie o luce między tymi osadami. Wiek dolnopermski piaskowców arkozowych znajdujących się nad warstwą łupków nie budzi zastrzeżeń. Wspomniane wyżej łupki i podścielająca je 30 cm warstwa piaskowca arkozowego należy bez wątplenia do osadów powstałych w odmiennych warunkach sedymentacyjnych. Tkwiąc w nich otoczaki łowców sylurskich świadczą o ich późniejszym powstaniu niż osady syluru.

SUMMARY

The present paper provides new data on the extent of the Carboniferous deposits in the Podlasie depression, supported by the petrographic examinations. These deposits have been distinguished in the stratigraphic sequence of the Polaki-1 bore-hole completed for oil and gas purposes. They create an additional reference-point for tracing the northern boundary of the Carboniferous extent.

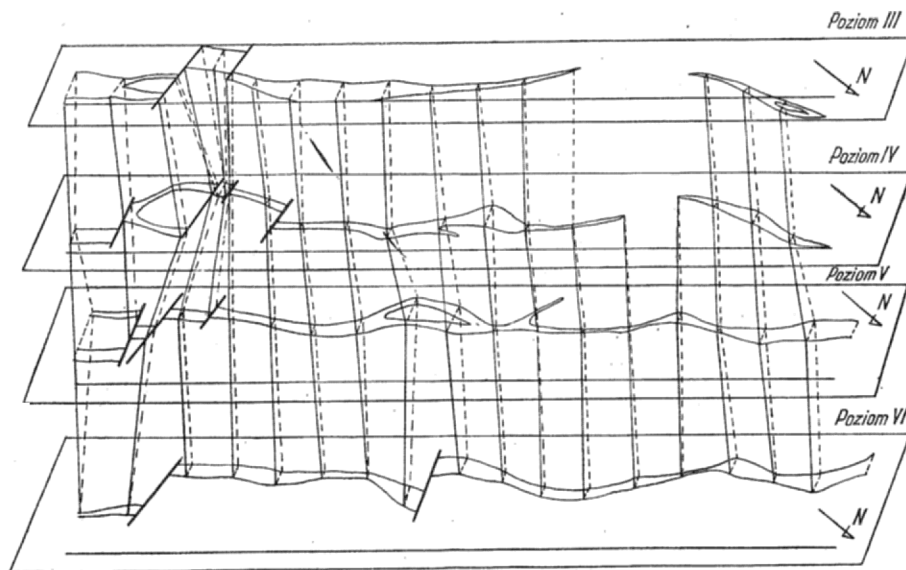
W świetle powyższych rozważań utwory znajdujące się w profilu wiercenia Polaki-1 w przedziale głębokości 1335—1339 m mogą być uznane za górnokarbońskie, odpowiadające najniższej części ładowych utworów górnego karbonu z wiercenia Żebrak IG-1. Wydzielenie tych osadów w profilu stratygraficznym otworu wiertniczego Polaki-1 jest dodatkowym reperem dla wyznaczenia północnej granicy zasięgu osadów karbońskich.

LITERATURA

1. Bojkowski K., Müller J., — Utwory karbońskie w Żebraku koło Siedlec. Kwart. geol. 1960, nr 3.
2. Bolewski A., Turnau-Morawska M. — Petrografia. Wyd. Geol. 1963.
3. Szwiecowa M. S. — Petrografija osadoczných porod. Moskwa, 1958.

РЕЗЮМЕ

В статье приводятся новые данные по распространению карбона в Подляском прогибе, обоснованные результатами петрографических исследований. Породы карбона были выделены в стратиграфическом разрезе, вскрытом скважиной Поляки — 1, которая проходила по программе нефтепоисковых работ. Эта точка представляет дополнительный репер в определении северной границы распространения карбона.



Ryc. 1. Schematyczny plan przebiegu żyły barytu na poziomach III—VI kopalni barytu w Stanisławowie, wykonany na podstawie obserwacji własnych i planów kopalnianych.

)/ żyła, /- linie uskoków

Fig. 1. Scheme of the barite vein run on III to VI levels of the barite mine at Stanisławów (based on the author's own observations and on the maps of the mine).

)/ - vein, / - fault lines.

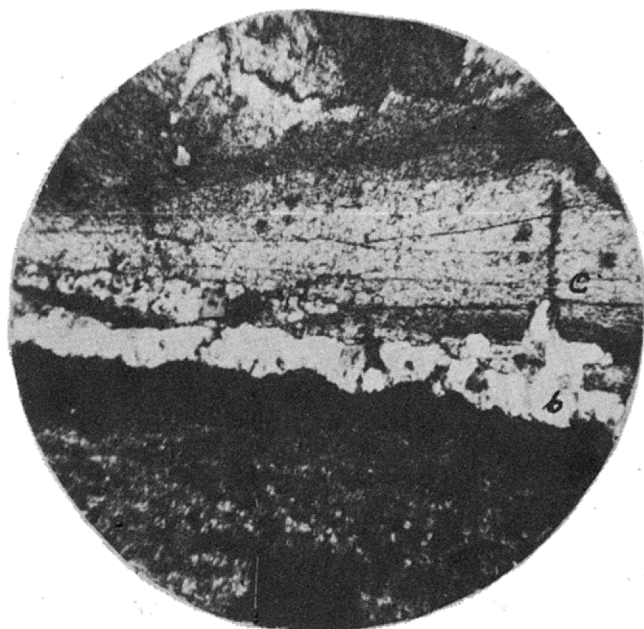
którymi zamknięte są często kryształy kwarcu (ryc. 2). Baryt drobnokrystaliczny przechodzi ku środkowi żyłki w baryt grubokrystaliczny, a ten z kolei w baryt drobnokrystaliczny z wydzieleniami fluorytu i nielicznymi kryształami kwarcu, któremu towarzyszą na ogół rozproszone siarczki. Baryt drobnokrystaliczny z fluorytem stanowi część centralną żyłki, która jest symetryczna.

Baryt grubokrystaliczny. Kryształy dochodzą do 2 cm wielkości i są ułożone równoległe do stropu żyły.

Główna masa żyły, którą stanowi baryt z fluorytem. Baryt jest silnie nieregularnie spękany. Spękania wypełnione są sproszkowanymi, czarnymi tlenkami manganu.

Badania mikroskopowe pozwalają zaobserwować, że baryt jest miejscami średnio, a miejscami grubokrystaliczny. Niekiedy kryształy średnioziarnistego barytu ułożone są w trójkąty, a w interstycjach tkwią kryształy fluorytu. Widoczne są też żyłki kwarcu o kryształach wielkości rzędu 0,1 mm, na których dostrzec można obwódki rekrystalizacyjne. Baryt grubokrystaliczny ma wydłużony, tabliczkowaty pokrój kryształów, pomiędzy którymi tkwią ziarna automorficznego kwarcu (ryc. 3). Wydaje się, że jako pierwszy minerał wytrącał się fluoryt, następnie baryt, a na końcu kwarc.

Strefa kontaktowa „spągowa”. Strefę tę stanowią łupki chlorytowe bardzo silnie zmienione, kruche z dużą ilością limonitu. Badania mikroskopowe wskazują, że skalę kontaktową spągową stanowi kwarcyt drobnokrystaliczny, zbity. Poszczególne ziarna kwarcu ściśle się ze sobą zazębiają. Kwarcyt ten jest poprzecinany żyłkami kwarcu gruboziarnistego średnicy do 1 mm. W środkowych partiach żyłek widoczny jest baryt. W kwarcycie obserwuje się relikty masy serycytowo-epidotowo-chlorytowej, którym towarzyszą uwodnione tlenki żelaza. Spągowa strefa kontaktowa jest również poprzecinana licznymi żyłkami barytu z fluorytem, których miąższość dochodzi do 2 cm. Badania mikroskopowe wykazują, że baryt tworzy tu pierzaste zespoły opisywane przez J. Kuhla (5). Fluoryt jest wykształcony w postaci dużych popękanych kryształów, którym sporadycznie towarzyszy galenit i chalkozyn. Widoczne są kryształy fluorytu obrastane kryształami barytu. Baryt i fluoryt przecinany jest żyłkami drobnokrystalicznego kwarcu.

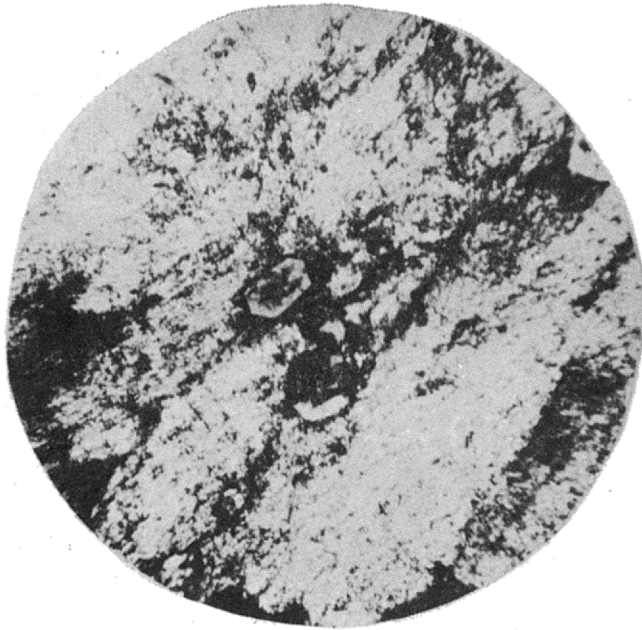


Ryc. 2. Kontakt żyłki kwarcowo-barytowej z łupkiem chlorytowym.

a — łupek chlorytowy, b — kwarc, c — baryt. Czarne utlenione związki żelaza. Światło przechodzące, nikole skrzyżowane, pow. 45 X. Kopalnia barytu w Stanisławowie, poziom V.

Fig. 2. Contact between the quartz-barite vein and chlorite schists.

a — chlorite schist, b — quartz, c — barite. Black oxidized iron compounds. Transmittent light, crossed nicols, magn. 45 X. Barite mine at Stanisławów, level V.



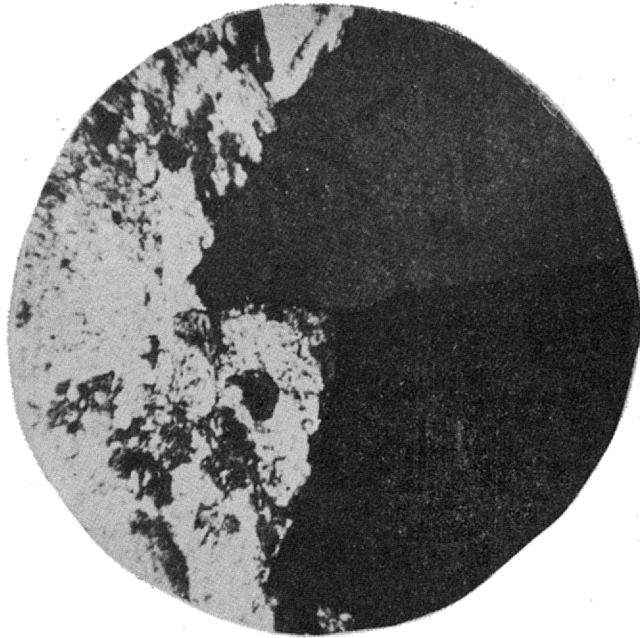
Ryc. 3. Wydzielenia autogenicznego kwarcu w grubokrystalicznym barycie. Światło przechodzące, nikole skrzyżowane, pow. 45 X, kop. w Stanisławowie, poz. V.

Fig. 3. Authigenic quartz in coarse-grained barite. Transmittent light, crossed nicols, magn. 45 X. Mine at Stanisławów, level V.

Podobnie wykształcony jest baryt z innej próbki pobranej z poziomu V. Prowadząc obserwację od środka żyły widzimy początkowo pierzaste wydzielenia barytu z girlandami kwarcu, przebiegającymi poprzecznie do wydłużonych kryształów barytu. Ku brzegowi żyły pojawia się fluoryt, tworzący automorficzne kryształy. Fluorytowi towarzyszy galenit wydzielony z nim jednocześnie (ryc. 4). Strefa ta wykazuje pokruszenie i zbrekcjowanie, przy czym lepszczem jest drobnokrystaliczny baryt. Baryt i fluoryt są przecinane żyłkami drobnokrystalicznymi kwarcu z porożrywaniem wydzieleniami pirytu I i sfalerytu. Na podstawie tych obserwacji nasuwają się następujące wnioski.

Proces wytrącania się barytu poprzedzony był procesem okwarcowania skały. Wydzielanie się głównej masy żyły nie było jednorazowe, o czym może świadczyć widoczne, szczególnie w stropie żyły cykliczne powtarzanie się wydzieleni barytu i fluorytu. Podczas każdego cyklicznego wydzielenia się minerałów początkowo wydzielal się fluoryt, któremu towarzyszy galenit, chalcyzyn podrzędnie chalkopiryt, a następnie baryt. Na końcu wydzielal się kwarc, który był poprzedzony wydzieleniem się sfalerytu i pirytu I. Proces okruszczenia nie zakończył się wydzieleniem kwarcu. Na powierzchni pęknięć w barycie odkładał się jeszcze późniejszy piryt II.

Obserwowane na wszystkich poziomach druzo wtórne barytu występujące w kawernach, częste nagromadzenia ziemistej, limonitowej masy ze związkami manganu wskazują na to, że szczelina, w której odkładał się baryt była prawdopodobnie otwarta. Wydaje się, że roztwory hydrotermalne wykorzystały tu szczelinę dyslokacyjną, bardzo nieregularną (stać wahania miąższości żyły). Szczelina ta zapadała stromo na SW. Odkładanie treści żyły następowało zapewne od spągu do stropu, o czym może świadczyć rozłazowanie i na ogół silniejsze okwarcowanie strefy kontaktowej spągowej, w którą silnie infiltrowały



Ryc. 4. Galenit czarny.

a — fluoryt, b — baryt, światło przechodzące, nikole skrzyż., pow. 45 X, poz. V.

Fig. 4. Black galenite.

a — fluorite, b — barite, transmittent light, crossed nicols, magn. 45 X, level V.

roztwory hydrotermalne. Może wskazywać na to również obserwowana często niesymetryczność żyły i stwierdzone kilkakrotnie przejście, od początkowo bezładnego wydzielenia się barytu z fluorytem, do rytmicznych wydzieleni w stropie żyły.

Geneza i wiek złoża barytu nie są jeszcze wyjaśnione w związku z niepewną stratygrafią. Pewne jest to, że złoże powstało później niż formacja keratoforowo-spilitowa. Dowodem na to może być fakt, że żyła przecina skały tej formacji (nie ma charakteru żyły pokładowej). O późniejszym powstaniu żyły mogą też świadczyć zmiany w skałach na kontakcie z żyłą oraz liczne tkwiące w żyłce porwaki łupków chlorytowych.

Żyła jest poprzecinana licznymi późniejszymi uskawkami, które można wiązać z tektoniką trzeciorzędową. W celu ustalenia wieku żyły należałoby rozszerzyć badania na teren niecki leszczyńskiej i tam szukać wystąpień barytu.

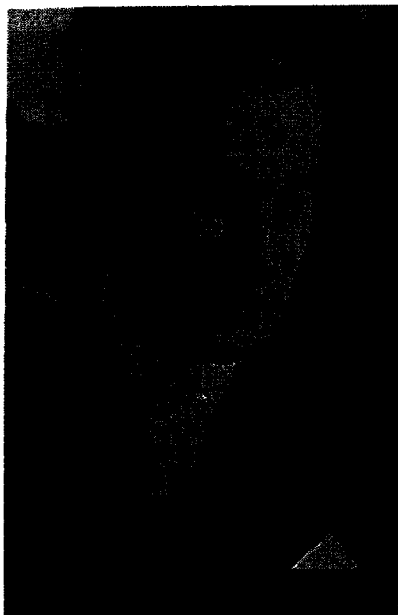
LITERATURA

1. Gruszczak H. — O niektórych zespołach paragenetycznych barytu. Prz. geol. 1953, nr 8.
2. Jerzmański J. — Wstępne wiadomości o złożu barytu w Stanisławowie na Dolnym Śląsku. Ibidem, 1957, nr 3.
3. Jerzmański J. — Budowa geologiczna północno-wschodniej części Gór Kaczawskich i ich wschodniego przedłużenia. Biul. IG, 1965, nr 185.
4. Jerzmański J. — Uwagi o genezie złóż kruszcowych w północno-wschodniej części Gór Kaczawskich. Kwart. geol., 1966, nr 4.
5. Kuhl J. — Mineralparagenesen in den Barytgängen von N-Schlesien. Berlin, 1961.
6. Pilarzka A. — Sprawozdanie z kompleksowych prac poszukiwawczych za złożem barytu w rejonie Stanisławowa. PPG Warszawa, 1963.

SUMMARY

The author presents his remarks on the geological structure of the barite deposit at Stanisławów near Jawor (Lower Silesia). For the first time this deposit was explored in 1956 (Przegl. Geol. 1957, no. 3). Subsequently further work was carried out aiming at a precise tracing of the barite vein run. This paper reviews the results of the work mentioned above.

Z przyrodniczego punktu widzenia śmierć jest naturalną konsekwencją życia i jego ostatnim etapem. Trudno się jednak z nią pogodzić, gdy chodzi o kogoś Bliskiego i Drogiego, a zwłaszcza wówczas, kiedy śmierć przychodzi nagle i spośród kręgu żyjących wyrывa człowieka w pełni jego sił żywotnych i twórczych.



Prof. dr H. Swidziński.

Fot. R. Wyrwicki

W ten właśnie sposób wszyscy w Katedrze Geologii odebraliśmy tragiczną wiadomość o nagłym zgonie naszego Profesora.

Gdy opuszczał Katedrę w dniu 16 czerwca, aby udać się w naukową podróż na Krym i Kaukaz, na zaproszenie Akademii Nauk ZSRR, nikt z nas ani na chwilę nie przypuszczał, że będzie ona ostatnią w Jego życiu.

W tydzień później już nie żył. Zmarł 23 czerwca wieczorem w miejscowości Naucznoje pod Symferopolem.

Był to dla nas wstrząs, nie mogliśmy sobie wprost uprzytomnić, że nigdy więcej nie zobaczymy Go w naszym gronie. Śmierć Drogiego nam Profesora była dla nas ciężkim i bolesnym ciosem.

Henryk Swidziński urodził się w Strzyżowie Lubelskim (pow. Hrubieszów) dnia 8 września 1904 r. jako drugi z kolei syn Januarego i Marii z Wołk-Laniewskich.

Zamiłowanie do nauk przyrodniczych, a w szczególności do geologii, wyniósł z domu rodzicielskiego. Wiele wiadomości z tej dziedziny uzyskał bezpośred-

РЕЗЮМЕ

Автор описывает геологическое строение баритового месторождения Станиславув (Нижняя Силезия), которое было предварительно разведано в 1956 г. (см. № 3 настоящего журнала за 1957 г.). В последующие годы проводились детальные разведочные работы по прослеживанию баритовой жилы. В статье изложены результаты этих работ.

UKD 82 (Swidziński Henryk) "1904/1969"

nio od swego ojca, który studia przyrodnicze ukończył na Uniwersytecie Petersburskim, a także z książek i zbiorów przyrodniczych, które pozostawił w spuściznie jego dziadek ze strony matki; z zawodu adwokat w Teodozji na Krymie, jako przyrodnik-amator gromadził w swej bibliotece książki przyrodnicze, a także kolekcjonował zbiory mineralogiczno-geologiczne.

Rozbudzone w dzieciństwie zamiłowanie do przyrody podtrzymali i umocnili w szkole średniej doskonałi pedagodzy, przyrodnicy i naukowcy, późniejsi profesorowie wyższych uczelni: Roman Kobendza i Dezydery Szymkiewicz. Opuszczając gimnazjum (1922) młody abiturient miał przed sobą sprecyzowany cel i pełną jego świadomość. Wstąpił na Uniwersytet Warszawski na Sekcję Przyrodniczą Wydziału Filozoficznego, poświęcając się geologii, czego, jak sam mówił „nigdy w życiu nie żałował”.

Szybko opanowywał tajniki geologii oraz innych dyscyplin przyrodniczych pod kierunkiem wytrawnych profesorów: Jana Lewińskiego, Romana Kozłowskiego i Stanisława Lencewicza.

Pozostając pod wpływem zainteresowań prof. Lewińskiego już podczas studiów podjął prace kartograficzne na obszarze Gór Świętokrzyskich w latach 1925—1927, mające stanowić podstawę późniejszej pracy doktorskiej. Gdy w 1928 r. objął asystenturę w katedrze geologii u prof. Lewińskiego, rozpoczął zarazem swą działalność naukową i dydaktyczną. W rok potem (1929) na podstawie dysertacji: „Utwory jurajskie między Małogoszczą a Czarną Nidą” otrzymał naukowy stopień doktora filozofii. Ta praca, która przyczyniła się do zasadniczego wyjaśnienia stratygrafii i tektoniki górnej jury zachodniego zbocza Gór Świętokrzyskich, do dnia dzisiejszego nie straciła na wartości naukowej i aktualności.

Zagadnieniami formacji jurajskiej, które zawsze były Mu bliskie, nie przestawał się interesować i w następnych latach, czego wyrazem były jeszcze dalsze prace z tego zakresu (1929, 1931, 1932, 1935, 1962). Po wojnie wracał do nich już tylko sporadycznie. Niemniej w ostatnim dziesięcioleciu brał czynny udział w Międzynarodowej Konferencji Mezozoicznej w Budapeszcie (1959), jak i w Międzynarodowym Kolokwium Jurajskim w Luxemburgu-Nancy (1967) oraz w podobnych konferencjach krajowych, publikując ich wyniki (1960, 1967, 1969). W zamierzeniach Jego na okres najbliższej działalności naukowej leżał powrót do problematyki górnej jury.

Po jednorocznej przerwie, gdy odbywał służbę wojskową, w 1930 r. podjął prace badawcze w Państwowym Instytucie Geologicznym w Warszawie. Początkowo pracował jako geolog-asystent w Wydziale Naftowym, a następnie jako kierownik grupy karpackiej w Wydziale Geologii Regionalnej (1937) i Pracowni Kartograficznej (1938). W Jego też gestii pozostawała redakcja map geologicznych oraz część graficzna wydawnictw Instytutu.

W bogatym dorobku naukowym H. Swidzińskiego przedmiotem Jego zainteresowań, pasjonujących Go nieprzerwanie aż do ostatnich chwil życia, były jednak — Karpaty fliszowe.

OTRZYMYWANIE KRYSZTAŁÓW KORUNDU PRZEZ KRYSZTALIZACJĘ ZE STOPIONYCH SOLI

UKD 549.517.1.07:549.07:549.517.1

Kryształy wielu substancji zajmują we współczesnym życiu różnorakie zastosowanie i w krajach przodujących pod względem techniki ich wytwarzanie urosło do rangi poważnego przemysłu. Liczba zastosowań monokryształów pószcza się w szybkim tempie. Do ważniejszych z nich należą: oscylatory o kontrolowanej częstotliwości (kwarc), polaryzatory (kalcyt, azotan sodu), detektory promieniowania (KCl), optyka przepuszczalna dla podczerwieni (KCl, CaF₂, NaCl), tranzystory (german, krzem), wzmacniacze ultradźwiękowe (Cds), masery i lasery (rubiny, GaAs) przezroczyste tygle laboratoryjne (MgO), diody tunelowe (GaAs) i in. Wiele substancji w formie monokryształów okazuje nieoczekiwane własności.

Współczesna technika syntez pozwala na otrzymywanie monokryształów o wysokim stopniu czystości i praktycznie wolnych od defektów. Niektóre ich własności można modyfikować przez wprowadzenie odpowiednich domieszek. Pod tym względem kryształy otrzymane sztucznie przewyższają powstałe w warunkach naturalnych. Z tej przyczyny syntetyzuje się obecnie także i te minerały, których kryształy występują w przyrodzie stosunkowo często i są wydobywane drogą eksploatacji górniczej (kryształ górski, mika, azbest).

Obok zastosowania przemysłowego kryształy odgrywają ważną rolę w badaniach naukowych. Badania struktur i własności fizycznych minerałów często przeprowadza się na monokryształach, a gdy nie dysponujemy odpowiednimi osobnikami naturalnymi uciekamy się do ich syntezy.

Synteza jest we współczesnej mineralogii źródłem informacji o minerałach posiadających skomplikowany skład, których struktury wykazują dużą ilość podstawień izomorficznych (krzemiany warstwowe, pierścieniowe i łańcuchowe). Dysponując minerałami syntetycznymi o zadanym składzie można określić wpływ podstawień izomorficznych na wymiany ich komórek elementarnych, widmo w podczerwieni itp., a uzyskane tą drogą informacje wykorzystać do identyfikacji minerałów naturalnych. Przykładem mogą być: praca W. Stubicana i R. Roya (5) nad widmem w podczerwieni krzemianów warstwowych lub prace dotyczące izomorfizmu w mikach (7). Syntezy dostarczają informacji o warunkach powstawania minerałów i zakresach ciśnień oraz temperatur w których są trwałe. Względy te sprawiają, że synteza stała się nieodzownym elementem we współczesnych badaniach mineralogicznych.

Kryształy można wytwarzać w laboratorium wieloma sposobami, oto najważniejsze z nich.

1. **Otrzymywanie kryształów z fazy gazowej.** Może się ono odbywać dwoma drogami; przez kondensację pary przesyconej lub na drodze reakcji chemicznych. Z fazy gazowej otrzymuje się zwykle kryształy siarczków (ZnS, CdS), półprzewodników (Si, Ge), metali (Fe, Ti, Ni, Co, W i in.), a także niektórych związków organicznych.

2. **Wytrącanie z roztworów.** Metoda ta należy do najczęściej stosowanych. Wykorzystuje się ją dla otrzymywania kryształów soli przez krystalizację z roztworów wodnych. Kryształy wielu substancji uzyskuje się przy użyciu innych rozpuszczalników.

Kryształy siarki krystalizuje się z roztworów C₂S, a dla otrzymania kryształów Sn rozpuszczalnikiem może być rtęć.

3. **Synteza hydrotermalna** polega na stosowaniu roztworów wodnych pod dużym ciśnieniem i o podwyższonej temperaturze dla rozpuszczania i krystalizacji substancji, które są stosunkowo słabo rozpuszczalne w normalnych warunkach. Jest to metoda wykorzystywana m. in. dla otrzymywania na skalę przemysłową kryształów kwarcu, azbestu chryzotylowego, granatów. Dla celów badawczych otrzymuje się na tej drodze kryształy wielu krzemianów i glinokrzemianów.

4. **Krystalizacja z roztworów stopionych soli.** W metodzie tej rozpuszczalnikami substancji, której kryształy mamy wyhodować są stopione związki nieorganiczne (CaCl₂, NaCl, PbF₂ itp.) lub ich mieszaniny. Jest to zasadniczo jedna z metod krystalizacji z roztworów, z uwagi jednak na odmienną technikę traktuje się ją odrębnie. Została ona wprowadzona z końcem ubiegłego stulecia przede wszystkim dla uzyskiwania kryształów trudno topliwych tlenków.

5. **Otrzymywanie kryształów przez zestalanie stopów o takim samym składzie.** Jest to jeden z najszerszej stosowanych sposobów otrzymywania kryształów. Otrzymuje się tą drogą kryształy pierwiastków zarówno łatwo topliwych (As, Bi, Cd, Ga, Ge) jak i o wysokiej temperaturze topnienia (Ni, Ti, Fe, V, Mo, W, platynowce). Metoda ta jest pospolicie stosowana dla wytworzenia kryształów chlorków alkaliów oraz półprzewodników typu selenków, telurków, arsenków, antymonków, siarczków. Otrzymuje się nią także flogopit fluorowy na skalę przemysłową. Związki ulegające dysocjacji w wysokich temperaturach krystalizuje się pod ciśnieniem.

Jedną z odmian techniki otrzymywania kryształów przez zestalanie jest metoda Verneulla opracowana dla wytworzenia dużych monokryształów korundu i spineli. Metoda ta okazała się przydatna do otrzymywania kryształów wielu innych substancji, jak: rutyli, szelit, ferryty i krzemiany (w tym mullit i in.).

Syntezy minerałów dla badań mineralogicznych, petrograficznych i geofizycznych wykonuje się zwykle na drodze hydrotermalnej. Przykładem mogą być prace E. Esborna, R. Roya, O. F. Tuttle i in. Synteza hydrotermalna jest niezastąpiona dla uzyskiwania minerałów zawierających H₂O. Wymagają one jednak skomplikowanej nieraz aparatury ciśnieniowej. O prostszych rozwiązaniach konstrukcyjnych dla tego celu informuje praca G. Simonsa (4). Zwykle substancje otrzymane na drodze hydrotermalnej są drobnoziarniste, a szybkość liniowa wzrostu kryształów jest mała (tab. I).

Ostatnio wzrosło znacznie zainteresowanie metodą krystalizacji z roztworów stopionych soli. Technika tę wypróbowano dla otrzymywania kryształów wielu substancji (tab. II). Zalety jej są następujące.

1. Prostota urządzenia;

2. Duża liczba przydatnych do tego celu niskotopliwych soli, co pozwala na swobodny wybór odpowiedniego rozpuszczalnika;

3. Duża szybkość krystalizacji ze stopu.

Tabela I
LINIOWA SZYBKOŚĆ WZROSTU KRYSZTAŁÓW
KORUNDU W RÓŻNYCH WARUNKACH (WEDŁUG
WHITE'A, 1964)

Metoda syntezy	Temperatura	Linowa szybkość wzrostu
Hydrotermalna	około 650°	0,1 mm/dzień
Ze stopu	około 1200°	1 mm/dzień
Topienie w płomieniu (metoda Verneuil'a)	około 2100°	450 mm/dzień

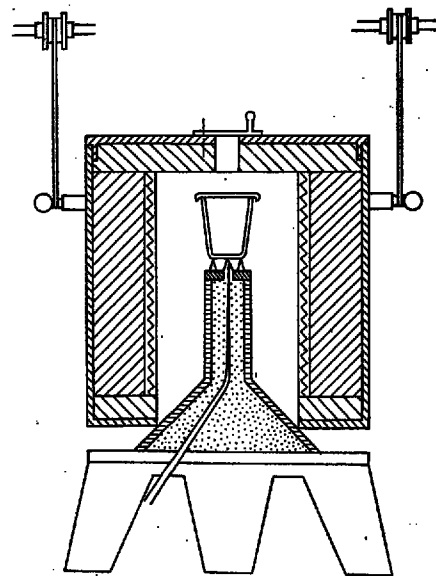
Tabela II
KRYSTAŁY OTRZYMANE DROGĄ KRYSZTAŁIZACJI ZE STOPÓW

Substancja	Stop
BaTiO ₃	KF
KNbO ₃	KF lub KCl
PbZrO ₃	PbF ₂
LiGaO ₂	Li ₂ CO ₃ — GaO — B ₂ O ₃ — — PbO
Y ₃ Fe ₅ O ₁₂	PbO
	PbO — PbF
	BaO — B ₂ O ₃
	PbO — B ₂ O ₃
Y ₃ Al ₅ O ₁₂	ZnF ₂
ZnS(β)	PbF ₂
ZnO	Li ₂ O · 2WO ₃
ThO ₂	Bi ₂ O ₃ — PbF ₂
Al ₂ O ₃ (α)	Na ₃ AlF ₆
CaCO ₃	Li ₂ CO ₃ (atmosfera CO ₂)
CaMg(CO ₃) ₂	MgCl ₂ — CaCl ₂ (atmosfera CO ₂)
3CaO · SiO ₂	CaCl ₂
Ca ₂ Mg [Si ₂ O ₇] (akermanit)	
Mg ₂ [SiO ₄] (fosteryt)	PbO
CaMg [SiO ₃] ₂ (diopsyd)	
CaSiO ₃ (wolastonit)	
LiAl [Si ₂ O ₆] (spodumen)	
Na ₂ [AlSiO ₄] ₆ (sodalit)	LiCl, CaCl ₂ , NaCl

Ujemną stroną jest stosunkowo wysoka temperatura krystalizacji, która wynosi zwykle 800—1300° i konieczność dysponowania tyglami odpornymi na agresywne działanie stopionych soli. Kryształy uzyskane na tej drodze często mają niewielkie wymiary. Biorąc pod uwagę przedstawione zalety metody podjęto próbę sprawdzenia jej użyteczności na przykładzie korundu, minerału stosunkowo łatwo krystalizującego ze stopów.

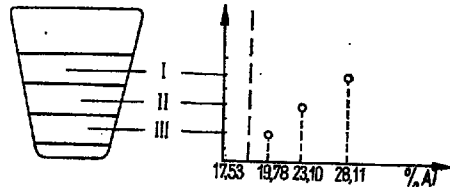
Istnieją dwa zasadnicze warianty hodowli monokryształów w stopach soli niskotopliwych (6). W pierwszym odparowuje się izotermicznie rozpuszczalnik, wskutek czego zwiększa się stężenie tlenku i w konsekwencji następuje wzrost monokryształów, w drugim — wraz z rozpuszczalnikiem odparowuje również częściowo tlenek, który następnie wykrystalizuje w chłodniejszej części naczynia zawierającego stopiony roztwór. Materiał, który ma krystalizować umieszcza się w platynowym tyglu z wystarczającą ilością rozpuszczalnika, aby po podgrzaniu utworzył się jednorodny roztwór. Używa się zwykłego pieca elektrycznego, o kontrolowanej temperaturze, w którym stopiony roztwór mógłby ulegać powolnemu i jednostajnemu ochładzaniu przez okres godzin lub dni.

Ponieważ większość topników jest lotna w znacznym stopniu w temperaturze około 1000°C, pożądane jest stosowanie tygli zamkniętych, nadmierne parowanie topnika może bowiem spowodować wzmoczone zarodnikowanie i w konsekwencji wytworzenie dużej ilości małych kryształów. Stopiony roztwór w miarę oziębiania staje się przesycony, a gdy oziębianie to jest wystarczająco powolne, mogą powstać nieliczne za-



Ryc. 1. Piec do krystalizacji z roztworów stopionych soli.

Fig. 1. Oven for crystallization from solutions of melted salts



Ryc. 2. Zmiana wartości Al w stopie z głębokością.

Fig. 2. Change of Al content in the melt with increasing depth.

rodki krystalizacji (8). Powolne chłodzenie prowadzi się dotąd, dopóki stop nie skrzepnie. Wadą metody topników jest trudność kontroli powstawania zarodków i straty rozpuszczalnika przez parowanie.

Doświadczenia nad otrzymywaniem kryształów korundu ze stopu wykonał jeden z autorów (Z. Sartowski), stosując piec elektryczny oporowy (ryc. 1). Piec ten posiadał możliwość regulacji szybkości, wzrostu i obniżania temperatury w szerokim zakresie. Krystalizację przeprowadzano w tyglu platynowym. Temperaturę mierzono termoparą Pt-Pt Rh 10, która dotykała dna tygla. Przeprowadzono próby z trzema rodzajami topników: kryolitem Na₃AlF₆ i mieszaninami PbF₂ — B₂O₃ oraz PbF₂ — Bi₂O₃. Mieszaniny Al₂O₃ z topnikami rozdrabniano i następnie homogenizowano w młynku kulowym w obecności bezwodnego alkoholu etylowego przez 2 godziny. Dla wywołania zabarwienia kryształów do mieszaniny dodawano 3% Cr₂O₃. Poważną trudność w prowadzonych badaniach stanowił brak opracowanych układów równowag fazowych pomiędzy Al₂O₃, PbF₂, Bi₂O₃, B₂O₃.

Próbę krystalizacji korundu z roztworu Al₂O₃ w kryolicie przeprowadzono stosując stop, który zawierał 87,5% Na₃AlF₆ i 12,5% Al₂O₃, co odpowiada w przybliżeniu składowi mieszaniny eutektycznej. Jego temperatura topnienia wynosi około 962°C. Dokładnie homogeniczną mieszaninę ogrzewano w 1040° przez 24 godziny. Tygiel ze stopem znajdował się w naczyniu porcelanowym wypełnionym izolacyjną masą ceramiczną dla osłony przed szybkimi stratami ciepła. Od góry został on dokładnie przykryty, aby zapobiec ułatnianiu się składników stopu. Stop ochładzano

z szybkością 2°C/godz. do temperatury 960°, dalszy spadek temperatury nie był kontrolowany. W rezultacie otrzymano szczołkę drobnych kryształów korundu o wielkości około 2 mm zabarwionych na czerwono, która wyrosła na przykrywcę tygla. Kryształy miały pokrój sześciobocznych płytek. W stopie natomiast pojawiły się drobne igielkowate kryształy korundu tworząc gęstą siatkę.

Kryształy korundu wyrosłe poza stopem powstały z fazy gazowej na drodze reakcji transportowej. Znałe są liczne przykłady przenoszenia glinu poprzez fazę gazową (3); substancją transportującą może być m. in. AlCl_3 lub AlF_3 .

Oznaczenia zawartości glinu w stopie na różnych głębokościach wykazały, że w pobliżu powierzchni zawierał on 28,1% Al. Zawartość Al maleje wyraźnie z głębokością (ryc. 2). Jest to rezultatem zmniejszania się zawartości lotnych składników stopu w warstwach przypowierzchniowych.

Większe kryształy korundu dało się uzyskać, stosując jako rozpuszczalnik PbF_2 z dodatkiem B_2O_3 . Mieszanina ta jest często używana dla otrzymania kryształów różnych substancji, m. in.: ZnO , ZrO_2 , TiO_2 i inne. Mieszanina wyjściowa zawierała: PbF_2 — 94,85%, Al_2O_3 — 4,2%, B_2O_3 0,86%. Ogrzewano ją przez 3 godziny w 1300°, a następnie wolno chłodzono, z szybkością 8°C/min. do 960°. Dalej studzenie przebiegało w sposób niekontrolowany, aż do temperatury pokojowej. Kryształy korundu wykrywały się na dnie i na ścianach tygla w postaci płytek o pokroju heksagonalnym. Wielkość powierzchni płytek wynosiła przeciętnie około 1,5 cm².

Podobne rezultaty otrzymano, krystalizując korund ze stopu PbF_2 — Bi_2O_3 . Otrzymano kryształy o odmiennym pokroju. Są one wydłużone i mają zarys romboedryczny. Zmiana kształtu jest, jak się wydaje wynikiem mniejszej zawartości PbF_2 w stopie, co pozostaje w zgodzie z obserwacjami poczynionymi przez R. C. Linaresa (2). Mieszanina wyjściowa użyta

SUMMARY

Experiments aiming to obtain corundum monocrystals from solutions of melted salts are described. The crystallization from a melt composed of PbF_2 with boron oxide or bismuth added yielded the most encouraging results. The crystallizations from solutions of easily melting salts provides a convenient method of obtaining crystals of some substances for laboratory tests.

JÓZEF BAŻYŃSKI, ANDRZEJ KUHN
Instytut Geologiczny

REJESTRACJA OSUWISK W POLSCE

UKD 624.131.537+624.131.543+561.311.235(083.8)(438)

Osuwiska w Polsce stanowią od dawna istotny problem gospodarczy nie tylko na terenach górskich, ale również na rozległych obszarach Niżu Polskiego. Straty związane z rozwojem ruchów zboczy w postaci uszkodzonych lub zniszczonych domów, dróg, zagrożonych linii kolejowych i uszczuplenia arealu gruntów uprawnych, szacuje się na dziesiątki milionów złotych w skali rocznej.

Proces osuwiskowy ma charakter skomplikowany, stanowi wypadkową takich czynników, jak: lokalne warunki geologiczne i hydrogeologiczne, predyspozycja morfologiczna i klimat; jego rozwój w czasie jest trudny do przewidzenia. Geologiczno-inżynierskie prognozowanie osuwisk wymaga przede wszystkim szerokich badań regionalnych i zebrania materiału statystycznego, a następnie długotrwałych obserwacji

w tym eksperymencie miała skład: PbF_2 — 53,64%, Bi_2O_3 — 38,87%, Al_2O_3 — 7,69%. Warunki krystalizacji były takie jak poprzednio. W obu opisywanych przypadkach zaobserwowano wyraźne straty niektórych składników stopu wskutek parowania.

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń stwierdzono, że kryształy korundu można otrzymać stosunkowo łatwo, poprzez krystalizację roztworów stopionych soli. Najlepsze rezultaty uzyskuje się używając jako rozpuszczalnika mieszaniny PbF_2 z tlenkami boru i bizmutu. Dobierając starannie reżim krystalizacji i prowadząc krystalizację na wprowadzonym do stopu zarodku, można by uzyskać dość łatwo duże monokryształy.

LITERATURA

1. Gilman J. J. — The art and science of growing crystals. Nowy Jork, 1963.
2. Linares R. C. — Growth of refractory oxide single crystals. Jour. Appl. Physics, 1962, 35, 1747—1749.
3. Schafer H. — Chemische transportreaktionen. Lipsk, 1964.
4. Simons G. — High pressure geophysics equipment and results. Jour. Geol. Education, 1968, 14, 21—29.
5. Stubican W., Roy R. — Isomorphous substitution and infrared spectra of the layer lattice silicate. Am. Min. 1961, 46, 32—51.
6. Tsushina K. — Molten salt vaporization methods for growing single crystals of refractory oxides. Jour. of Appl. Phys. 1966, 37, 443—444.
7. Yoder H. S., Engster H. P. — Synthetic and natural muscovites. Geochim. et Cosmochim. Acta. 1955, 8, 225—280.
8. White A. D. — Crystal growth techniques I, Hilger Jour. 1964, 4, 61—69.

РЕЗЮМЕ

В статье описан опыт получения монокристаллов корунда из раствора расплавленных солей. Наилучшие результаты можно получить путем проведения кристаллизации из сплава, состоящего из PbF_2 с добавкой окиси бора или висмута. Метод кристаллизации из растворов легкоплавких солей является удобным способом получения кристаллов некоторых веществ для лабораторных исследований.

stacjonarnych wybranych odcinków zboczy. Szczególnie ważne, a zarazem najtrudniejsze jest uchwycenie wczesnej, inicjalnej fazy rozwoju formy osuwiskowej poprzedzającej katastrofalne ścięcie lub obryw mas skalnych, czy też gruntowych.

Z powodu niedostatecznego rozwoju tego rodzaju systematycznych badań nie obserwuje się postępu w dziedzinie przewidywania i zapobiegania groźbie ruchów osuwiskowych. Istnieje więc poważna dysproporcja pomiędzy potrzebami projektowymi budownictwa a aktualnym rozpoznaniem problemu osuwisk w sensie ilościowym i regionalnym. Brak rozpoznania bądź też niedocenienie niebezpieczeństwa powoduje często subiektywną, intuicyjną ocenę tych zjawisk, co prowadzi w praktyce do szeregu tragicznych pomyłek, przy czym dostatecznie wymownymi

przykładami są tutaj katastrofy Vaillont, w Handlowej czy też mniej znane osuwisko w dolinie rzeki Visočica w Starej Planinie (północno-wschodnia Serbia). To ostatnie powstało w 1963 r. i stanowiło gwałtowny spływ zwietrzelin o kubaturze 4 mln m³. Osuwisko przegradziło rzekę tworząc olbrzymią zapórę wysokości 36 m i długości ponad 0,5 km. Wytworzone w ten sposób jezioro groziło, w wypadku przerwania naturalnej tamy, zalaniem rejonu miasta Niš. Walka ze skutkami osuwiska trwała 22 miesiące. W efekcie skomplikowanych prac inżynierskich zbiornik został opróżniony poprzez specjalnie wybudowany tunel.

W warunkach polskich nie doszło wprawdzie do ruchów o tak gigantycznych rozmiarach, w których zaangażowane byłyby miliony metrów sześć. materiału skalnego, jednakże aktywizacja osuwisk w okresie ostatnich kilku lat budzi uzasadniony niepokój.

W latach 1966—67 zaobserwowano wzmożenie ruchów zbczcy w szeregu rejonach osuwiskowych Polski, a szczególnie na obszarze wschodniej krawędzi Wyżyny Sandomierskiej. Ma to swój związek ze specyfiką budowy geologicznej, a mianowicie z występowaniem pod lessami stosunkowo cienkiej warstwy ilów warwowych mających tendencję do uplastyczniania. Cykliczne odmiadżanie się tego obszaru osuwiskowego spowodowane jest opadami powyżej przeciętnej oraz postępującym procesem denudacji zbczcy i obnażaniem warstw ilów warwowych.

Dostatecznie wymownym przykładem jest tutaj osuwisko w obrębie starej zabytkowej części Sandomierza, które uaktywniło się na wiosnę w 1967 r. i któremu prasa nadała rangę wydarzenia sensacyjnego i wyjątkowego. Na marginesie warto wspomnieć, że tendencję osuwiskową i możliwość powstania aktywnych ruchów w tym miejscu przewidywano już w 1963 r.*

Jednocześnie w tym samym okresie w bliskim sąsiedztwie Sandomierza, we wsi Kamień Nowy powstało osuwisko w analogicznych warunkach i sytuacji morfologicznej. Osuwisko to miało o wiele większe rozmiary i zniszczyło kompletnie gospodarstwo wiejskie. Tylko szczęśliwemu przypadkowi należy zawdzięczać, że nie było ofiar w ludziach. Następną formą osuwiskową długości około 290 m we wczesnej fazie rozwoju zaobserwowano w pobliżu Dwikoz. Obszar ten wymaga szczególnie bacznej obserwacji, gdyż wszystkie objawy wskazują na powstawanie nowego, dużego pola osuwiskowego o powierzchni około 1 ha, które zagraża kilku gospodarstwom wiejskim.

Alarmujące doniesienia prasowe odnośnie do osuwiska w Sandomierzu spowodowały olbrzymie zainteresowanie i zaniepokojenie społeczeństwa, tym bardziej, że w poprzednich latach pisano wielokrotnie o wypadkach zapadania się podziemi i awariach budynków w tym mieście. Dzięki energii władz miejskich i uchwale KERM zmobilizowano wszelkie dostępne wówczas siły i środki zarówno państwowe, jak i społeczne w celu ratowania miasta. W efekcie przeszło dwuletnich, szeroko zakrojonych prac przy zaangażowaniu licznych instytucji naukowych (w tym także Instytutu Geologicznego) i przedsiębiorstw, groźba dalszego rozwoju procesów niszczących na skarpie sandomierskiej została zażegnana. W obecnej chwili prace zabezpieczające są na ukończeniu. Główny element oporowy stanowią studnie opuszczone aż do podłoża kambryjskiego (ok. 6 m) oraz ruszt przestrzenny oparty dodatkowo na palach (autorem koncepcji zabezpieczenia jest prof. Z. Wiłun). Skarpa ponadto została wyprofilowana pod kątem 30° i zabezpieczona przed rozmywaniem powierzchniowym.

Sprawa Sandomierza spowodowała zwrócenie uwagi na konieczność dostatecznie wczesnego wykrycia obszarów predysponowanych do powstawania osuwisk oraz stanowiła sygnał przeciw lekceważeniu niebezpieczeństwa i niedostrzeganiu tych zjawisk. Do-

datkowym aspektem tej sprawy było zwrócenie uwagi na poważny problem zabezpieczenia starych miast posadowionych na lessach i niszczonego w następstwie rozmywania podłoża fundamentowego. Dlatego też uchwała KERM nałożyła na resort geologii obowiązek zarejestrowania zarówno zjawisk osuwiskowych, jak i stref zapadliskowych na obszarach lessowych w miastach i osiedlach na terenie kraju. Tematyka ta już od szeregu lat miała swoje odbicie w pracach Instytutu Geologicznego.

Pierwsze prace nad charakterystyką strefy fundamentowej i szkodliwym rozwojem sufozji oraz procesów rozmywania podłoża lessowego w specyficznych warunkach miejskich prowadzone były w Kłodzku w latach 1959/60. Od tego czasu Instytut Geologiczny konsekwentnie zwracał uwagę na istniejący stan zagrożenia w starych miastach posadowionych na lessach i sygnalizował o konieczności podjęcia szeregu badań i prac zabezpieczających.

Problem rejestracji zjawisk geologiczno-dynamicznych podjęty został już w 1958 r. Przeprowadzono wówczas ankietę wśród geologów i instytucji związanych z budownictwem, kopalnictwem oraz wśród wszystkich, którzy mogli w praktyce zetknąć się z osuwiskami. Zebrane materiały w liczbie kilkuset ankiet zezwoliły na ogólne zorientowanie się w rejonizacji tych zjawisk na obszarze kraju. W następnych latach Zakład Geologii Inżynierskiej Instytutu Geologicznego opracował osuwiska na obszarze Skarpy Skolwińskiej w pobliżu Szczecina. Badaniami osuwisk w Polsce południowej zajmuje się od szeregu lat Oddział Karpacki Instytutu Geologicznego.

Nowy etap badań rozwinął Zakład Geologii Inżynierskiej IG na podstawie zarządzenia prezesa Centralnego Urzędu Geologii z dnia 18 stycznia 1968 r. o rejestracji osuwisk i zapadlisk w rejonie miast i osiedli w Polsce. Biorąc pod uwagę czysto praktyczny i ekonomiczny, a przede wszystkim społeczny aspekt rejestracji zakres badań został przez Instytut Geologiczny nieco poszerzony. Praktyka wykazuje bowiem, że w miastach i osiedlach niszczącą działalność ruchów osuwiskowych jest na ogół znana. Największe jednak niebezpieczeństwo ukryte jest w niezajomości tych ruchów na terenach przeznaczonych dopiero pod zabudowę. Biorąc powyższe pod uwagę Instytut Geologiczny rozszerzył zakres rejestracji również na obszary nie będące aktualnie zabudowane, ale które mogą stać się terenem ekspansji budowlanej: komunikacyjnej, mieszkaniowej lub przemysłowej. Oczywiście, że najcenniejszą informacją o osuwiskach jest właśnie wskazówka na etapie planowania lub nawet projektowania, a więc wówczas, gdy bez dodatkowych nakładów finansowych i bez szkód społecznych można odpowiednio wcześniej skorygować rodzaj projektowanego zagospodarowania terenu. Przy takim sformułowaniu zadania rejestracją objęty zostaje cały obszar kraju, a sens logiczny rejestracji może być wówczas osiągnięty. Okazuje się również, że koszt rejestracji całego obszaru Kraju nie jest dużo większy od kosztów badań tylko miast i osiedli. Zresztą trudno byłoby w praktyce znaleźć jakąś rozsądną granicę terenu badań.

Należy jeszcze na marginesie wyjaśnić, że rejestracją nie będą objęte pewne trudno dostępne obszary Bieszczadów, a na pozostałych obszarach leśnych dokładność rejestracji jest mniejsza. Rejestracją nie zostaną również objęte zapadliska spowodowane eksploatacją złóż. Szkody górnicze są rejestrowane przez odpowiednie urzędy górnicze i ich występowanie uwzględniono podczas projektowania obiektów budowlanych.

Ze sformułowania uchwały KERM wynika, że rejestracja dotyczy dwu zasadniczych problemów geodynamicznych: osuwisk i zapadlisk na lessach. Osuwiska jako proces naturalny, aczkolwiek zainicjowany różnymi przyczynami, mogą się w różnym nasileniu rozwinąć na obszarze całego kraju. Natomiast zapadliska w sensie uchwały KERM spotykamy wyłącznie na obszarach występowania lessów i tylko w miastach, w których wykonano w przeszłości historycznej

* A. Kühn — 1963 — Sprawozdanie ze wstępnych prac badawczych dotyczących strefy fundamentowej w Sandomierzu.

podziemne wyrobiska w postaci piwnic, magazynów, lochów, korytarzy itp. Wyjaśnić należy w tym miejscu, że podczas rejestracji zanotowane zostaną naturalne procesy zapadania powierzchni w wyniku działania procesów krasowych i sufozji. Zagadnienie to jest jednak marginesowe. Poza dążeniem do objęcia rejestracją możliwie całego obszaru kraju Instytut Geologiczny dążył do zebrania maksymalnych wiadomości o samych osuwiskach. Celowi temu służy stosunkowo szczegółowo opracowana instrukcja robocza, a przede wszystkim karta rejestracyjna.

Niektórzy autorzy map geologicznych w skali 1:50 000 opracowywali obszary osuwiskowe w trakcie zdjęcia terenowego. W tym przypadku rejestracja sprowadziła się do sporządzenia kart rejestracyjnych z mapy korzystając z konsultacji autora i krótkiego przeglądu terenu w przypadkach wątpliwych. Niestety mapami z naniesionymi osuwiskami jest pokryty nieznaczny obszar kraju. Na pozostałych obszarach instrukcja przewidywała analizę wszelkich materiałów archiwalnych, szczególnie map geologicznych, w tym w skali 1:100 000, dokumentacji geologiczno-inżynierskich, zdjęć lotniczych itp. pod kątem zbieżności czynników morfologicznych i litologicznych jako warunkujących predyspozycję osuwiskową. Zwrócono uwagę na konieczność wydzielenia obszarów, na których na powierzchni lub w podłożu występują „osuwiskotwórcze” grunty spoiste, jak np.: ility warwowe, ility krakowieckie, ility septariowe, ility pliczeńskie, zwietrzliny gliniaste itp. oraz wydzielenia obszarów o zaburzeniach glacitektonicznych, które jak wiadomo potęgują tendencję osuwiskową.

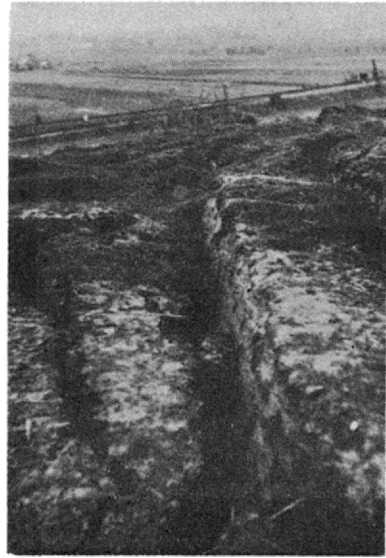
Na obszarach, na których w wyniku analizy topografii i geologii stwierdzono niekorzystną zbieżność warunków litologii, sposobu występowania warstw i morfologii dokonuje się przeglądu terenu i po stwierdzeniu osuwiskowego charakteru wypełnia się kartę rejestracyjną. Instrukcja zaleca również przeprowadzenie wywiadów z geologami wojewódzkimi, z biurami projektowymi i z terenowymi przedsiębiorstwami geologicznymi.

Czynność rejestracyjna w terenie polega na naniesieniu na mapę umownymi znakami osuwisk aktualnie czynnych, nieczynnych, złazisk pokrywy zwietrzelinowej oraz potencjalnych i predysponowanych obszarów osuwiskowych. Dla większych obszarów osuwiskowych przewidziano symbole na morfologiczne elementy osuwisk. Zalecono również naniesienie na mapę zjawisk wodnych, jak: źródła, wysięków, cieków, zbiorników wodnych, podmokłości i zagłębień bezodpływowych.

Układ karty rejestracyjnej zobowiązuje do maksymalnego zebrania wszystkich możliwych danych o osuwisku. Poza danymi o lokalizacji i rozmiarach osuwiska karta rejestracyjna zawiera następujące rubryki: typ osuwiska, stopień aktywności, jakim obiektom zagraża, powstałe szkody, sposób użytkowania terenu, budowa geologiczna, przejawy wód powierzchniowych i gruntowych, bezpośrednia przyczyna ruchu osuwiskowego i rozwój osuwiska w czasie. W miarę możliwości należy skonstruować schematyczny przekrój oraz podać dane dotyczące stanu badań (ryc. 2).

Jest oczywiste, że nie we wszystkich przypadkach udaje się wypełnić kartę rejestracyjną bardzo szczegółowo, tym bardziej że podczas rejestracji nie przewidziano żadnych robót geologicznych. Chodzi jednak o to, aby w miarę możliwości zebrać w terenie maksymalną ilość danych.

Na innych nieco zasadach przeprowadza się rejestrację zapadlisk w miastach posadowionych na lessach. Dla każdego obszaru miejskiego, na którym stwierdzono lub istnieje prawdopodobieństwo występowania szkód budowlanych w wyniku rozmywania i zapadania się podłoża lessowego nad wyrobiskami opracowuje się operat inwentaryzacyjny skadający się z mapy oraz dokumentacji tekstowej. Na mapie wydziela się wyrobiska podziemne, stopień ich zawilgocenia, uszkodzenia, jak również szkody budowlane



Ryc. 1. Fragment osuwiska w Kamieniu Nowym.

Fig. 1. Fragment of a landslide in Kamień Nowy.

występujące w części nadziemnej i w nawierzchni ulic. W części tekstowej poza tłem geologicznym omawiane są przyczyny i skutki szkód budowlanych oraz wytyczne dla prac zabezpieczających. Każdy obiekt udokumentowany jest planem, opisem i fotografiami.

Generalnym wykonawcą prac rejestracyjnych jest Instytut Geologiczny wraz ze swymi oddziałami zamiejscowymi, a jednostką wiodącą jest Zakład Geologii Inżynierskiej. Prace rejestracyjne wykonywane są częściowo przez Instytut Geologiczny; większość jednak została zlecona następującym instytucjom: Geoprojektowi w Warszawie, Wrocławiu, Krakowie, Gdańsku; Przedsiębiorstwom Hydrogeologicznym w Krakowie i Poznaniu, Instytutowi Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej Uniwersytetu Warszawskiego, Politechnice Gdańskiej i Szczecińskiej oraz Zespołowi Badań i Dokumentacji Podziemi Speleoklubu Warszawskiego.

Zakończenie prac rejestracyjnych przewidziano do końca 1970 r. Mimo trudności prace rejestracyjne na większości obszarów przebiegają prawidłowo. Pewne perturbacje spowodowane brakiem wykonawców notuje się w województwie rzeszowskim.

Pierwsze opracowanie powiatów i pierwsze dokumentacje zapadlisk dla miast napływają już do Zakładu Geologii Inżynierskiej, który przystępuje do przygotowania materiałów do druku. W trakcie analizy materiałów okazało się, że szczególnie cenny materiał zawarty jest w dokumentacjach miast posadowionych na lessach, opracowany przez zespół ekspertów ze Speleoklubu Warszawskiego między innymi dla Zamościa, Tomaszowa Lub., Złotoryji, Lwówka Śl. Wiele budynków w tych miastach stanowi bardzo dużą wartość zabytkową, a niektóre z miast np. Zamość są unikalnymi obiektami zabytkowymi w skali światowej. Według opracowań Zespołu Badań Podziemi w miastach tych obserwuje się szybko postępujący proces niszczenia budynków i obecnie około 30% budynków wymaga kapitalnego remontu. Szkody budowlane w miastach posadowionych na lessach są analogiczne i obejmują spękania ścian nośnych, wyburzenia ścian piwnic, spękania i zerwania stropów piwnic. Nadmierne zawilgocenie powoduje poza tym murszenie cegieł, wymywanie zaprawy i odpadanie tynków. Rozmywanie podłoża lessowego powoduje tu często niszczenie nawierzchni ulic.

Ogólną przyczyną powstawania procesu sufozji i rozmywania jest nieuregulowany system odwodnienia i wadliwie działająca sieć wodociągowo-kanalizacyjna.

Inwentaryzacja szkód budowlanych z ogólnym rozpoznaniem przyczyn tych szkód zezwoli na racjonalne zaplanowanie prac konserwatorskich i zabezpieczających przed dalszą dewastacją szeregu miast. Z badań wynika jednoznacznie, że bez uregulowania stosunków wodnych remontowanie poszczególnych budynków jest i będzie bardzo kosztowną fasadowością. Biorąc pod uwagę awaryjny stan szeregu obiektów w poszczególnych miastach Instytut Geologiczny postanowił przekazać podstawowe dokumenty odpowiednim władzom przed upływem terminu rejestracji w celu przyspieszenia planowania i realizacji robót zabezpieczających.

Zebrany, bardzo obszerny materiał zgromadzony będzie w Zakładach Geologii Inżynierskiej Instytutu Geologicznego i redakcyjnie opracowany w formie mapy orientacyjnej w skali 1:300 000 dla obszaru Nizy Polskiego i 1:200 000 dla Karpat. W formie symboli pokazana będzie orientacyjnie lokalizacja osuwisk czynnych, martwych i zagrażających aktualnie obiektom budowlanym. Według numeracji powiatów każdy zainteresowany dotrzeć będzie mógł do kartotek podstawowej i szczegółowej lokalizacji w skali 1:25 000. Kartoteka znajdować się będzie w Archiwum Dokumentacji Źródłowej Instytutu Geologicznego i dostępna będzie na ogólnych zasadach.

W następnych latach Instytut Geologiczny projektuje opracowanie i wydrukowanie materiałów rejestracyjnych poszczególnymi województwami tak, aby dotarły one do każdego biura projektowego i pracowni planowania przestrzennego. Materiały rejestracyjne zezwola również na racjonalne zaplanowanie dalszych szczegółowych badań metodycznych poszczególnych rejonów osuwiskowych, jak również ułatwią rejonizację i koordynację badań.

Opracowane materiały rejestracyjne staną się podstawą do zaplanowania akcji zabezpieczającej w skali ogólnokrajowej oraz do racjonalnego zaprojektowania

1. Lokalizacja osuwiska		ark. 1:300 000	2. Nr ewid.
Miejscowość: Kłodów		ark. 1:100 000	
Powiat: P		S.	
Województwo: z=		y=	z=
3. Charakterystyka morfologiczna		Złocze doliny, niskie, Nisza rozwinęta, nieregularna.	4. Typ osuwiska: B ₅
i= 25°	d ₁ = 100 m	Liczne rowy, szczeliny.	Zauw. za ścięcia w materiale warstw.
b= 70°	d ₂ = 115-120 m	Zauw. typu tarasowego, skład się z 3 poz., czono spigłone, wys. 1 m.	Stożek aktywności Ib
h= 25 m	p= ok. 0,8 ha		
h ₀ = 15-12 m	g= 8% - 6 m		
i ₀ = 25°	Q=		
S= 80 m	48.000 m ³		
5. Jakim obiektem zagraża, powstałe szkody, sposób użytkowania terenu. Osuwisko zniszczyło całkowicie 1 gospodarstwo wiejskie oraz ok. 0,5 ha gruntów uprawnych.			
6. Budowa geologiczna w strefie podłoża występującej warstwy miąższości 0,5 - 1,0 m, przykryte lessami grubości 1,0 - 10,0 m. Warstwa żyzna zapada w kierunku pzn. /ca 10°-12°/, grubość warw ilastych 2 cm.			
7. Przejwy wód powierzchniowych i gruntowych. Wysięki wód gruntowych na strapie dół w obrębie osuwiska kilka jeziorok w zagłębieniach bezodpornych.			
8. Bezpośrednia przyczyna ruchu osuwiskowego: postępujący proces denudacji zboczy, opady powyżej, przejstnej w okresie jeźeni 1966 r.			
9. Rozwój osuwiska w czasie: powstało w marcu 1967 r., ruch kolumniów początkowo szybki /w kwietniu 1967 r. 6 m/miesiąc / powoli wygasa			
10. Schematyczny przekrój			
11. Dane dotyczące stanu badań osuwiska pod stałą obserwacją Z.G.I. I.G.			
12. Uwagi: w bezpośrednim sąsiedztwie ślady dawnych ruchów osuwiskowych /zarodnięte nisze i liczne kępy/			Autor karty rejestracyjnej: Andrzej Kuhn
			Z.G.I., I.G.

Ryc. 2. Karta rejestracyjna.

Fig. 2. File card.

i zagospodarowania tych terenów osuwiskowych, które w dotychczasowej praktyce budowlanej sprawały tyle kłopotów.

SUMMARY

In 1968 the Geological Institute initiated the registration of landslides, collapsing phenomena and building damages caused by washing out of the bedrock in towns situated on loesses. This wide registration work was caused directly by the catastrophic landslides and an intensification of these phenomena in spring 1967. A number of enterprises and scientific institutions cooperate with the Geological Institute and its branches. The data collected in the form of file cards are presented to the Section of Engineering Geology of the Geological Institute. After a careful selection of the data a map of landslide and potentially threatened areas is compiled.

The results will serve as a basis for an adequate planning of prevention methods and for establishing building standards for the landslide areas. This action is expected to be concluded by the end of 1970. The present paper presents the methods of registering the landslides and the collapsing of loess grounds.

РЕЗЮМЕ

В 1968 г. Геологический институт приступил к составлению учета всех оползней, осадков и разрушения строительных объектов, вызванных размывами оснований в городах, расположенных на лёссах. Необходимость составления такого учета была вызвана активным развитием оползней, которые особенно усилились весной 1967 г. Кроме Геологического института эти работы осуществляются рядом предприятий и научных заведений. Все материалы в виде регистрационных карточек передаются в Отделение инженерной геологии Геологического института. На основании этого материала составляются карты оползней и районов, подвергнутых опасности развития оползней.

Эти данные будут составлять основу рационального планирования строительства и средств на противооползневые мероприятия при застройке оползневых районов. Завершение этих работ предусматривается на 1970 г. В статье описываются правила и способы учета оползней и осадков лёссового основания.

TENANTYT I MINERAŁY WSPÓLWYSTĘPUJĄCE Z ŻYŁY KRUSZCOWEJ W DOŁOMITACH DOLNEGO CECHSZTYNU W KOPALNI POLKOWICE

UKD 549.355.3:553.2:553.43.065:552.543:551.736.3(436.262—17 Polkowice — kopalnia)

W czasie wykonywania wyrobisk górniczych kopalni rud miedzi w Polkowicach zostało stwierdzone przez J. Lubachę nagromadzenie masywnych rud wypełniających szczeliny w dolomitach dolnego cechsztynu (cyklotemu 1). Największe zgrubienie ciała rudnego, w miejscu rozchodzenia się dwu szczelin w formie litery Y, dochodzi do kilkunastu centymetrów.

Wstępne badania mikroskopowe, rentgenostrukturalne oraz analiza spektralna, pozwoliły na oznaczenie głównych minerałów rudnych. Wyniki proszkowej analizy rentgenostrukturalnej wykonanej przez M. Stępniewskiego z Zakładu IG zestawiono w tabeli.

Głównym minerałem rudnym żyły jest szaroniebieskawy minerał z grupy tenantytu. W mniejszych ilościach występują bornit i chalkopiryt oraz chalkozyn i sfaleryt. Minerałami nierudnymi są kalcyt i baryt. Ponadto w chalkozynie i tenantycie stwierdzono kilka wrostków o średnicy do 30 μ minerału o bardzo dużej zdolności refleksyjnej. Intensywnie żółta barwa, izotropowość, mała twardość oraz negatywna reakcja z HNO_3 wskazują, że może to być złoto rodzime.

Tenantyt tworzy główną masę rudną otaczającą inne minerały kruszcowe. Automorficznie wykształcone piramidy tenantytu widoczne są na kontakcie z barytem, a niekiedy także na kontakcie z kalcytem. W wyseparowanej próbce tenantytu stwierdzono spektralnie zawartości następujących pierwiastków: As — XO; Sb — O,OX; Ag — X₂O—O,X; Zn — XO₂O—X₂O; Fe — X₂O—O,X; Pb — X₂O—O,X; Bi O,OX. Podane powyżej wyniki analizy spektralnej wskazują, że występujący w żyłce tenantyt, ze względu na wysoką zawartość Zn, a także domieszkę Ag, można zaliczyć do odmiany zwanej binitem (Minerały, t. I, str. 342, Moskwa, 1960). Nie wyjaśniona jest stosunkowo duża zawartość ołowiu, gdyż w preparatach polerowanych nie stwierdzono galeny, a jej obecność należałoby podejrzewać.

Bornit tworzy najczęściej kierunkowo ułożone, wydłużone zrosty z chalkopirytem. Rzadziej występują drobnoziarniste relikty bornitu rozproszone nieregularnie w tenantycie. Pola rozproszonego bornitu zajmują nieregularną powierzchnię o średnicy kilku, a nawet kilkunastu milimetrów.

Chalkopiryt występuje najczęściej w zrostach z bornitem, a niekiedy duże ziarna chalkopiryty przecinane są gęstą siecią żyłek, bornitu, tenantytu i chalkozynu.

Sfaleryt o barwie szarej wykształcony jest w postaci drobnych, nieregularnych ziarn rozproszonych w tenantycie. Ziarna sfalerytu zajmują pola o kształcie najczęściej zbliżonym do prostokąta. W środkowej części takich pól zagęszczenie ziarn sfalerytu jest największe.

WYNIKI ANALIZY RENTGENOSTRUKTURALNEJ

Badana próbka		Tenantyt (Michiejew test 170a)		Sfaleryt (Minerały str. 200)	
d	I	d	I	d	I
4,17	11	4,16	6		
3,62	7	3,70	3		
3,43	16			(3,458)	4
3,12	130			3,116	10
2,95	210	2,95	10		
2,73	12	2,74	3		
2,71	10			2,706	2
2,56	27	2,56	7		
2,41	14	2,41	5		
2,14	5			(2,145)	4
2,10	10	2,09	3		
2,00	9	2,01	4		
1,91	85			1,908	9
1,87	17	1,87	6		
1,81	70	1,81	9	1,805	3
1,75	6	1,77	2		
1,70	5	1,71	2		
1,66	10	1,66	4		
1,63	28			1,630	8
				1,650	1
1,54	24	1,54	9		
1,35	6			1,350	2
1,24	10			1,245	4
1,10	11			1,104	5

Aparat Geigerflex f-my Rigaku-Denki. Antykateda Cu, filtr Ni.

Chalkozyn o ledwo widocznej anizotropii występuje najczęściej przy ziarnach kalcytu oraz skupieniach i żyłkach barytu, a niekiedy tworzy otoczki wokół bornitu i żyłki w chalkopirycie i tenantycie.

Na podstawie wstępnych obserwacji wydaje się, że kolejność krystalizacji jest następująca: chalkopiryt, bornit, sfaleryt, tenantyt, chalkozyn, kalcyt i baryt.

Paragenetyczny zespół minerałów, a szczególnie duża ilość cynkowo-srebrowego tenantytu może wskazywać na hydrotermalne pochodzenie mineralizacji. Żyłowy charakter barytu występującego w szczelinach wraz z okruchami brekcji dolomitowej przemawia również za hydrotermalnym wypełnieniem szczelin.

Stwierdzenie przejawów działalności hydrotermalnej w obszarze występowania złóż rud miedzi monokliny przedsudeckiej, może mieć wpływ na rozważania na temat genezy tych złóż.

Należy podkreślić wstępny charakter powyższych obserwacji. Dokładniejsze badania na większej ilości materiału są w toku i zapewne pozwolą na szersze opracowanie mineralizacji. Badania te będą przedmiotem oddzielnej publikacji.