

Jerzy KOTOWSKI, Tomasz STRZELECKI

Znaczenie B-lineacji w geologii strukturalnej i górnictwie

WSTĘP

Ostatnio, często jest omawiany problem B-lineacji, szczególnie w odniesieniu do krystalicznych formacji Sudetów. Większość prac poświęconych temu zagadnieniu ogranicza się do podawania wzajemnych wielkych stosunków, asocjacji form mineralnych, analizie orientacji przestrzennej lub sposobu wykształcenia B-lineacji (J. Oberc, 1966, 1967; H. Teisseyre, 1967 i in.). Nie porusza się w nich na ogół praktycznego aspektu B-lineacji, który naszym zdaniem jest jednym z ważnych zagadnień, szczególnie w górnictwie, wiertnictwie i geologii strukturalnej. Wzmianki na ten temat znajdują się jedynie w pracach H. Teisseyre'a (1967) i J. Kotowskiego (1963, 1968).

W niniejszym artykule zwróciliśmy uwagę na praktyczne znaczenie B-lineacji, które może zostać wykorzystane w wiertnictwie, przy uprzednio wykonanych pomiarach statystycznych B-lineacji. Słuszność wniosków może zostać sprawdzona w terenie, a interpretacja potwierdzona wierceniami.

Zagadnienie rozważano dla płaskiej powierzchni terenu, przypadków z pochyłą powierzchnią terenu nie analizowano, stanowi ono przedmiot oddzielnego opracowania.

ZAŁOŻENIA TEORETYCZNE

Powierzchnia warstwowania w skałach osadowych i foliacja w skałach metamorficznych (często utożsamiana ze zgneisowaniem) — odpowiednik rosyjskiego *kliważ tieczenia* (G. D. Ażgirej, 1956), angielskiego *flow cleavage* (M. P. Billings, 1946) — ustawiona jest w skorupie ziemskiej pod różnym kątem — od poziomej orientacji do pionowej włącznie. Powierzchnia foliacji rozwija się zgodnie z głównymi kierunkami średnich naprężeń σ_1 i σ_2 , jest wyznaczana przez koordynaty struktury a i b w prostokątnym układzie współrzędnych. Niekiedy przy skośnym układzie współrzędnych istnieją odstępstwa od tej zasady. Podobną orientację wykazuje również B-lineacja, która jest reprezentowana przez różnie wykształcone struk-

tury liniyjne, generalnie równoległe zorientowane przestrzennie do osi fałdów dużych jednostek w obrębie górotworu (E. Cloos, 1958). Istnieje kilka kombinacji wyżej wymienionych struktur powierzchniowych (*planar structures*) i struktur liniyjnych (B-lineacji). Dla ich matematycznego określenia przyjęto umownie następujące oznaczenia:

- α — kąt upadu powierzchni warstw (foliacji),
- φ — kąt upadu lineacji wg E. Sz. Hills (1967, p. 140),
- β_1 — azymut upadu warstw (foliacji),
- β_2 — azymut lineacji,
- γ — kąt nachylenia powierzchni terenu,
- a — odległość dwóch punktów (miejsce wykonania pomiaru lineacji a punktem otworu wiertniczego),
- h — głębokość, na której nawiercona zostanie B-lineacja.

Ustalono następnie, że warstwy wykazują stałą miąższość na znacznych odległościach i że upad warstw (powierzchni foliacji i lineacji) jest stały. Dla dalszego ułatwienia przyjęto, że otwór wiertniczy jest pionowo ustawiony, zlokalizowany na linii azymutu B-lineacji. W przyrodzie takie zjawiska występują jednak rzadko lub ograniczają się do niewielkiego obszaru. Przyjęcie do rozważań matematycznych krzywych, jakże wyznaczają w przestrzeni powierzchni foliacji oraz lineacje, jest niemożliwe zarówno ze względu na charakter równań, jak też z powodu nieznamości krzywych w terenie, które mają opisywać te równania. Rozwiązania matematyczne są możliwe do wykonania szczególnie w przypadku korelowania wyników zasad intersekcji i orientacji B-lineacji, jak np. w krystaliniku izerskim, lecz to już wymaga oddzielnego opracowania.

Lokalnie lub przy szczegółowej analizie statystycznej orientacji przestrzennej wzory te z bardzo dużym prawdopodobieństwem można stosować w praktyce. Dla niektórych obszarów, w których orientacja B-lineacji wykazuje regularny przebieg, podane wzory mogą mieć istotne znaczenie praktyczne, które należy wykorzystać w wiertnictwie oraz w geologii strukturalnej. Przyjęto, że B-lineacja występuje na powierzchni warstw (foliacji).

ZNACZENIE PRAKTYCZNE B-LINEACJI W GEOLOGII

Omówimy tu dwa warianty rozwiązań omawianego zagadnienia, na podstawie których wyprowadzono wzory matematyczne i rozpatrzono dwa terenowe przypadki ich wykorzystania:

1. Wariant a — powierzchnia terenu płaska (pozioma);
2. Wariant b — powierzchnia terenu nachylona pod różnym kątem, lecz dla rozważanych przypadków przyjęto $\gamma = \text{const}$.

Przy założeniu, że powierzchnia terenu jest pozioma, istnieją różne kombinacje ułożenia powierzchni foliacji oraz orientacji lineacji.

1. Warstwy (foliacja), jak również orientacja B-lineacji są zorientowane poziomo.
2. Powierzchnie warstw (foliacja) są ustawione pod kątem większym od zera, a mniejszym od 90° , na których:
 - orientacja B-lineacji jest pozioma,

— lineacja wykazuje kąt upadu większy od zera, a mniejszy od upadu powierzchni warstw (foliacji),

— lineacja wykazuje azymut równoległy do azymutu upadu warstw.

3. Powierzchnie warstw (foliacji) wykazują orientację pionową, na której lineacja:

— ustawiona jest poziomo,

— zapada pod kątem większym od zera, a mniejszym od 90° ,

— zapada pionowo.

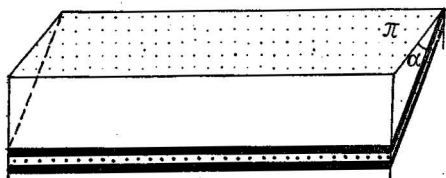


Fig. 1

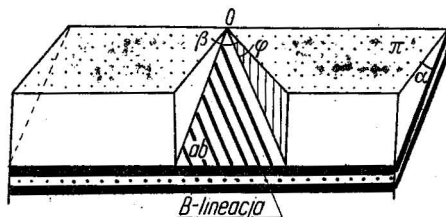


Fig. 2

Fig. 1. Blokdiagram przedstawiający poziomą powierzchnię terenu π oraz nachyloną pod kątem α powierzchnię foliacji

Block-diagram showing horizontal surface of the area π and foliation plane inclined under an angle α

Fig. 2. Blokdiagram przedstawiający poziomą powierzchnię terenu π oraz nachyloną pod kątem α powierzchnię foliacji ab (jak na fig. 1). W blokdiagramie wycięto fragment warstw w celu pokazania B-lineacji (grube linie) na odsłoniętej powierzchni foliacji ab

Block-diagram showing horizontal surface of the area π and foliation plane ab inclined under an angle α (as in Fig. 1). A fragment has been cut out in the diagram to show B-lineation (thick lines) on the uncovered ab foliation plane

W skorupie ziemskiej, jak wspomniano, istnieją różne przypadki przestrzennej orientacji warstw oraz struktur liniowych (B-lineacji), które występują na tych warstwach (foliacji). Z rozważań wynika, że istnieje ścisła zależność rachunkowa między azymutem lineacji (β_2), azymutem upadu warstw (β_1), upadem lineacji (φ) i upadem warstw (α)— foliacji. Zależność ta zobrazowana została na fig. 1—4, na podstawie których wyprowadzono wzór matematyczny służący do przeanalizowania poszczególnych kombinacji, jakie zostały przedstawione wyżej.

(Przyjmując (zgodnie z fig. 4), że:

$$\beta = (\beta_1 - \beta_2) \quad [1]$$

otrzymujemy kąt na płaszczyźnie poziomej między azymutem upadu warstw a rzutem pionowym B-lineacji na powierzchnię poziomą.

Z oznaczeń na fig. 1¹ wynika, że:

$$\frac{h}{OP'} = \operatorname{tg} \varphi \quad [2]$$

¹ Symbole P , P' , R , R' , O są przyjęte dowolnie i posłużyły do wyprowadzenia wzoru matematycznego. Punkty P' i R' leżą na horyzontalnej powierzchni terenu, natomiast P i R są rzutami na powierzchnię foliacji.

stąd

$$h = OP' \operatorname{tg} \varphi \quad [3]$$

Przyjmując, że $OP' = a$ otrzymujemy:

$$h = a \operatorname{tg} \varphi \quad [4]$$

Jest to zależność między szukaną głębokością B-lineacji podczas wiercenia a odległością wykonania pomiaru tej B-lineacji od otworu wiertniczego.

Dalszym zadaniem jest znalezienie zależności β jako funkcji kąta α i φ , czyli $\beta = f(\alpha, \varphi)$.

Wiedząc z fig. 3, że:

$$RR' = PP' = h \quad [5]$$

z trójkąta RPO wynika następująca zależność:

$$\frac{RR'}{R'O} = \operatorname{tg} \alpha \quad [6]$$

Wstawiając do wzoru 6 zależność wynikającą z wzoru 5 otrzymujemy:

$$\frac{h}{R'O} = \operatorname{tg} \alpha \quad [7]$$

Z trójkąta $OR'P'$ wynika:

$$\frac{R'O}{a} = \cos \beta$$

a więc:

$$R'O = a \cos \beta \quad [8]$$

Wstawiając do wzoru 7 wzór 8 otrzymujemy:

$$\frac{h}{a \cdot \cos \beta} = \operatorname{tg} \alpha$$

z tego

$$h = a \cos \beta \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad [9]$$

zamiast β wstawiamy zależność wynikającą z wzoru 1 i wtedy:

$$h = a \cos(\beta_1 - \beta_2) \operatorname{tg} \alpha \quad [10]$$

Wzór 10 można stosować zamiast wzoru 4 w zależności od warunków terenowych. Ponieważ jednak zawiera on więcej zmiennych pomiarów niż wzór 4, można się nim posłużyć tylko w tym przypadku, kiedy nie można wykonać pomiaru upadu lineacji φ .

Korzystając z wzoru 4 i 10 przyrównujemy ich prawe strony równań i otrzymujemy: $a \operatorname{tg} \varphi = a \cos \beta \operatorname{tg} \alpha$. Z wartości tych wynika zależność

między kątem upadu lineacji a kątem upadu powierzchni warstw (α) i różnicy azymutów upadu warstw i lineacji (β_1 i β_2), którą można wyrazić następująco:

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \alpha \cos (\beta_1 - \beta_2) \quad [11]$$

Wzór 11 może służyć w praktyce do sprawdzania wielkości pomiarowych φ , α , β_1 i β_2 . W przypadku trudności wykonania w terenie jednego

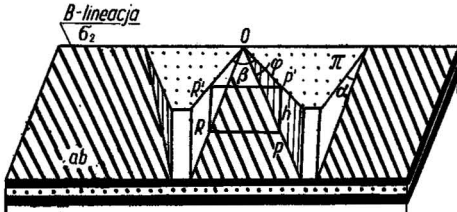


Fig. 3. Blokdiagram przedstawiający orientację powierzchni foliacji oraz B-lineację w odniesieniu do płaszczyzny (horyzontalnej) powierzchni terenu π

Block-diagram showing orientation plane and B-lineation in relation to the horizontal surface of the area π

ab — powierzchnia foliacji; α — kąt upadu powierzchni foliacji; σ_2 — główne średnie naprężenie ($\sigma_2 \parallel$ B-lineacji); β — różnica azymutów powierzchni foliacji i lineacji (patrz fig. 4); φ — kąt upadu B-lineacji. Grube linie oznaczają B-lineację na powierzchni ab

ab — foliation plane, α — dip angle of foliation plane, σ_2 — main average strain (σ_2 parallel to B-lineation), β — difference in azimuths of lineation and foliation planes (see Fig. 4), φ — dip angle of B-lineation. Thick lines determine B-lineation on ab surface

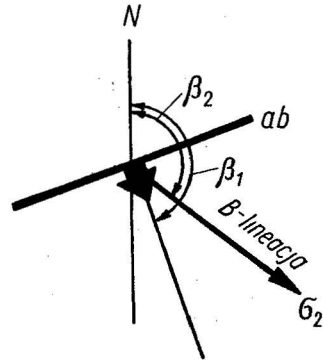


Fig. 4. Orientacja przestrzenna oznaczeń azymutów powierzchni foliacji β_1 i lineacji β_2

Spatial orientation of determinations of azimuths of foliation plane β_1 and lineation plane β_2

σ_2 — główne średnie naprężenie; ab — powierzchnia foliacji; pozostałe objaśnienia w tekście
 σ_2 — main average strain; ab — foliation plane; other explanations in text

z pomiarów (kąta upadu foliacji, kąta upadu lineacji, jednego z azymutów i upadu warstw lub lineacji) jego wartość wyznaczyć można właśnie z wzoru 11.

ANALIZA KOMBINACJI PRZESTRZENNYCH ORIENTACJI POWIERZCHNI FOLIACJI I RÓŻNIE ZORIENTOWANEJ B-LINEACJI

Analiza kombinacji orientacji przestrzennych powierzchni foliacji (warstw) przeprowadzona na podstawie wzoru 11 przedstawia się następująco:

1. Warstwy lub powierzchnia foliacji zorientowana jest w skorupie ziemskiej poziomo, czyli $\alpha = 0$, wartość upadu B-lineacji musi się też równać zero, bo:

$$\operatorname{tg} \varphi = \cos (\beta_1 - \beta_2) \operatorname{tg} \alpha, \quad \alpha = 0$$

ponieważ

$$a = 0 \text{ więc } i \text{ } \varphi = 0$$

Z równania powyższego wynika, że przy orientacji poziomej warstw lub foliacji B-lineacja musi posiadać upad zero (lineacja jest pozioma).

Nieznane są nam dotychczas takie przypadki terenowe, aby na poziomej powierzchni foliacji B-lineacja wykazywała kąt upadu inny niż zero. Wynika z tego, że głębokość h jest wielkością stałą w stosunku do powierzchni płaskiej terenu. Takie przypadki są rzadkie w przyrodzie i co najwyżej mają zasięg lokalny, ograniczony do małego wycinka terenu. Szukana głębokość jest praktycznie na ogół trudna do określenia, z wzorów 4 i 11 określić jej nie można.

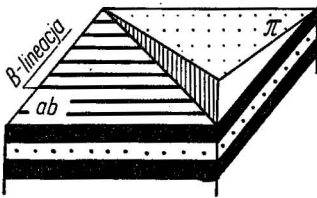


Fig. 5

Fig. 5. Blokdiagram przedstawiający poziomą powierzchnię terenu, w którym pochylona jest powierzchnia foliacji ab z poziomo zorientowaną B-lineacją
Block-diagram showing horizontal surface of the area, where foliation plane ab is inclined and B-lineation is oriented horizontally

π — powierzchnia pozioma terenu; ab — powierzchnia foliacji Grube linie na powierzchni ab oznaczają orientację B-lineacji

π — horizontal surface of the area, ab — foliation plane. Thick lines on the surface ab determine orientation of B-lineation

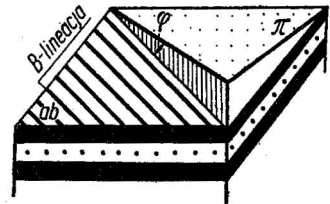


Fig. 6

Fig. 6. Blokdiagram przedstawiający poziomą powierzchnię terenu π i nachyloną powierzchnię foliacji ab , na której grube linie oznaczają orientację B-lineacji

Block-diagram showing horizontal surface of the area π and inclined foliation plane (ab), where thick lines determine orientation of B-lineation

φ — kąt upadu B-lineacji

φ — dip angle of B-lineation

a. Jeżeli warstwy lub powierzchnia foliacji wykazują zmienny upad (większy od zera, a mniejszy od pionowej orientacji) ($0 < a < 90$), na których orientacja przestrzenna struktur liniowych jest pozioma (horyzontalna — fig. 5), czyli lineacja jest równoległa do biegu warstw, to $\beta_1 - \beta_2 = 90^\circ$. Wówczas z wzoru 11 otrzymujemy:

$$\operatorname{tg} \varphi = \cos(\beta_1 - \beta_2) \operatorname{tg} a = \cos 90^\circ \cdot \operatorname{tg} a = 0$$

$$\operatorname{tg} \varphi = 0$$

$$\varphi = 0$$

Z powyższego wynika, że lineacja ma upad zero oraz, że ten sam poziom strukturalny występuje na stałej głębokości od powierzchni terenu. Wartość h nie jest możliwa do obliczenia, ponieważ istnieje nieskończona

ilość rozwiązań, gdyż każda B-lineacja leży na innej głębokości od powierzchni terenu. Taki przypadek względnej orientacji przestrzennej powierzchni foliacji, na której struktury liniowe są ułożone poziomo, są rzadkie. W Sudetach reprezentują jedynie niewielkie obszary o lokalnym zasięgu.

b. Warstwy lub powierzchnia foliacji wykazują upad większy od zera, a mniejszy od 90° (pionu), na których orientacja B-lineacji zapada pod kątem większym od zera, a mniejszym od kąta upadu warstw lub foliacji (fig. 6). Jeśli bieg warstw (foliacji) nie jest równoległy do azymutu lineacji ($\beta_1 \neq \beta_2$), to $\operatorname{tg} \varphi$ dla danego β_1 , β_2 i a posiada pewną wartość. Głębokość h jest funkcją a , β_1 , β_2 i według wzoru 10:

$$h = a \cos(\beta_1 - \beta_2) \operatorname{tg} a$$

Powyższy przypadek jest w terenie najczęściej spotykany i znany autorom z obszaru Sudetów. Jest on charakterystyczny dla niektórych terenów Pogórza Izerskiego, w których generalnie występuje płaska rzeźba terenu, izoklinalne ułożenie powierzchni foliacji oraz prawie stała orientacja i upad B-lineacji w obrębie fałdów assyntyjskich (J. Oberc, 1967, p. 376; J. Kotowski, 1968). Ponieważ jest to przypadek najczęściej spotykany w terenie, który ma znaczenie zarówno regionalne (generalne), jak i lokalne, dla jego zrozumienia posłużymy się opisem z krystaliniku izerskiego.

W obrębie gnejsów izerskich (Radoniów) występuje parakinematyczna lineacja ziarna wieku assyntyjskiego o upadzie ku NW, wykształcona w formie anastomozujących przerostów skaleniowo-kwarcowych oraz równoległe do nich linearnie wykształconych form skaleni. Pomiaru wykonano w Radoniowie są następujące:

- φ — kąt upadu lineacji = 17°
- α — kąt upadu warstw (foliacji) = 64° ,
- β_1 — azymut upadu lineacji = 291° ,
- β_2 — azymut upadu powierzchni foliacji = 13°
- a — odległość rozpatrywanych punktów między Radoniowem a Gryfowem Śl.
= 4 km,
- h — = ?; otwór wiertniczy w Gryfowie Śl. nawierci lineację na głębokości h , lineacja ta w okolicach Radoniowa znajduje się na powierzchni terenu; ten sam poziom strukturalny będzie znajdował się na obliczonej głębokości, o ile otwór wiertniczy zlokalizowany zostanie w azymucie lineacji:
 $h = a \operatorname{tg} \varphi = 4 \text{ km} \cdot \operatorname{tg} 17^\circ = 4 \cdot 0,3057 = 1,22 \text{ km}$.

Sprawdzenie pomiarów wg wzoru 11 przeprowadza się następująco:

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} a \cos(\beta_1 - \beta_2)$$

$$L = \operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} 17^\circ = 0,3057$$

$$P = \cos(\beta_1 - \beta_2) \cdot \operatorname{tg} a = \cos 82^\circ \cdot \operatorname{tg} 64^\circ = 0,14 \cdot 2,05 = 0,2871$$

$$L \cong P$$

Pomiary zostały wykonane prawidłowo, ponieważ błąd jest mniejszy od dokładności przyrządu pomiarowego (mniejszy niż 1°). W związku z tym głębokość h można uważać również za dokładną.

Szczególną uwagę zwraca się na precyzję pomiarów kąta upadu warstw α . Jeżeli kąty α są bliskie 90° , funkcja tangens wykazuje duże różnice wartości dla małych przyrostów kątów. W związku z tym należy wykonać pomiary z dokładnością równą 1° . Niedokładność pomiarów kątów może spowodować duże odchylenia od rzeczywistych głębokości h .

Z rozpatrywanego przykładu wynika, że otwór wiertniczy usytuowany w okolicy Gryfowa Śląskiego nawierci B-lineację, występującą na powierzchni terenu w okolicy Radoniowa, na głębokości 1,22 km.

c. W przypadku, gdy warstwa skorupy ziemskiej (foliacja) wykazuje zmienny upad, który jest większy od zera, a mniejszy od 90° i różnica azymutów upadu warstw i lineacji jest taka, że $\beta_1 - \beta_2 = 0$, to kąt upadu warstw (foliacji) jest równy kątowi upadu lineacji, co wynika z wzoru 11:

$$\operatorname{tg} \varphi = \cos(\beta_1 - \beta_2) \cdot \operatorname{tg} \alpha = \cos 0^\circ \cdot \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \alpha$$

$$\varphi = \alpha$$

Lineacja posiada wtedy największy upad na analizowanej powierzchni foliacji, kąt upadu lineacji jest równy kątowi upadu warstw (foliacji) — fig. 7. Głębokość szukanej lineacji h znajduje się na głębokości $h = a \operatorname{tg} \alpha$. Taki przypadek często spotyka się w terenie, ale tylko na niewielkich obszarach, np. w okolicy Nowej Kamienicy (Pogórze Izerskie).

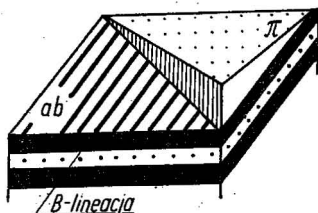


Fig. 7. Blokdiagram przedstawiający horyzontalną powierzchnię terenu π , nachyloną powierzchnię foliacji ab , na której grubymi liniami zaznaczono B-lineację; upad powierzchni foliacji jest równy upadowi B-lineacji

Block-diagram showing horizontal surface of the area π , inclined foliation plane ab , where thick lines determine B-lineation. Dip of foliation plane is equal to that of B-lineation

3. Warianty, kiedy powierzchnia, warstw lub foliacji jest ustawiona pionowo, na której lineacja wykazuje zmienny kąt upadu.

a. W przypadku kiedy warstwy lub powierzchnie foliacji ustawione są pionowo, na której lineacja zorientowana jest poziomo ($\varphi = 0$), tę samą lineację obserwuje się na jednakowym poziomie, czyli wtedy h od powierzchni terenu do analizowanej lineacji = const. Natomiast dla lineacji wykształconej analogicznie jak powierzchnia foliacji głębokość h jest również stała (równoległa do powierzchni), choć w każdym przypadku inna.

b. W przypadku, kiedy powierzchnia warstw lub foliacji ustawiona jest pionowo, a kąt upadu lineacji jest większy od zera, a mniejszy od 90° , głębokość h oblicza się ze wzoru 4. Im większa będzie odległość a i upad lineacji φ , tym głębokość h będzie wzrastała.

c. Ułożenie warstw lub powierzchni foliacji jest pionowe, na której orientacja lineacji jest również pionowa. W takim przypadku na poziomej powierzchni terenu obserwujemy jej przekrój wyznaczony przez ko-

ordynaty strukturalne ac i główne średnie naprężenia σ_3 i σ_1 . W takiej orientacji h przybiera wartości od zera do nieskończoności wg wzoru 4. Przypadek taki obserwujemy w terenie rzadko, lokalnie występuje w metamorfiku Wschodnich Karkonoszy, gdzie B-lineacja ustawiona jest pionowo. Do tego przypadku nie stosujemy żadnego wzoru, ponieważ szukane h przybiera wartość dowolną.

WYNIKI BADAŃ I WNIOSKI

Niejednokrotnie w terenie, szczególnie w miejscach mało dostępnych, trudno jest lub nieraz niemożliwe (wysoka odkrywka, głęboki wykop) wykonać wszystkich podstawowych pomiarów orientacji przestrzennej powierzchni foliacji i B-lineacji. W związku z tym wyprowadzono wzór, który pozwala na obliczenie jednej z niżej wymienionych wartości α , φ , β_1 i β_2 oraz sprawdzenie poprawności wykonanych pomiarów:

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \alpha \cos (\beta_1 - \beta_2)$$

Wśród wielu możliwych wzajemnych przestrzennych wariantów orientacji powierzchni foliacji i B-lineacji najczęściej spotyka się (np. w metamorfiku izerskim) takie, w których powierzchnia foliacji $0 < \alpha < 90$, a B-lineacja reprezentowana przez anastomozujące przerosty skaleniowo-kwarcowe, wykazuje różny kąt upadu. Inne przypadki, jak np. pionowe ustawienie, szczególnie z poziomą orientacją powierzchni foliacji, są bardzo rzadkie.

Otrzymałoby wzór $h = a \operatorname{tg} \varphi$ pozwalający obliczyć głębokość, na której nawiercona zostanie B-lineacja, badana w odległym punkcie a na powierzchni terenu (przy założeniu, które podano w artykule). W przypadku odstępstwa od podanych założeń teoretycznych dla wartości h (szukana) należy przeprowadzić korelację matematyczną. Powyższy wzór pozwala wnieść również o zanurzeniu się struktury tektonicznej.

Przedstawione wyżej wzory z dużym powodzeniem można stosować w praktyce przede wszystkim dla tych obszarów, w których dysponuje się dużą liczbą pomiarów statystycznych orientacji przestrzennej powierzchni foliacji i B-lineacji; obszarem takim jest metamorfik izerski. W szczególnych przypadkach oprócz podania zanurzenia się i reorientacji struktury geologicznej możliwe jest podanie wartości promienia nasunięć.

Instytut Geotechniki
Politechniki Wrocławskiej
Wrocław, Pl. Grunwaldzki 9
Nadesłano dnia 28 października 1969 r.

PIŚMIENNICTWO

- BILLINGS M. P. (1964) — Structural Geology. New York.
KOTOWSKI J. (1963) — Zdjęcia geologiczne okolic Barcinka. Arch. Katedry Geol. Fizycznej Uniw. Wrocł. (praca magisterska — maszynopis). Wrocław.

- KOTOWSKI J. (1968) — Geologia krystaliniku izerskiego okolicy Gryfowa Śl. Arch. Bibl. Uniw. Wrocław. (praca doktorska — maszynopis). Wrocław.
- OBERC J. (1966) — Geologia krystaliniku Wzgórz Strzeleńskich. *Studia geol. pol.*, 22. Warszawa.
- OBERC J. (1967) — Rozrzut B-lineacji w krystaliniku izerskim. *Rocz. Pol. Tow. Geol.*, 37, p. 373—386, nr 3. Kraków.
- TEISSEYRE H. (1967) — Najważniejsze zagadnienia geologii podstawowej w Górach Kaczawskich. *Przew. XL Zjazdu PTG Zgorzelec*, p. 11—30. Warszawa.
- АЖГИРЕЙ Г. Д. (1956) — Структурная геология. Москва.
- КЛОСС Э. (1958) — Вопросы структурной геологии. Изд. Иностр. Литер. Москва.
- ХИЛЛИС Е. Ш. (1965) — Элементы структурной геологии. Изд. Недра. Москва.

Ежи КОТОВСКИ, Томаш СТШЕЛЕЦКИ

ЗНАЧЕНИЕ В-ЛИНЕЙНОСТИ В СТРУКТУРНОЙ ГЕОЛОГИИ И ГОРНОМ ДЕЛЕ

Резюме

В работе представлено существование тесной тригонометрической зависимости между углом падения фолляции α , углом падения линейности φ , азимутом наклона поверхности фолляции β_1 и азимутом линейности β_2 (фиг. 1—4). Эта зависимость для горизонтальной поверхности выглядит следующим образом:

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \alpha \cos (\beta_1 - \beta_2).$$

По этой формуле можно вычислить одну из величин φ , α , β_1 , β_2 , имея три остальные. При помощи выведенной выше формулы были проанализированы различные возможные случаи ориентировки поверхности фолляции (горизонтальная, наклонная, вертикальная), на которой В-линейность имеет различную пространственную ориентировку. Случаи взаимной пространственной ориентировки поверхности фолляции и В-линейности проанализированы также при поисках глубины h по формуле $h = a \operatorname{tg} \varphi$, где a является расстоянием между двумя пунктами (местом замера В-линейности и пунктом, в котором расположена буровая скважина).

Jerzy KOTOWSKI, Tomasz STRZELECKI

IMPORTANCE OF B-LINEATION IN STRUCTURAL GEOLOGY AND MINING

Summary

The paper deals with a close trigonometric relation between the foliation dip angle α , lineation dip angle φ , foliation dip angle β_1 and lineation azimuth β_2 (Figs. 1—4). For the horizontal surface of the area this relation looks as follows:

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \alpha \cos (\beta_1 - \beta_2).$$

The above formula allows us to calculate each of the values φ , α , β_1 or β_2 , provided that three of them are known. Using this formula, the authors have analysed various possibilities of foliation surface orientation (horizontal, diagonal and vertical), where B-lineation reveals different spatial orientation. Mutual relations of spatial orientation of foliation plane and B-lineation have been analysed also from the viewpoint of desired depth h in the formula $h = a \operatorname{tg} \varphi$, where a is the distance of two points (i.e. site, where B-lineation measurement has been made, and point, at which the bore hole is situated).