

JAN BURCHART

Uwagi o kierunkach luster tektonicznych w obrębie skał krystalicznych wyspy Goryczkowej

STRESZCZENIE: W skałach wyspy krystalicznej Goryczkowej starsze deformacje wyrażone są przez foliację i lineację, młode zaś przez sztywne odkształcenia w postaci stref mylonitów, systemów luster tektonicznych i stref brekcji uskoko- wych. Kierunki ruchu mas skalnych w czasie tych młodszych dyslokacji odpo- wiadają kierunkowi nasuwania się fałdu Giewontu, co świadczy o ich alpejskim wieku.

Jedną z głównych trudności w rozszyfrowaniu budowy tatrzań- skiego trzonu krystalicznego stanowi wieloetapowość nałożonych na siebie deformacji, różniących się zapewne zarówno stylem, natężeniem, kierunkami, jak i rozprzestrzenieniem. Wiadomo bowiem, że skały trzo- nu, zwłaszcza zaś formacje metamorficzne uważane za starsze od grani- toidowego masywu Tatr Wysokich, uległy przebudowie tektonicznej zarówno w czasie orogenezy hercyńskiej, jak i alpejskiej, przy czym cykle te z pewnością wyraziły się w kilku fazach ruchów, a można przypuszczać, że i ruchy kimeryjskie, zarejestrowane przez serie osado- we Tatr, w jakiś sposób mogły zaznaczyć się w niektórych przynaj- mniej partiach krystaliniku. Obecny więc obraz budowy stanowi wy- padkową wszystkich tych deformacji i przedstawia rezultat pewnego rodzaju interferencji.

Dlatego też nawet jeśli założy się, że jakiś element tektoniczny jest wieku hercyńskiego, nie można na podstawie jego układu w prze- strzeni wnioskować o przebiegu kierunków hercyńskich, jeśli uprzednio nie „odejmie” się późniejszych deformacji, lub też nie udowodni się, że nie zaburzyły one starszych kierunków. Tak np. układ różowio- nych płaszczyzn ciosowych uważanych przez A. Michalika (1952) za hercyńskie, przebieg linii izofemicznych J. Tokarskiego (1926, 1938, 1945, 1959), rozkład brzeżnych stref masywu granitoidowego w ujęciu A. Michalika (1959), czy tekstury kierunkowe granitoidów mierzone przez W. Jaroszewskiego (1961), czy wreszcie przebieg granic litologicz- nych na publikowanych mapach w skali 1:10000, nawet jeśli są wieku

hercyńskiego, nie koniecznie przedstawiają kierunki hercyńskie, gdyż mogły one być zaburzone przez późniejsze ruchy. Zresztą wynik takiej interferencji nie musi odpowiadać kierunkowi którejkolwiek z faz deformacji.

Z przytoczonych względów próba uchwycenia stylu i kierunków deformacji alpejskich w obrębie skał krystalicznych Tatr wydaje się celowa, nie tylko ze względu na interesujący problem sam w sobie,

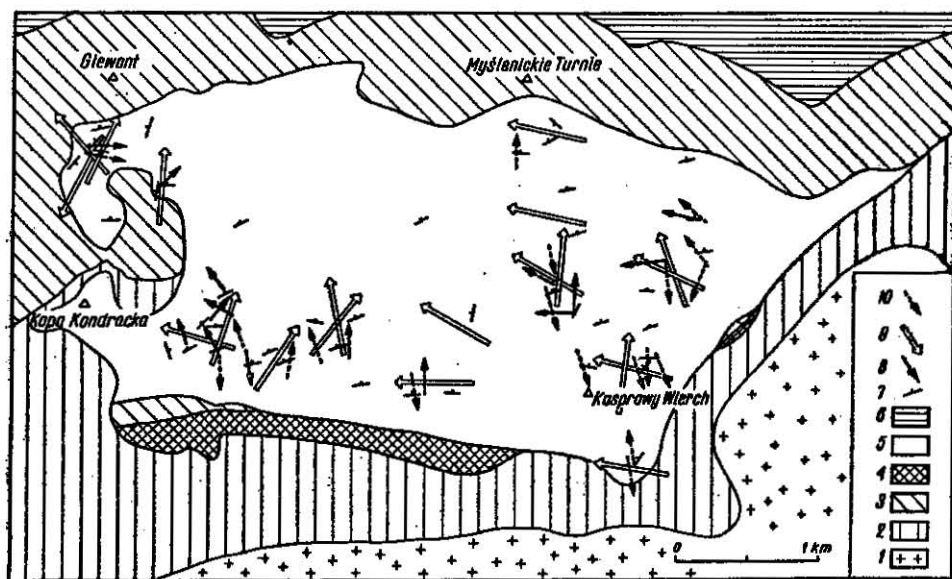


Fig. 1

Schematyczna mapa strukturalna wyspy krystalicznej Goryczkowej (granice jednostek tektonicznych wykreślono na podstawie map K. Guzika, Z. Kotańskiego, A. Michalika, F. Rabowskiego i S. Sokołowskiego)

1 trzon krystaliczny, 2 mezozoiczne serie autochtoniczne i parautochtoniczne, 3 serie mezozoiczne fałdów wierzchowych, 4 spągowe łuski krystaliczne fałdu Giewontu, 5 wyspa Goryczkowej (element krystaliczny fałdu Giewontu), 6 płaszczowiny reglowe, 7 bieg i upad płaszczyzn foliacji, 8 kierunek nachylenia lineacji (gufaź i osie fałdów), 9 kierunek nachylenia konstrukcyjnie wyznaczonych osi przegięć foliacji, 10 kierunek nachylenia rys ślizgowych na powierzchniach luster tektonicznych

Tectonic sketch of the "crystalline island" of Goryczkowa (boundaries of units compiled after maps by K. Guzik, Z. Kotański, A. Michalik, F. Rabowski and S. Sokołowski)

1 crystalline core, 2 autochthonous or parautochthonous Mesozoic series, 3 nappes of the high-tatric series, 4 crystalline masses of the bottom part of the overthrust Giewont unit, 5 crystalline island of Goryczkowa (crystalline unit of the overthrust Giewont unit), 6 nappes of the sub-tatric series, 7 strike and dip of foliation, 8 plunge of lineation, 9 plunge of rotation axes of the foliation planes, as established by the projection-net procedure, 10 plunge of scratches and grooves on the slickensides

lecz także jako konieczny wstępny etap do dalszego usiłowania rozpoznania struktur i dziejów poprzedzających rewolucję alpejską. Sprawę tę poruszył prof. H. Teisseyre w dyskusji w czasie XXXII Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego w Tatrach, we wrześniu 1959 r. Na konieczność opracowania chronologii kolejnych etapów tektonicznej ewolucji krystaliniku tatrzańskiego zwróciła ostatnio uwagę M. Turnau-Morawska (1959). Wymaga to zastosowania odpowiedniego zespołu metod a także wybrania specjalnego obszaru, na którym można by te metody wypróbować i równocześnie w możliwie najczytelniejszy sposób rozdzielić następstwo wiekowe procesów deformacyjnych. Wydaje się, że największe nadzieje rokują systematyczne i odpowiednio zagęszczone obserwacje drobnych struktur jak foliacja, lineacja, drobne fałdy, złupkowania itp. w połączeniu z mikroskopową analizą teksturalną, polegającą na badaniu ułożenia odpowiednich kierunków krystalograficznych w minerałach. Celowość takich badań uzasadnił W. Jaroszewski (1961). Badania petrotektoniczne winny przebiegać równolegle ze szczegółową analizą petrograficzną, która pozwoliłaby na wiązanie kolejnych etapów przebudowy tektonicznej z ewolucją samego materiału skalnego. Tak pomyślane badania prowadzę na obszarze tzw. północnej wyspy krystalicznej i sąsiadujących z nią od wschodu obszarów granitoidowych rejonu Hali Gąsienicowej.

Obszar wyspy Goryczkowej uważam za szczególnie odpowiedni „poligon doświadczalny” z następujących względów. Jednostka ta jako fragment stropu masywu granitoidowego obejmuje dość obszerny zespół różnych typów skalnych, w tym wszystkie niemal zasadnicze odmiany skał metamorficznych znane z Tatr, jak też różne rodzaje granitoidów i skał żyłowych. Bardzo wyraziście wyrażone są tekstury kierunkowe wielu typów. Poza tym szczególną sytuacją tektoniczną pozwala na bezpośrednie porównania deformacji skał wyspy z odkształceniami, jakim uległy utwory mezozoiczne. Dzięki zaś licznym publikacjom tektonicznym, zwłaszcza zaś dzięki pracom Lugeona i Limanowskiego, a w nowszych czasach F. Rabowskiego (1959) i Z. Kotańskiego (1961), znana jest tektoniczna geneza wyspy i zasadniczy kierunek jej transportu podczas alpejskich szarż.

Jakkolwiek praca nad petrografią i petrotektoniką rejonu Goryczkowej i Hali Gąsienicowej daleka jest jeszcze od ukończenia, jednak część obserwacji terenowych stanowi już na tyle zamkniętą całość, że ich opublikowanie wydaje się celowe. Pragnę przedstawić tu rezultaty pomiarów luster tektonicznych. Przed tym jednak nieco miejsca poświęcić należy przeglądowi wszelkich typów tekstur kierunkowych, jakie wyrażone są w skałach wyspy krystalicznej. Są to:

- 1) laminacja
- 2) foliacja
- 3) lineacja

- a) linijne ułożenie minerałów
- b) gufraż czyli drobne zmarszczkowanie powierzchni foliacji
- c) osie drobnych fałdów
- d) linie stanowiące ślad przecięcia dwu kierunków płasko-równoległych np. dwu systemów foliacji lub foliacji i laminacji,
- 4) gęste płytkowe spękanie, tj. złupkowanie skały w sposób sztywny zwykle nie przegrupowujące starszego uporządkowania minerałów. Są to deformacje typu złupkowania spękania (fracture cleavage w terminologii anglosaskiej)

5) strefy mylonityczne

6) lustra tektoniczne

7) strefy uskokowe wypełnione brekcją tektoniczną.

Przedstawione powyżej rezultaty procesów deformacyjnych podzielić można na dwie zasadniczo różniące się grupy. Jedna z nich obejmuje tekstury wyrażone uporządkowaniem składników mineralnych

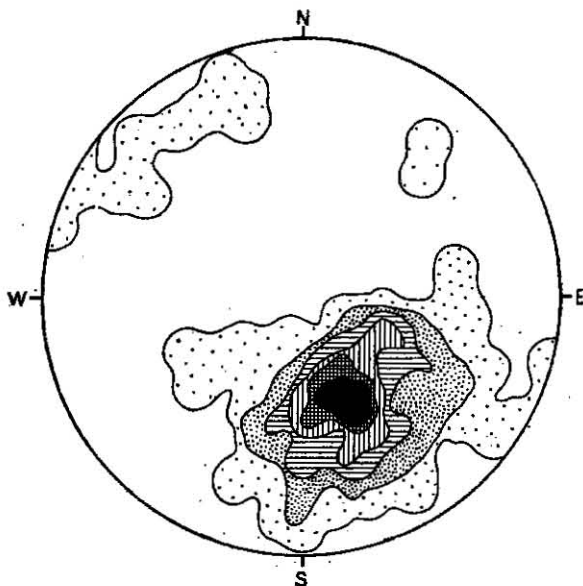


Fig. 2

148 biegunów płaszczyzn foliacji. Projektcja na dolnej półkuli.

Kontury: 0-2-4-6-8-10 (-14) %

148 poles to foliation planes. Lower hemisphere projection.

Contours: 0-2-4-6-8-10 (-14) %

w całej masie skalnej, do drugiej zaś należą efekty deformacji o charakterze sztywnym, które na ogół nie przegrupowały starszej orientacji minerałów, lecz wyraziły się walcowaniem pewnych stref skał, gęstym

złupkowaniem spekaniaowym, bądź też — nie przebudowując w megaskopowo widoczny sposób samej materii skalnej w jej masie — doprowadziły do przesuwania wielkich bloków wzdłuż płaszczyzn luster tektonicznych. Są to więc dwa różne pod względem mechanicznym typy odkształceń, powstałe zapewne w jaskrawo różniących się warunkach i prawdopodobnie odległe od siebie w następstwie czasowym.

Kierunki płaszczyzn foliacji oraz leżące w płaszczyznach tych i z nimi związane kierunki linijne (gufraż i osie drobnych fałdów) przedstawiono na schematycznej mapce (fig. 1), a położenie biegunów płaszczyzn foliacji także na diagramie statystycznym (fig. 2). Jak wynika z tych materiałów, płaszczyzny foliacji konsekwentnie zapadają ku północnemu zachodowi. Odstępstwa od tej reguły (upady południowe) notowano w pobliżu północnego skraju nasuniętych mas krystalicznych: na Myślenickich Turniach i na Przełęczy Kondrackiej. Kierunki linijne nie są jednolite, ale — jak sądzić można z faktu napotkania w gnejsach na Suchym Wierchu i na pn.-wschodnim zboczu Suchego Kondrackiego dwu krzyżujących się lineacji tego samego typu — mamy do czynienia z dwoma systemami osi, być może należącymi do dwu etapów deformacji. W zachodniej części wyspy najczęstszym kierunkiem przebiegu osi jest kierunek pn.-zachodni; drugi, rzadszy kierunek, reprezentowany jest przez osie zapadające ku północnemu wschodowi. Gnejsy we wschodniej części wyspy zdradzają lineację biegnącą w przybliżeniu równoleżnikowo i drugą, południkową. Prócz tych kierunków bezpośrednio mierzonych w terenie, zaznaczono na mapce także znalezione konstrukcyjnie osie przegięć kierunków foliacji. Wyznaczano je nie tylko w gnejsach, lecz także w granitoidach, dla miejsc, gdzie wykonane w niewielkiej od siebie odległości pomiary foliacji dawały wyraźnie różniące się wyniki. Okazuje się, że kierunki osi znalezione konstrukcyjnie są w zasadzie zgodne z przebiegiem realnie występujących lineacji. Są to również dwa kierunki: jeden waha się od równoleżnikowego do NW-SE zanurzając się ku zachodowi, drugi zaś od południkowego do SSW-NNE i pochylony jest ku północy (wyjątek stanowi Przełęcz Kondracka, dla której otrzymano również oś przegięć foliacji zanurzającą się ku SSW).

Na ten starszy plan tektoniczny, wyrażony uporządkowaniem składników mineralnych w skałach, nałożone są deformacje młodsze, o charakterze sztywnym. Spośród nich szczególnie częste są lustra tektoniczne.

Pisał o nich już Staszic (1815):

„W rysach granitów znajdowałem całe ściany oblewane zielonym pokostem. ... Pokost ten czasem bywa lśniący się, jak gdyby był ślifowany; w dotknięciu jest pogłasył jak talk”.

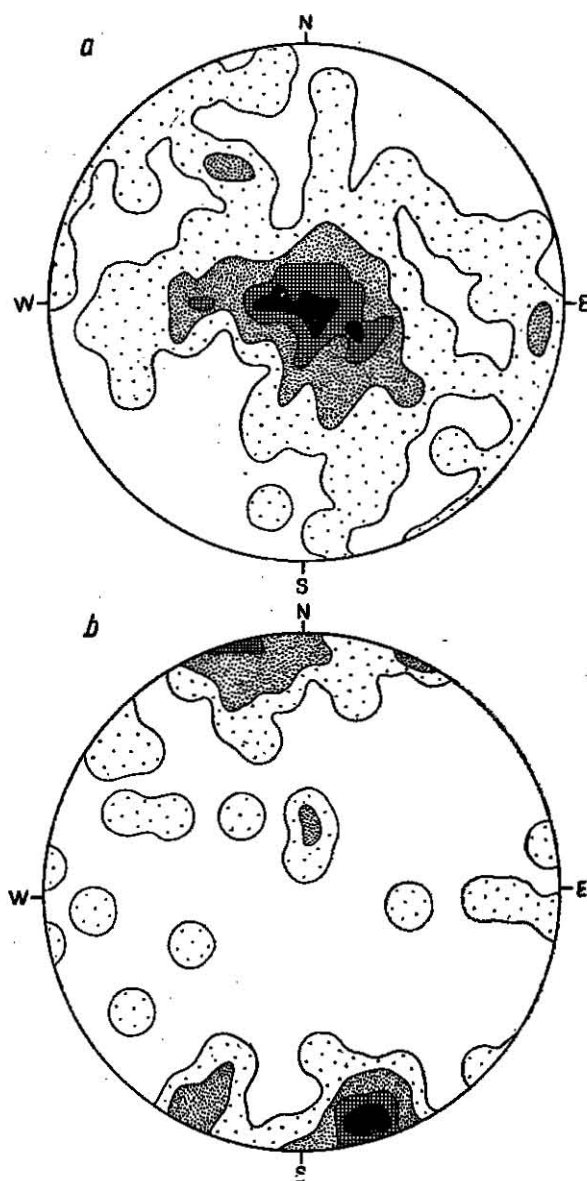


Fig. 3

Lustra tektoniczne wyspy krystalicznej Goryczkowej. Projekcje na dołnej półkuli
 a 140 biegunów płaszczyzn luster. Kontury: 0-2-4-6 (-7) ‰. b 67 systemów rys na
 płaszczyznach ślizgowych. Kontury: 0-3-9-15 (-18) ‰

Slickensides of the crystalline island of Goryczkowa. Lower hemisphere projections
 a 140 poles to slickensides. Contours: 0-2-4-6 (-7) ‰. b 67 striae systems on the
 slickensides. Contours: 0-3-9-15 (-18) ‰

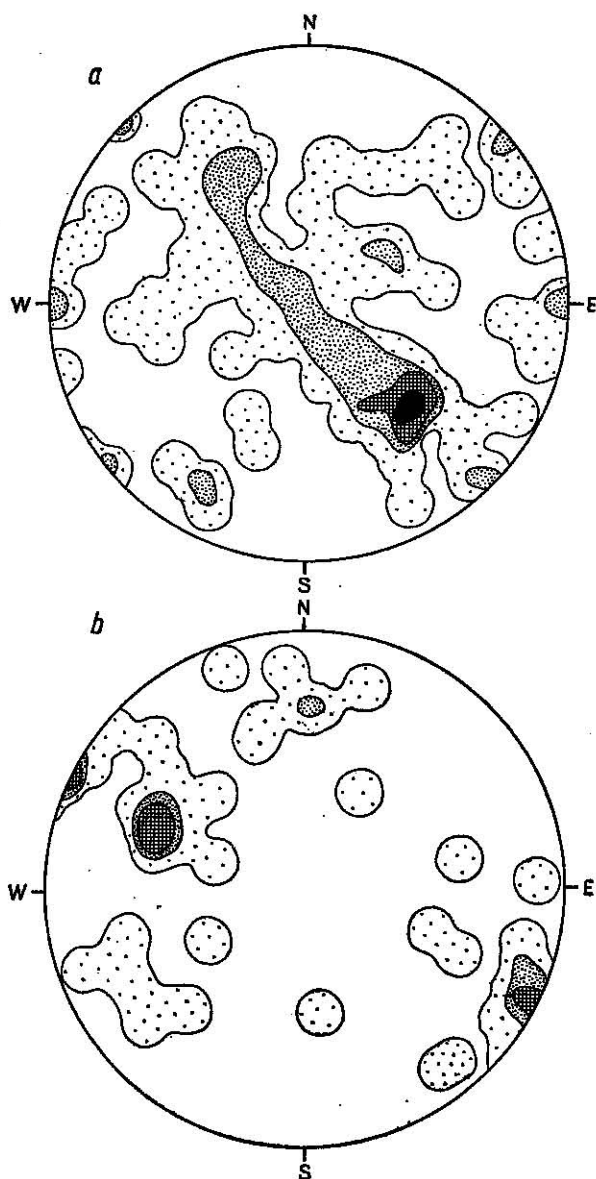


Fig. 4

Lustra tektoniczne w trzonie krystalicznym obrzeżenia Doliny Stawów Gąsienicowych. Projekcje na dolnej półkuli

a 98 biegunów płaszczyzn luster. Kontury: 0-3-4-6 (-8)‰. b 46 systemów rys na płaszczyznach ślizgowych. Kontury: 0-4-9 (-13)‰

Slickensides in crystalline core of the vicinity of the Stawy Gąsienicowe Valley (part of the crystalline core adjacent to the Giewont unit). Lower hemisphere projections

a 98 poles to slickensides. Contours: 0-3-4-6 (-8)‰. b 46 striae systems on the slickensides. Contours: 0-4-9 (-13)‰

A w innym miejscu:

„W tych rysach znalazłem często całe granitu ściany, zieloną masą z wielką gładkością upokościone”.

Opis Staszica odnosi się prawdopodobnie do najczęściej występującej i najbardziej rzucającej się w oczy odmiany luster pokrytych wyszlizganą oliwkowo-zieloną warstewką epidotu. Prócz nich spotkać można także lustra powleczone ciemnozieloną błonką chlorytową, a także — znacznie rzadsze — lustra hematytowe. Stosunkowo częste są płaszczyzny ślizgowe nie powleczone żadną substancją mineralną, a także powierzchnie pokryte cienkim czerwonym wyszlizganym nalotem skaleniowym (cios zaczerwieniony Michalika, 1952). Jest jeszcze jedna dość szczególna odmiana luster tektonicznych, a mianowicie lustra pokryte sięgającą 1-2 cm grubości warstewką mylonitu fioletowej barwy („fiołkowe żyły skalne”, których szczegółowy opis mikroskopowy z rejonu Kotła Mięgoszowieckiego zawdzięczamy Kreutzowi, 1924).

Lustra tektoniczne z reguły nie występują pojedynczo, lecz w całych systemach równoległych płaszczyzn. Gdy są one bardzo bliskie sobie, np. odległe o kilka centymetrów, pakiet skały zawarty między dwiema sąsiadującymi płaszczyznami ślizgowymi, często pocięty jest gęstym spękaniami ścinającym, bądź jest skatakłazowany. W przypadku większych odstępów między lustrami, skała przez nie pocięta przynajmniej megaskopowo ma wygląd normalny.

Figura 3a podaje przebieg 140 systemów płaszczyzn ślizgu z obszaru wyspy Goryczkowej. Ogromną większość stanowią lustra niemal poziome. Obszar głównego maksimum rozciągnięty jest wzdłuż linii wschód-zachód, co mówi o tym, że płaszczyzny luster pochylają się pod niewielkimi kątami zarówno ku wschodowi jak i zachodowi. Dwa słabe submaksima odpowiadają lustrum o biegach południkowych przy bardzo stromych upadach zachodnich i lustrum o biegach NE-SW przy upadzie około 60° ku SE.

Figura 3b przedstawia kierunki rys na powierzchniach ślizgów. Okazuje się, że ogromna ich większość jest niemal pozioma (upady ok. 10° ku S) i biegnie w azymucie około 340° . Drugorzędne, słabe koncentracje punktów projekcyjnych reprezentują prążki o tym samym azymucie, lecz upadach około 65° ku N i prążki o łagodnych upadach południowych, biegnące w azymucie 25° . Azymuty i kierunki upadu głównych systemów prążków ślizgowych przedstawione są także na mapce (fig. 1), w postaci przerywanych strzałek.

Dla porównania figura 4 podaje przebieg luster tektonicznych i prążków na ich powierzchniach z obszaru Skrajnej i Pośredniej Turni (NE ściany), skałek w dnie Doliny Stawów Gąsienicowych, Małego i części Wielkiego Kościelca. Kierunki tu panujące są odmienne, gdyż główne systemy luster mają biegi SW-NE, a większość ich zapada pod kątem

około 45° ku NW. Rysy na powierzchniach ślizgów bieżą ku WNW bądź poziomo, bądź też zanurzają się pod kątem około $30-40^\circ$.

Dodać jeszcze należy, że jakkolwiek powierzchnie luster tektonicznych są z reguły zupełnie płaskie, jednak np. w zachodniej części Suchych Czub napotkano na lustro zaczerwienione, wypukłe, przy czym krzywizna była widoczna nawet na powierzchni wielkości zaledwie około 1 m^2 . Lustro to było zrazu zupełnie płaskie, następnie stopniowo wyginało się, przyjmując wreszcie upad 12° . Wypukłe lustro epidotowe znalazłem także na Uhrociu Kasprowym.

Zupełnie sporadycznie napotkać można jeszcze inne komplikacje, a mianowicie zakrzywienia prążków ślizgowych, mówiące o zmianach kierunku przesuwania się mas skalnych podczas ich ruchu, a także nałożone na siebie dwa systemy rys o różnych kierunkach, wykształcone na tej samej powierzchni ślizgu. Wspomniane komplikacje znaleziono wprowadzić w obrębie granitoidów trzonu krystalicznego, jednak należy się liczyć także z ich obecnością w skałach wyspy Goryczkowej.

Na diagramach ujęto łącznie wszystkie zmierzone systemy ślizgów. O tym, że poszczególne typy luster należą — niekiedy przynajmniej — do tego samego systemu deformacji, świadczy występowanie odmian mieszanych, przejściowych, np. luster częściowo pokrytych epidotem, częściowo chlorytem, czy też obrzeżanie fioletowych mylonitów przez lustra epidotowe. W ogromnej jednak większości przypadków notowano samodzielne występowanie poszczególnych gatunków luster w czystej postaci. Zestawianie częstości kierunków poszczególnych typów płaszczyn ślizgowych jest niebezpieczne ze względu na małą ilość np. luster chlorytowych, które dlatego trudno porównywać z bardzo częstymi epidotowymi.

Pewnej dwoistości dopatrzeć się można w przebiegu luster fioletowych. Statystyczne zestawienie ich kierunków ujawnia dwa maksima: jedno reprezentujące płaszczyny niemal poziome (ten kierunek jest zgodny z najczęstszymi kierunkami innych typów luster), drugie zaś odpowiada ślizgom o biegach południkowych i niemal pionowych upadach (ok. 80° na W).

Jak wspomniano już uprzednio, sztywne deformacje w obrębie wyspy krystalicznej Goryczkowej wykształcone są także w postaci stref uskokowych, wypełnionych brekcją tektoniczną oraz w postaci pakietów skał mylonitycznych. Te ostatnie w typowym rozwoju występują w zlebie opadającym spod Przełęczy pod Kopą Kondracką, który oddziela grzbiet Suchego Kondrackiego—Łopaty od grani ciągnącej się od Kopy Kondrackiej w stronę Giewontu. Gruby pakiet typowych mylonitów stanowi tam spąg mas krystalicznych wyspy i jest niewątpliwie związany z nasunięciem tej jednostki na parautochtoniczne i fałdowe serie wierchowe.

Strefy uskokowe są dość częste. W nich wypreparowane są np. żleby i przełączki Suchych Czub. Przebieg stref jest najczęściej zbliżony do południkowego. Upady bywają różne: od około 30° do pionowych. Lustra tektoniczne często są przecinane brekcjami uskokowymi, ale równocześnie same strefy druzgotu są miejscami ograniczone płaszczyznami ślizgowymi, co sugeruje istnienie dwu generacji luster. Podobną sytuację obserwowałem także przy dyslokacjach przecinających masyw granitoidowy tatrzańskiego trzonu (np. przy dyslokacji biegnącej od Karbu do Świnickiej Przełęczy).

Z przedstawionego materiału faktycznego zdają się wypływać pewne wnioski natury ogólnej.

Na podstawie istnienia jednego silnego maksimum na diagramie foliacji (fig. 2) sądzić można, że stare plastyczne deformacje nie doprowadziły do zbyt intensywnego przełażdowania na obszarze dzisiejszej wyspy. Powstałe wtedy fałdy miały wielkopromienny raczej charakter, czego nie można oczywiście ekstrapolować na całe Tatry. Silniejsze przegięcia, aż do wystąpienia upadów południowych, ograniczone są do północnych peryferii mas wyspy, co zdaje się sugerować ich związek z alpejskimi ruchami płaszczowinowymi.

Wielkopromienny charakter fałdów w obrębie czapki tektonicznej Goryczkowej nie wyłącza oczywiście istnienia silnych deformacji, połączonych z przesunięciami tektonicznymi dużej skali.

W ogóle interpretacja starych kierunków foliacji i lineacji i podanie ich genezy na razie nie jest możliwe, gdyż powinna być ona oparta nie tylko na pomiarach terenowych, lecz także na danych petrograficznych powiązanych z wynikami mikroskopowej analizy teksturalnej.

Następnym etapem rozwoju tektonicznego są sztywne deformacje wyrażone lustrami tektonicznymi. Przebieg rys na powierzchniach ślizgów podaje jednoznacznie kierunek względnego ruchu mas skalnych, kierunek transportu tektonicznego (oś *a*). Azymut ten (340°), prostopadły do osi fałdu Giewontu, zgadza się idealnie z odczytanym przez F. Rabowskiego kierunkiem nasuwania się mas fałdu Giewontu na niżej leżący fałd Czerwonych Wierchów. Podobny kierunek odczytać można z mapki Z. Kotańskiego (1961), przedstawiającej rekonstrukcję położenia paleogeograficznego tatrzańskich serii wierchowych. Na podstawie zgodności kierunku ruchu całej jednostki Giewontu z kierunkami przesunięć w obrębie jej elementu krystalicznego, powstanie luster tektonicznych w skałach wyspy można datować jako równowiekowe z szarżaniem mas fałdu Giewontu. W tym samym czasie, kiedy w obrębie nasuwającego się płatu krystalicznego powstawały systemy ślizgów, spąg tej jednostki trąc o zespoły skał, po których się przesuwał, przeobraził się w mylonity, a partie czołowe uległy przegięciu.

Lustra tektoniczne częstokroć są przecinane przez strefy uskokowe o południkowym przebiegu. Na tej podstawie można by przypisać pow-

stanie tych uskoków jakiejś młodszej fazie ruchów, jednak fakt obrzeżania stref brekcjowych przez stromo zapadające lustra epidotowe dowodzi ząębienia się tych dwu typów deformacji nieciągłych.

Z przedstawionego materiału wyłania się obraz stylu deformacji alpejskich w skałach krystalicznych wyspy. Cechą rzucającą się w oczy jest niezależność przebiegu płaszczyzn ślizgowych od starszego planu tektonicznego, zwłaszcza że płaszczyzny te ścinają starszą foliację pod niewielkim kątem. Ruchy miały charakter zupełnie sztywny (wyjątkiem są podgięcia u czoła nasuwających się mas) i doprowadziły do rozpadu całej masy krystalicznej na w przybliżeniu równoległe pakiety wzajemnie poprzesuwane. Pakiety te są jeszcze dodatkowo zdyslokowane wzdłuż innych płaszczyzn. Całość czapy krystalicznej tworzy coś w rodzaju megabrekcji: wzajemnie poprzesuwane bloki oddzielone są płaszczyznami ślizgów i strefami druzgotu. Charakterystyczne jest, że na pobliskim obszarze granitoidów trzonu krystalicznego, w otoczeniu Hali Gąsienicowej, występują deformacje tego samego stylu, jednak o innych kierunkach. Rysy ślizgowe biegną tam ku depresji Goryczkowej, w przybliżeniu prostopadle do granicy trzonu na jej skrócie depresyjnym. Porównanie figury 3 z figurą 4 nie pozwala mieć wątpliwości, że są to różne jednostki tektoniczne.

Wyjaśnienia wymaga jeszcze sprawa południowych upadów (ok. 10°) większości rys ślizgowych, co początkowo zdaje się pozostawać w rażącej sprzeczności z pochyleniem ku północy podstawy nasunięcia skał krystalicznych wyspy. Z czysto teoretycznego punktu widzenia takiej sytuacji można się było spodziewać, gdyż w sztywnej przesuniętej jednostce powinien się utworzyć system wtórnych przesunięć, których płaszczyzny tworzą kąt ostry z główną powierzchnią nasunięcia, przy czym azymut kierunku ruchu zarówno na głównej jak i na wtórnych dyslokacjach, powinien być ten sam. Za poglądowy model tego typu struktury może posłużyć złupkowanie spekaniaowe w górnym, normalnym skrzydle leżącej antykliny obalonej ku północy.

Oczekiwać również można pęknięć podłużnych w stosunku do kierunku ruchu (pęknięcia *ac*). Przebiegiem swym odpowiadają takiemu systemowi lustra fioletowe o południkowym biegu i stromych upadach zachodnich, a także znaczna część stref uskokowych.

Tak więc nie można wyłączyć, że niemal wszystkie lub nawet wszystkie typy sztywnych odkształceń wyspy są właściwie równoległe i należą do jednego planu deformacji, co oczywiście nie wyłącza, że w poszczególnych konkretnych przypadkach obserwować można przecinanie się płaszczyzn dyzjunkcji, pozwalające ustalać pewne lokalne następstwa ruchów.

Z tego ogólnego obrazu opartego na danych statystycznych wyłamują się pewne szczególne przypadki, które wytłumaczyć można lokalną sytuacją. I tak np. rysy ślizgowe zapadające na Przełęczy Kona-

drackiej ku wschodowi są, być może, związane ze zsuwaniem się pakietów skał ze skłonu elewacji Kopy Kondrackiej ku maksymalnemu obniżeniu depresji Goryczkowej. Analogicznie, we wschodniej części wyspy zjawiają się rysy wskazujące na ruch mas skalnych w dół (20-30°) ku zachodowi, a więc znowu ku najsilniej przegłębionej partii. Ścisły związek między morfologią powierzchni, na jaką nasuwał się fałd Giewontu a ruchami pakietów skalnych w obrębie jego elementu krystalicznego wymaga głębszego udokumentowania i na razie jest — rzecz jasna — niczym więcej niż hipotezą roboczą.

Z niezgodności pomiędzy kierunkami ruchu zarejestrowanymi przez lustra i strefy uskokowe, a starszymi kierunkami wyrażonymi przez foliację i z rozpadu wyspy na system wzajemnie poprzesuwanych brył wnioskować można, że granice większych zespołów litologicznych są wypadkową pierwotnego ich rozmieszczenia i młodych ruchów. Dlatego też z wielką ostrożnością podchodzić należy do interpretowania mapy litologicznej, a w rozważaniach petrogenetycznych — do przywiązywania zbyt wielkiej wagi do sąsiedztwa pewnych typów skał, czy braku jakichś ogniów, których obecności można by się spodziewać w danym miejscu. Podkreślić jednak należy, że układ minerałów w obrębie skał (foliacja) nie został przeorganizowany, co przy niefałdowym charakterze młodych deformacji pozwala mieć nadzieję, że również kierunki biegu i upadu starych tekstur pozostały nie zmienione. W tym względzie jednak trudno o pewność. Zachowanie pierwotnych kierunków możliwe jest nie tylko przy braku fałdowań, lecz w ogóle przy braku jakichkolwiek rotacji, np. rotacji na uskokach. O tym, że na powierzchniach luster dochodziło niekiedy do ruchów obrotowych świadczy napotkane wygięcie rys ślizgowych, a także sporadycznie występujące krzywizny luster. Generalnie jednak rzecz biorąc, zjawiska rotacji nie mogły być zbyt intensywne, gdyż gdyby rozwinęły się na większą skalę, rezultatem ich byłoby większe zróżnicowanie kierunków foliacji niż to ma miejsce w rzeczywistości (por. fig. 2).

Poruszyć jeszcze należy problem znaczenia wspomnianych już konstrukcyjnie znalezionych osi przegięć foliacji. Fakt występowania w gnejsach drobnych zafałdowań pozwala spodziewać się istnienia elementów fałdowych większych rozmiarów, jednak o łagodnych przegięciach (por. uwagi na str. 36). Osi tych większych fałdów możliwe są do uchwycenia tylko konstrukcyjnie i im prawdopodobnie odpowiada większość osi tak otrzymanych. Wskazuje także na to ich przybliżona zgodność z realnie istniejącymi teksturami linijnymi (gufaży w gnejsach). Jednak, jak się zdaje, nie wszystkie osie konstrukcyjne mają takie znaczenie genetyczne. Na przykład oś przegięcia foliacji gnejsów w Mechach, zgodna z jedną z osi otrzymanych dla skał Przełęczy Kondrackiej, może być związana z silnym wygięciem spągu jednostki skał krystalicznych. Również niehercyński wiek odzwierciedlają prawdopodobnie prze-

gięcia w czołowych partiach wyspy. Wreszcie nie można wyłączyć, że rotacja brył na uskokach, niemożliwa do przyjęcia jako źródło wszystkich wahnięć kierunków foliacji, jednak jest odpowiedzialna za niektóre przegięcia. Sprawę komplikuje fakt przybliżonej równoległości wielu różnowiekowych kierunków np. osi transwersalnych elewacji i depresji, lineacji w gnejsach, osi *a* fałdu Giewontu, kierunku rys na płaszczynach luster i biegu części stref uskokowych.

Sprawa wieku deformacji krystalicznych skał tatrzańskich i wieku hydrotermalnych minerałów (m.in. chlorytu i epidotu) była już podnoszona w wielu publikacjach. W literaturze panuje tendencja do zamykania całej ewolucji mineralnej i niemal całej tektonicznej krystalicznych formacji Tatr do szeroko pojętego cyklu hercyńskiego. I tak np. A. Michalik (1952) z krzepnięciem masywu granitoidowego wiąże powstanie ciosu, którego różne generacje mają być wypełnione pegmatytami, żyłkami epidotowo-kwarcowymi, kalcytowo-chlorytowymi, bądź pokryte cienką błonką czerwonawą. Wyślizganie epidotu ma być znacznie młodsze od powstania tego minerału. W zasadzie spękania pochodzenia tektonicznego autor ten ogranicza do płaszczyn bez zmian mineralnych. Również A. Gorek (1959) jest zdania, że epidot i chloryt wypełniające spękania w granitoidach są wieku hercyńskiego. Alpejskie mają być tylko strefy mylonityczne, przy czym ich przebieg jest predysponowany kierunkami waryscyjskimi. Podobnego zdania wydaje się być S. Sokołowski (1959). O tym, że według tego autora ruchy alpejskie w niewielkim tylko stopniu zaznaczyły się w skałach krystalicznych, wnosić można ze sformułowania: „tektonika Tatr granitowych jest wieku hercyńskiego” (Sokołowski 1952).

W przypadku skał krystalicznych wyspy Goryczkowej rzecz wydaje się przedstawiać nieco inaczej. Przebieg luster epidotowych i chlorytowych jest zupełnie niezależny od starszych struktur, natomiast wykazuje zgodność kierunków przesunięć z całym fałdem Giewontu. Poza tym charakter tych deformacji zbliżony do typu stref uskokowych, co do których panuje zgodna opinia o alpejskim wieku, jest zupełnie odmienny od stylu starszych odkształceń. Oczywiście można całą ewolucję mineralną krystaliniku tatrzańskiego ograniczać do cyklu hercyńskiego, a ruchom alpejskim pozostawić rolę odnawiania starych kierunków, wówczas trudno byłoby jednak uzasadnić, dlaczego kierunki luster epidotowych i chlorytowych tak dobrze zgadzają się z kierunkami alpejskimi, a nie wykazują związku ze strukturami na pewno starszymi. O tym, że dyskutowane sztywne deformacje stanowią istotny element w przebudowie Tatr, świadczy ogromna ilość luster tektonicznych, nie tylko na obszarze północnej wyspy krystalicznej, lecz także w obrębie właściwego trzonu, przy czym są to takie same typy luster, choć o odmiennych kierunkach. Można zatem przypuszczać, że sztywne deformacje skał wyspy nie są odległe wiekowo od identycznych pod względem

morfologii typów nieciągłych deformacji skał trzonu. Gdyby rzeczywiście tak było, orogeneza alpejska nabrałaby większego znaczenia w tektonice trzonu, niż skromna rola jaką jej się dotychczas przyznaje.

*Zakład Nauk Geologicznych
Polskiej Akademii Nauk
Warszawa, w październiku 1962 r.*

LITERATURA CYTOWANA

- GOREK A. 1959. Prehľad geologických a petrografických pomerov kryštalinika Vysokých Tatier. — Geol. Sborn., roč. X, čís. 1. Bratislava.
- JAROSZEWSKI W. 1961. O próbie nowej metody opracowania tektoniki krystalinikum Tatr (An attempt of introducing a new method for crystalline massif elaboration in Tatra Mts.). — Biul. Geol. Wydz. Geol. U.W., T. I, cz. 2. Warszawa.
- KOTAŃSKI Z. 1961. Tektogeneza i rekonstrukcja paleogeografii pasma wierchowego w Tatrach (Tectogénèse et reconstitution de la paléogéographie de la zone haut-tatrique dans les Tatras). — Acta Geol. Pol., vol. XI/2-3. Warszawa.
- KREUTZ S. 1924. Sur un filon de couleur violette dans le Mięguszowiecki — Hautes Tatra (O fiołkowej żyły skalnej z kotła Mięguszowieckiego). — Bull. Acad. Pol. Sci. Lettr., Cl. Sci. Math.-Nat., Sér. A. Kraków.
- MICHALIK A. 1951. Utwory przedpermie. — Reg. Geologia Polski, t. I Karpaty, z. 1 Stratygrafia.
- 1952. Cios krystaliniku Tatr Polskich oraz towarzyszące mu przemiany hydrotermalne (Diachlases du massif cristallin de Tatra Polonais et changements hydrothermaux qui l'accompagnent). — Biul. P.I.G. (Bull. Serv. Géol. Pol.) 84. Warszawa.
- 1959. Zdjęcie geologiczne trzonu krystalicznego Tatr Wysokich (Geological map of the crystalline core in the High-Tatra). — Biul. I.G. (Bull. Inst. Géol. Pol.) 149. Warszawa.
- RABOWSKI F. 1959. Serie wierchowe w Tatrach Zachodnich (High-tatric series in Western Tatra). — Prace I.G. (Trav. Serv. Géol. Pol.), t. XXVII. Warszawa.
- SOKOŁOWSKI S. 1952. Uwagi ogólne o badaniach w Tatrach. — Geol. Biul. Inf., z. 2. Warszawa.
- 1959. Zarys geologii Tatr (Outlines of geology of the Tatra Mountains). — Biul. I.G. (Bull. Inst. Géol. Pol.) 149. Warszawa.
- STASZIC S. 1815. O ziemiородztwie Karpatów, i innych gór i równin Polski.
- TOKARSKI J. 1926. Próba syntezy dotychczasowych wyników badań petrograficznych granitu tatrzańkiego (Versuch einer Synthese bisheriger Ergebnisse der petrographischer Untersuchungen des Tatra-Granites). — Kosmos, t. LI.
- 1938. Tektonika granitu tatrzańkiego w świetle analiz planimetrycznych. — Spraw. T.N., t. 18, z. 1. Lwów.

- 1945. Izofemy tetrytu. — Spraw. Pol. Akad. Um. 46, nr 7. Kraków.
- 1959. Izofemy tetrytu (Tetryte isofems). — Biul. I.G. (Bull. Inst. Géol. Pol.) 149. Warszawa.

TURNAU-MORAWSKA M. 1959. Problemy krystaliniku tatrzańskiego (Crystalline rocks in the Tatra Mountains). — *Ibidem*.

J. BURCHART

**REMARKS ON THE DIRECTIONS OF THE SLICKENSIDES AND FAULT STRIAE
IN THE CRYSTALLINE ROCKS OF THE GORYCZKOWA "CRYSTALLINE
ISLAND" IN THE TATRA MOUNTAINS**

(Summary)

ABSTRACT: Older deformations of the rocks of the Goryczkowa "crystalline island" are expressed by preferred orientation (foliation and lineation), and the younger deformations gave rise to mylonitic zones, systems of slickensides and fault breccias. The direction of movement of rock masses during these younger dislocations corresponds to the direction of overthrust of the Giewont fold, thus indicating the alpine age of these dislocations.

The crystalline rocks which belong to the recumbent fold of Giewont and are thrust over the underlying unit of Czerwone Wierchy, exhibit distinct preferred orientation (foliation and lineation). The general foliation dip is north-west (fig. 2) and the lineation presents two intersecting systems (fig. 1) dipping NW-W and N-NE. This old tectonic structure, probably of Variscan age, is obliquely truncated by the younger rigid deformations expressed by numerous systems of slickensides, and by mylonitic zones and fault breccias. The mylonites form the bottom of the unit and are probably connected with the thrusting of the crystalline masses over the underlying Mesozoic series. Most of the slickensides are covered with polished epidote or chlorite, and are flat-lying surfaces (fig. 3a) with distinct scratches and grooves indicating the direction of movement (fig. 3b). The strike of the striae is strictly parallel to the direction of movement of the whole overthrust unit of Giewont, their origin being thus probably connected with the Alpine nappe movements in the Tatra Mts. The slickensides are supposed by the writer to be the auxiliary faults in respect to the main thrust expressed by the mylonites occurring along the bottom of the overthrust body. Some zones of steeply dipping fault breccias are believed to be the *ac* fractures also connected with the main movements. It seems worth to mention

that in the neighbouring part of the crystalline core of the Tatra Mts. there occur the same types of the rigid deformations, but that they differ in their directions (figs. 4a and 4b).

The tectonic meaning of the axes of rotation of the foliation planes, found by means of the projection net procedure, is also discussed. The majority of such axes are probably true fold axes of the older deformations (contemporaneous to the lineation), but some of them are connected with bending of the head part of the shifted masses, while still others are probably connected with transverse bending of the unit and with slight rotation of blocks along the steep zones of the fault breccia.

*Institute of the Geological Sciences
Polish Academy of Sciences
Warszawa, October 1962*
