

Z. J. KOTAŃSKI

PRÓBA GENETYCZNEJ KLASYFIKACJI BREKCJI NA TLE BADAŃ WIERCHOWEGO TRIASU TATR

(Tabl. VII—X i 1 fig.)

Попытка генетической классификации брекчии на основании
исследования верхнетатранского триаса Татр

(табл. VII—X и 1 фиг.)

*Tentative genetical classification of Breccias on the Basis of Studies
concerning the Hight-Tatric Trias in the Tatra Mountains*

(Pl. VII—X and 1 fig.)

Streszczenie. W części pierwszej autor daje projekt nowej genetycznej klasyfikacji brekcji. Za odrębny genetycznie rodzaj brekcji przyjmuje się brekcję, której powstanie wywołane jest działaniem odrębnego czynnika. Wyróżnione genetyczne rodzaje brekcji umieszczone są w następujących grupach: osadowe, tektoniczne, diagenetyczne oraz brekcje magmatyczne i metamorficzne. Osobną grupę stanowią pseudobrekcje. W części drugiej opisano brekcje osadowe z wierchowego środkowego triasu Tatr, głównie z serii Giewontu. Autor wyróżnia brekcje spływowe, śródwarstwowe oraz klifowe. Obecność tych brekcji świadczy między innymi o znacznej ruchliwości dna geosynklinalnego morza środkowo-triasowego w strefie wierchowej.

W S T Ę P

W związku z badaniami nad osadami środkowego triasu serii wierchowej Tatr, nasuwa się wiele zagadnień sedymentacyjnych, które wymagają dokładniejszej niż dotychczas interpretacji. Należą do nich między innymi następujące zagadnienia: naprzemianległość wapieni i dolomitów, istota i geneza tak zwanych wapieni robaczkowych, uwarstwienie frakcyjne niektórych skał węglanowych i to nie tylko wapieni, lecz i dolomitów, istnienie i charakter przerw sedymentacyjnych, geneza tzw. dolomitów cukrowatych i obecność rytmów sedymentacyjnych w obrębie całej formacji węglanowo-dolomitowej. Odrębnym problemem jest wielkość i rola procesów diagenetycznych, głównie rekrytalizacji. Wiąże się z tym zagadnienie pierwotnego lub wtórnego pochodzenia dolomitów.

Jednym ze zjawisk odgrywających niepoślednią rolę przy rozpatrywaniu zagadnień sedymentacyjnych jest obecność brekcji w formacji wapienno-dolomitowej środkowego triasu.

Brekcje w zespole skał środkowego triasu serii wierchowej znane są od dawna. Wiadomo jest np., że w spągu formacji wapienno-dolomitowej środkowego triasu serii Kominów Tyłkowych występują tzw. dolomity komórkowe będące w znacznej części niczym innym, jak jednym z rodza-

jów brekcji. Brekcje środkowo-triasowe znane były również z serii Czerwonych Wierchów i Giewontu.

Powszechnie znane są również brekcje środkowego triasu w płaszczynie regłowej dolnej oraz szereg brekcji o miejscowym znaczeniu, spotykanych np. przy uskokach.

Obecność brekcji na terenie Tatr nie jest więc zjawiskiem wyjątkowym, lecz raczej dość częstym. Pomimo to jednak brekcje tatrzańskie nie były dotąd opracowywane — nie zajmowano się ani opisem formy ich występowania, ani analizą petrograficzną, a o genezie pisano w sposób bardzo ogólny.

Opracowanie brekcji tatrzańskich jest więc konieczne tym bardziej, że, jak się okazało w wyniku wstępnego zajęcia się tym zagadnieniem, w Tatrach są brekcje nadzwyczaj różnorodne, o najrozmaitszej genezie. Właśnie ze względu na bardzo urozmaiconą i różnorodną genezę brekcje są bardzo czułymi wskaźnikami paleogeograficznymi (jeśli są pochodzenia sedymentacyjnego) i rejestrują dokładnie przemiany, jakim uległa skała po swym osadzeniu się.

Okazało się jednak, że genetyczna klasyfikacja brekcji w tej postaci, w jakiej stosuje się ją obecnie, jest nie tylko daleka od doskonałości, lecz zawodzi przy pierwszej próbie zastosowania jej do klasyfikacji różnych genetycznie skał. Stąd też wynikła potrzeba zaproponowania nowej, możliwie konsekwentnej, genetycznej klasyfikacji brekcji.

C z ę ś ć p i e r w s z a

GENETYCZNA KLASYFIKACJA BREKCJI

I. DOTYCHCZASOWA KLASYFIKACJA BREKCJI

Terminu *b r e k c j a* (okruchowiec) używa się na określenie skały pselitowej złożonej z ostrokrawędzistych okruchów tkwiących w jakimś spoiwie. Włoskie słowo „breccia“ oznacza łamanie, kruszenie. I istotnie, brekcja jest to skała powstała przez rozkruszenie, połamanie innych skał. Proces kruszenia może być jednak wywołany przez bardzo różne czynniki. Poza tym niektóre skały o strukturze brekcjowatej nie powstały wcale z pokruszenia i scementowania pierwotnej skały, lecz zawdzięczają swe pochodzenie czynnikom wtórnym, diagenetycznym. Tego rodzaju skała nie może być nazwana brekcją, lecz pseudobrekcją.

Próby klasyfikacji brekcji opierały się na różnych podstawach. Przykładem podejścia strukturalno-petrograficznego może być systematyka W. N o r t o n a (fide H. Milner 1940). Wyróżnia on cztery makroskopowe typy brekcji: 1) *Crackle breccia* — skała o zbrekcjowaniu zaczątkowym, z okruchami rozdzielonymi przez puste przestrzenie. Okruchy skał uległy małemu tylko przemieszczeniu lub nie były przesuwane wcale. Spoiwo ogranicza się do szczelin i jest zwykle pochodzenia chemicznego. 2) Typ „mozaikowy“ brekcji ma te fragmenty skał szerzej rozdzielone i wyraźnie przemieszczone. 3) *Rubble breccia* nie ma już okruchów w początkowym stadium rozrywania. Okruchy skał otoczone są spoiwem, lecz się nie stykają. 4) *Breccia of sporadic fragments* — lepiszcze przeważa nad okruchami, które tkwią niby śliwki w budyniu.

Tego rodzaju systematyka, biorąca pod uwagę jedną tylko cechę — stosunek okruchów do spoiwa, nie daje żadnego wyobrażenia o zagadnieniu, które przede wszystkim interesuje geologa, to znaczy o genezie brekcji. Ustalenie stosunku okruchów do spoiwa może być jedną z ważnych obserwacji przy ustalaniu genezy brekcji, lecz nie jest to cecha decydująca. Z tego powodu klasyfikacja oparta na tej podstawie jest niewystarczająca i może być jedynie pomocą przy ustalaniu genetycznej klasyfikacji.

Kierunek petrograficzno-genetyczny w klasyfikacji brekcji reprezentuje L. C a y e u x (1953). Dzieli on brekcje na pierwotne i wtórne. Brekcje pierwotne w jego ujęciu są to brekcje pochodzenia sedymentacyjnego, z wyłączeniem jednak brekcji tworzących się subaeralnie na lądzie. Brekcje wtórne są to brekcje powstałe już po powstaniu samej skały, a więc brekcje nie utworzone w wyniku tych samych procesów co skała, w której są zawarte, brekcje niesyngenetyczne z tymi procesami; należą tu brekcje tektoniczne, brekcje osadowe powstałe subaeralnie w wyniku działania różnych czynników egzogenicznych na lądzie i brekcje (pseudobrekcje), których struktura jest wynikiem procesów diagenetyzacji.

Podział brekcji na pierwotne i wtórne jest niewątpliwie słuszny i celowy, jeśli bierze się pod uwagę jedynie brekcje skał węglanowych. Badacz stykający się z takimi brekcjami w terenie zadaje sobie przede wszystkim pytanie, czy jest to brekcja powstała jako skała osadowa, a więc brekcja pierwotna, czy też wtórna, powstała w jakikolwiek inny sposób, po powstaniu samej skały, która później uległa skruszeniu. Od wyjaśnienia tego zagadnienia powinno się zaczynać określenie genezy brekcji i jej bardziej dokładną charakterystykę. Niektóre rodzaje brekcji są to typowe skały osadowe klastyczne, związane z procesami sedymentacyjnymi. Inne jednak rodzaje brekcji nie są w ogóle skałami osadowymi, lecz należą do skał wtórnych, powstałych w wyniku przemian strukturalnych skały pierwotnej.

Systematyka brekcji L. Cayeux'go ma dwie słabe strony:

1. Niesłuszne jest zaliczanie brekcji tworzących się subaeralnie na lądzie w wyniku działania czynników zewnętrznych do brekcji wtórnych — są to przecież również brekcje osadowe.

2. Klasyfikacja jego jest niekompletna, gdyż obejmuje jedynie brekcje węglanowe.

Poza tym systematyka ta jest zbyt ogólna i przy obecnych wymaganiach w odniesieniu do określania genezy skał nie uwzględnia całej różnorodności powstawania różnych rodzajów brekcji.

Również i podział na brekcje pierwotne i wtórne musi być zarzucony, jeśli przy klasyfikacji weźmie się pod uwagę brekcje złożone z różnych, nie tylko węglanowych skał. Określenie „brekcja pierwotna“ lub „brekcja wtórna“ staje się wtedy uciążliwym balastem i nie wyjaśnia genezy skały. Poza tym, jeśli za brekcje pierwotne uzna się wyłącznie brekcje pochodzenia osadowego, to określenie „brekcje pierwotne“ stanie się zbędne i mniej mówiące niż termin „brekcje osadowe“.

Poszczególne rodzaje brekcji w oparciu o założenia genetyczne opisywali już od dawna różni autorowie. Tak np. w 1907 r. O. A m p f e r e r wyróżnił, jako określony genetyczny rodzaj brekcji, brekcje zboczowe (*Gehängebreccien*). Szereg genetycznych rodzajów brekcji wyróżnili również autorowie amerykańscy.

Pierwszą klasyfikację genetyczną obejmującą wszystkie środowiska, w których mogą tworzyć się brekcje dała W. Reynolds (1908).

Zaproponowała ona następujący podział brekcji:

1. Brekcje pochodzenia sedymentacyjnego,
2. „ „ magmowego,
3. „ tworzące się przez ruch mas skalnych (*breccias due to movement*),
4. Brekcje pochodzenia chemicznego.

Grupę pierwszą i trzecią dzieli autorka następująco:

1. Brekcje pochodzenia sedymentacyjnego:

- a) subaeralne: *talus-breccias* — brekcje piargowe,
torrent-breccias — brekcje potokowe,
cave-breccias — brekcje jaskiniowe,
rockfall-breccias — brekcje obrywowe,
glacial-breccias — brekcje lodowcowe;
- b) subaqualne: *talus- and torrent-breccias* — brekcje piargowe i potokowe,
residual-breccias — brekcje residualne,
reef-breccias — brekcje rafowe,
bonebed-breccias — brekcje kostne,
penecontemporaneous-breccias including dessication breccias — brekcje prawie współczesne z osadem, łącznie z brekcjami z wysychania.

3. Brekcje tworzące się przez poruszenie:

- fault- and crush-breccias* — brekcje uskokowe i brekcje pochodzące z rozkruszenia,
fold-breccias — brekcje fałdowe (powstające przy nasunięciach),
founder-breccias — brekcje powstałe w wyniku runięcia skał z powodu rozpuszczającego działania wody.

Z pobieżnego choćby przeglądu tej klasyfikacji widać, że ma ona liczne wady. Zwrócił na to uwagę już w 1933 r. K. Leuchs, który poddał podział W. Reynolds obszernej krytyce. Uznając podział brekcji sedymentacyjnych na subaeralne i subaqualne, wyróżnia on następujące ich rodzaje:

- a) subaeralne: *Gehängebreccien* [*talus- (Schutt-), torrent- (Schwemm-)* i *rockfall-breccias (Sturzbreccien)* łącznie] — brekcje zboczowe,
Höhlenbreccien — brekcje jaskiniowe,
Glazialbreccien — brekcje lodowcowe;
- b) subaqualne: *Schwemmbreccien* — brekcje potokowe;
Restbreccien — brekcje residualne,
Riffbreccien — brekcje rafowe,
intrasedimentäre Breccien — brekcje intrasedymmentacyjne.

K. Leuchs poddaje krytyce również podział brekcji w obrębie grupy *breccias due to movement*. Sama nazwa tej grupy nie jest słuszna, gdyż w genezie wszystkich rodzajów brekcji występuje „poruszenie“. Z tego powodu czynnika tego nie można wyróżniać jako przyczynę powstania

jednej tylko grupy brekcji. W grupie tej zawarła W. Reynolds przeważnie brekcje pochodzenia tektonicznego, z wyjątkiem brekcji rodzaju *founder-breccias*, które powinny należeć do subaeralnych. W obrębie samych już brekcji tektonicznych proponuje K. Leuchs podział następujący:

Reibungsbreccien — brekcje z rozrarcia,
Verwerfungsbreccien — brekcje uskokowe,
Überschiebungsbreccien — brekcje związane z nasunięciami,
Faltungsbreccien — brekcje fałdowe.

Podział W. Reynolds i K. Leuchsa omówię dokładniej przy opisywaniu poszczególnych rodzajów brekcji w proponowanej przeze mnie systematyce.

Obie powyższe próby nowoczesnej, genetycznej klasyfikacji brekcji, aczkolwiek nie pozbawione błędów, posuwają daleko nasze poglądy na genezę brekcji i zwracają uwagę na jej daleko idące zróżnicowanie. Niestety, oba podziały nie były spopularyzowane wśród geologów i wskutek tego nie uwzględniane przez badaczy, którzy zetknęli się z brekcjami w latach późniejszych. W rezultacie opisywano coraz to nowe rodzaje brekcji, nie umieszczając ich w większych grupach genetycznych. Co więcej — według świadectwa R. S h a r p a (1940) — liczni badacze nadawali miano brekcji wyłącznie brekcjom tektonicznym, nie uznając zupełnie brekcji pochodzenia osadowego.

Próby genetycznej klasyfikacji brekcji pojawiły się również w ZSRR. Klasyfikację taką dali W. M a s ł o w i D. N a l i w k i n (fide S z w e c o w, 1940).

M. Szwecow w swej petrografii skał osadowych podając klasyfikację brekcji opiera się na Masłowie i Naliwkinie. Bierze on pod uwagę czynnik powodujący rozkruszenie skały i przemieszczenie okruchów oraz miejsce powstania.

Opierając się na tych zasadach proponuje następujący podział brekcji:

1. Brekcje pochodzenia wulkanicznego,
2. „ tektoniczne,
3. „ związane z działaniem zewnętrznych czynników mechanicznych,
4. „ związane z wietrzeniem powierzchniowym i przemieszczeniem w wyniku działania siły ciężkości,
5. „ będące rezultatem procesów chemicznych,
6. „ biogeniczne, „które zalicza się do brekcji raczej przez nieporozumienie“.

W obrębie wymienionych grup Szwecow daje dość szczegółowy podział brekcji na rodzaje genetycznie jednorodne. Jednak zaliczenie poszczególnych genetycznych rodzajów brekcji do większych grup nie wydaje mi się zawsze trafne. Wyróżnione główne grupy nie są tego samego rzędu. Tak np. brekcje związane z wietrzeniem powierzchniowym i przenoszeniem w wyniku działania siły ciężkości można przecież zaliczyć do brekcji związanych z działaniem zewnętrznych czynników mechanicznych. Brekcje tektoniczne należą w systematyce Szwecowa do jednej grupy brekcji endogenicznych wraz z brekcjami wulkanicznymi. Tak więc brekcje osadowe, pyroklastyczne, jakimi są brekcje wulkaniczne znalazły się w jednej

grupie z brekcjami tektonicznymi, zawdzięczającymi swe powstanie zupełnie odmiennym czynnikom.

Podział Szwecowa nie przyjął się również i w Związku Radzieckim.

Autorki „Struktur Gornych Porod“ (P o ł o w i n k i n a, W i k u ł o w a, R a z u m o w s k a j a, 1948) stosują systematykę Cayeux.

Ostatnio L. R u c h i n w „Osnowach Litoologii“ daje własną systematykę brekcji (1952). Jest to jednak systematyka niepełna i niezbyt prawidłowa, skoro na przykład brekcje (pseudobrekcje) z rekrytalizacji zalicza Ruchin do brekcji csadowych.

W tym stanie rzeczy konieczną staje się próba ustalenia możliwie pełnej i jednolitej klasyfikacji brekcji. Poniższa systematyka jest właśnie realizacją tego zamierzenia.

II. PROPONOWANA KLASYFIKACJA BREKCJI

Termin *brekcja* jest pojęciem strukturalnym, nie zaś genetycznym. Oznacza on skałę złożoną z ostrokrawędzistych okruchów o wielkości powyżej 2 mm, sklejonych jakimś spoiwem. Zrozumiałe jest, że skała taka powstaje dzięki skruszeniu skały pierwotnej, a czasami i lekkiemu przemieszczeniu powstałych okruchów. Przemieszczenie to nie może być duże, gdyż wtedy okruchy miałyby kształty mniej lub więcej otoczone i przeobraziłyby się w otoczaki, cała zaś skała — w zlepieniec.

Okazuje się, że takie właśnie działanie i związany z nim efekt w postaci brekcji może być wywołany przez rozmaite czynniki, zarówno wewnętrzne, jak i zewnętrzne. W wyniku tego brekcja jest skałą o najbardziej zróżnicowanej genezie, jaką można sobie wyobrazić.

Powstaje pytanie, dlaczego właśnie geneza brekcji jest tak różnorodna, dlaczego np. nie wyróżnia się tylu genetycznych rodzajów zlepieńców, co brekcji.

Odpowiedź na to pytanie jest prosta. Procesy, które prowadzą do powstania brekcji polegają wyłącznie na skruszeniu pierwotnej skały, a czasami na lekkim przemieszczeniu powstałych tą drogą okruchów. Siły mogące spowodować te dwie czynności są rozmaitego rodzaju i mogą się znaleźć w najróżnorodniejszych środowiskach.

Zupełnie odmiennie rzecz się ma z powstaniem zlepieńców. Aby powstały otoczaki, pierwotna skała musi ulec skruszeniu, a powstałe tą drogą okruchy muszą być bardzo długo poddawane takiemu oddziaływaniu mechanicznemu, w którego wyniku wszelkie kanty ulegną starciu i powstanie wygładzony, zaokrąglony fragment skalny — otoczak. Zrozumiałe jest, że proces ten uzależniony jest od bardzo specyficznych warunków i dostatecznie długiego działania odpowiednich czynników. Czynniki takie występują na powierzchni ziemi jako woda płynąca, falowanie przy brzegu morskim lub zdala od niego (zlepienie śródwarstwowe — *intraformational*) itp. Znane są jednak, co prawda jako zjawisko nieczęste, zlepienie pochodzenia tektonicznego. Zlepieniec tektoniczny (*crush conglomerat*) może powstać przy przesuwaniu się dwóch mas skalnych, podczas którego istniejące okruchy skalne ulegają „rolowaniu“ i stają się podobne do otoczaków (C o o p e r, B y r o n, H a f f J., 1940). Na tym jednak wyczerpują się czynniki, których działanie prowadziłyby do powstania otoczaków, a w rezultacie i zlepieńców.

Można by zapytać, czy celowe jest stosowanie terminów „zlepienieć“ i „brekcja“ w znaczeniu strukturalnym. Może lepiej byłoby używać tych terminów wyłącznie w znaczeniu genetycznym?

Termin *zlepienieć* powstał jako określenie skały klastycznej złożonej z otoczków. Oznaczano nim więc skały o zupełnie określonym, osadowym pochodzeniu. Okazało się jednak, że zupełnie podobna skała, złożona z otoczków nie jest pochodzenia osadowego, lecz tektonicznego. Czy można taką skałę nazwać zlepieńcem? Nie tylko można, lecz należy, gdyż zlepienieć tektoniczne jest czasami nie do odróżnienia od zlepieńca klastycznego, a jego geneza staje się jasna dopiero po bliższym zbadaniu. Jeszcze trudniejsza kwestia wyłania się przy określaniu genezy brekcji. Czasami (w skałach węglanowych) niektóre brekcje tektoniczne są prawie nie do odróżnienia od pewnych rodzajów brekcji osadowych, czy też od pseudobrekcji. Nie ma więc powodu stosowania różnych terminów do bardzo podobnych strukturalnie skał. Dlatego próby zacieśnienia terminu „brekcja“ wyłącznie do brekcji tektonicznych powinny być stanowczo zarzucone. Termin „brekcja“ (zarówno jak i „zlepienieć“) jest pojęciem strukturalnym, nie genetycznym. Właściwości np. techniczne brekcji tektonicznych i osadowych mogą być zupełnie identyczne, a odrębna ich geneza daje się określić wyłącznie na podstawie dokładnych badań. Dlatego wydaje mi się zupełnie słuszne stanowisko Leuchsa (1933), który proponuje, by terminu „brekcja“ używać w znaczeniu dotychczas stosowanym, a więc w znaczeniu czysto strukturalnym, możliwą genezę natomiast określać za pomocą dodatków, jak „tektoniczna“, „osadowa“ itp., w obrębie zaś tych grup wyróżniać rodzaje genetyczne.

Jako zasadę wyróżnienia genetycznego rodzaju brekcji przyjmuję istnienie odrębnego czynnika, powodującego powstanie okruchów, a niekiedy i lekkie ich przemieszczenie. I tak, za brekcję odrębną genetycznie uważam brekcję powstałą w wyniku określonego czynnika geologicznego, w określonych warunkach. Czasami przy ustalaniu genezy brekcji ważne jest również uwzględnienie natężenia wywołującego ją czynnika. Ponieważ rozpatruje się brekcję jako skałę złożoną z okruchów i ze spoiwa, do określenia genezy jej ważne jest również ustalenie składu i pochodzenia spoiwa.

Pewne grupy brekcji zawdzięczają swe powstanie działaniu kilku czynników, mają więc pochodzenie złożone. Nie można tego rodzaju brekcji uważać za odrębny rodzaj genetyczny. Czasem jednak, jeśli nie jest możliwe wyróżnienie dominującego czynnika tworzącego brekcję, celowe jest nadanie tego rodzaju brekcji o złożonej genezie osobnej nazwy.

Wszystkie brekcje dzielę na cztery grupy:

- I. Brekcje osadowe;
- II. Brekcje tektoniczne;
- III. Brekcje diagenetyczne;
- IV. Brekcje magnetyczne i metamorficzne.

I. Brekcje osadowe

Brekcje osadowe są to brekcje utworzone na powierzchni Ziemi na lądzie lub w morzu, w wyniku działania czynników egzogenicznych, a w bardzo małym stopniu — endogenicznych. Dzielę je na brekcje klastyczne i pyroklastyczne.

A. Brekcje klastyczne

Brekcje klastyczne są to brekcje powstałe wyłącznie dzięki mechanicznemu działaniu czynników egzogenicznych, takich jak insolacja, zmiany temperatury, działanie siły ciężkości, falowanie, woda płynąca, lodowiec itp.

Brekcje klastyczne dzielę jak W. Reynolds (1908) na brekcje subaeralne i subaqualne.

1. Brekcje subaeralne

Do brekcji subaeralnych zaliczam brekcje powstałe w wyniku działania czynników zewnętrznych na lądzie, bez stałego przykrycia wodnego.

a) **Brekcje zwietrzelinowe.** Są to brekcje tworzące się w wyniku fizycznego i chemicznego wietrzenia. Czynnikiem powodującym rozkruszenie pierwotne skały i powstanie okruchów są: insolacja, zmiany temperatury, chemiczne działanie wody itp., bez udziału jednak czynników transportujących. Jest to zatem miejscowa zwietrzelina, różniąca się np. od gliny zwietrzelinowej przewagą większych fragmentów skalnych nad częściami drobnymi. Skład okruchów jest bardzo jednorodny — obecne są wśród nich wyłącznie fragmenty miejscowej, wietrzejącej skały. Bardzo charakterystyczna jest obecność między okruchami ilastej zwietrzeliny, która w przyszłości wejdzie częściowo w skład spoiwa. Okruchy nie ulegają wcale lub prawie wcale transportowi, w wyniku czego nie są zaokrąglone. Wykazują one zawsze ścisły związek z podłożem, z którego powstały i stopniowe przejścia do skały macierzystej.

Brekcje zwietrzelinowe są bardzo powszechne wśród skał tworzących się współcześnie, z tym że w większości wypadków mamy do czynienia ze skałą luźną, nie spojoną. W stanie kopalnym ze zrozumiałych względów zachowują się one bardzo rzadko. Przykładem tego rodzaju brekcji, które zachowały się w stanie kopalnym, są, być może, niektóre z brekcji opisanych przez St. Radwańskiego (1952) z kulmu Niecki Środkowo-Sudeckiej jako brekcje zboczowe.

b) **Brekcje obrywowe.** Brekcje te powstają wskutek oberwania się wielkich mas skalnych w jednym wielkim akcie i sypania się ich u stóp urwiska. Warunkiem koniecznym do powstania tego rodzaju brekcji jest właśnie istnienie wysokiego urwiska. Urwiska takie występują zwykle w wysokich górach, przy ostro podciętych, stromych brzegach rzek i nad brzegiem morza. Czynnikiem wywołującym tego typu obrywy jest oczywiście działanie siły ciężkości, wyzwolonej przez jakiś uboczny impuls. Powstają w ten sposób wielkie masy gruzu złożonego z dużych bloków i odłamków ostrokrawędzistych o dość jednorodnym składzie. Jak zwykle w tym wypadku można zauważyć, że większe bloki spadają niżej po zboczu, a drobniejsze zatrzymują się wyżej. Brekcje obrywowe nie mają zwykle związku ze skałą z podłoża, gdyż urwane masy skalne spadają znacznie niżej w dół i mogą zatrzymać się w miejscu zbudowanym z zupełnie odmiennych skał.

Liczne przykłady brekcji obrywowych tworzących się współcześnie można znaleźć w Tatrach. Przykładem ogromnego obrywu, który nastąpił prawdopodobnie w pleistocenie, mogą być Wantule złożone z ogromnych

bloków skalnych. Mniejsze odłamki skalne uległy tam przeważnie rozkruszeniu i zostały wyniesione przez okresowe wody roztopowe.

Brekcje obrywowe (*rockfall breccias*) w stanie kopalnym spotyka się stosunkowo rzadko. Opisał je np. R. Sharp (1940) z kambru kanionu Colorado jako *slide-breccia*. Obryw ten nastąpił przy wysokim, stromym brzegu morza kambryjskiego i objął wielkie przestrzenie. Brekcja obrywowa pochodzi z wielkiego, podciętego przez fale morskie monadnoku zbudowanego z kwarcytów algonckich. Okruchy tych kwarcytów składające się na brekcję obrywową leżą prawie bezpośrednio na podłożu algonckim.

c) Brekcje usypiskowe (piargowe). Są to brekcje powstające wskutek nagromadzenia się ostrokrawędzistych okruchów pochodzących z wietrzenia mechanicznego skał w wysokich górach i nagromadzonych pod wpływem działania siły ciężkości oraz okresowych potoków w czasie ulewnych deszczów. Charakterystyczną cechą tych brekcji (piargów) jest skład otoczków związany z miejscowymi skałami oraz brak drobnego materiału, który uniesiony został przez wody deszczowe. Brekcje usypiskowe powstają więc w wyniku działania dwóch czynników transportujących — siły ciężkości i wody płynącej w postaci okresowych potoków deszczowych. Główne znaczenie ma jednak oczywiście czynnik pierwszy.

Piargi występują w Tatrach, gdzie wypełniają żleby i tworzą u podstawy stromych ścian skalnych rozległe stożki usypiskowe.

Brekcje piargowe znane są również i w stanie kopalnym. Należy do nich znana interglacjalna *Höttingerbreccia* z okolic Innsbrucka (A m p f e r e r O. 1907, P a c h i n g e r H.). Również i znaczna część brekcji zboczowych opisanych przez St. Radwańskiego ze spągu kulmu środkowo-sudeckiego (1952) należy zapewne do tego typu brekcji.

Do kopalnych brekcji piargowych należą też najprawdopodobniej brekcje o spoiwie martwicowo-wapiennym, występujące w Tatrach przy drodze hawiarskiej w Dolinie Miętusiej i w Dolinie Małej Łąki poniżej przełęczy Bacug. Wiek ich i geneza nie jest całkowicie wyjaśniona. F. R a b o w s k i, który zajmował się tymi brekcjami, uważał je pierwotnie za osad utworzony na lądzie po wynurzeniu się sfałdowanej serii wierchowej, lecz przed nasunięciem reglowym. Poparciem tego poglądu miał być fakt, że składają się one wyłącznie z okruchów serii wierchowej (do margli albu włącznie). Później jednak uznał je Rabowski za brekcje pleistoceńskie. Być może, że są to brekcje interglacjalne o genezie podobnej do *Höttingerbreccia*.

d) Brekcje stożków napływowych. Należą tu brekcje złożone z lekko zaokrąglonych okruchów, spotykane wśród osadów typowych stożków napływowych. Zasadniczym czynnikiem transportującym jest w tym wypadku woda płynąca — bystre potoki górskie powstające po większych ulewach, rzeki okresowe na pustyniach, strumyki wypływające z gór na nizinę, których spadek ulega gwałtownemu obniżeniu itp. Działalność mechaniczna wody płynącej jest tu zbyt krótka, by doprowadzić do powstania otoczków.

Osady tego typu opisywane były czasami jako fanglomeraty¹.

¹ Terminu „fanglomerat“ nie należałoby — moim zdaniem — używać. ani w znaczeniu genetyczno-facjalnym na oznaczenie osadów stożków napływowych w klimacie okresowo suchym, ani w znaczeniu strukturalnym — na oznaczenie osadów klastycznych o cechach przejściowych między brekcją a zlepieńcem.

K. Leuchs (1933) dowodzi, że osady takie tworzyć się mogą we wszystkich strefach klimatycznych, a nie tylko w klimacie suchym. Głównym warunkiem ich powstawania nie jest więc klimat, lecz dostatecznie duże nachylenie i związana z tym stała dostawa materiału okruchowego, przenoszonego następnie przez potoki.

W Tatrach brekcje tego rodzaju budują rozległe stożki napływowe u podstawy piargów.

W stanie kopalnym brekcje stożków napływowych opisywano często. W szeregu okresów geologicznych znane są one z osadów piedmontowych.

K. Leuchs opisuje tego rodzaju brekcje z osadów czerwonego spągowca z Westfalii. Występują one tam na dużych przestrzeniach i nie są bezpośrednio związane ze stromymi ścianami skalnymi.

e) Brekcje soliflukcyjne. Wyróżnienie brekcji soliflukcyjnych zaproponował w dyskusji ze mną prof. dr E. Passendorfer. Czynnikiem transportującym jest w tym wypadku siła ciężkości powodująca spływanie rozmarzniętej powierzchniowej warstwy rumoszu skalnego po zmarzniętym podłożu. W wyniku tego zmienia się struktura osadu i traci on często kontakt ze skałą, z której zwietrzzenia rumosz ten powstał.

St. Siedlecki (1952) wyróżnił w okolicach Chrzanowa tzw. przez niego „zsuwy pleistocenyckie“. Z podanych opisów wynika, że jest to osad, który składa się z ostrokrawędzistych okruchów skalnych zmieszanych z drobnoziarnistą zwietrzeliną. Posiada więc wszelkie cechy brekcji. Siedlecki przypuszcza, że ponieważ zsuwy te nie są już dziś czynne, proces zsuwania przebiegał tu na drodze spełzania soliflukcyjnego w pleistocenie.

W literaturze znane są brekcje zboczowe; termin ten (*Gehängebreccia*) wprowadził O. Ampferer (1907) dla wytłumaczenia genezy *Höttingerbreccia* występującej w Alpach koło Innsbrucka.

Jak to już podawałem, podstawą wyróżniania przeze mnie odrębnego rodzaju brekcji jest działanie odrębnego czynnika geologicznego. Wśród osadów opisywanych wielokrotnie jako brekcje zboczowe wyróżnić można takie odrębne genetycznie rodzaje brekcji, jak brekcje zwietrzelinowe, obrywowe, piargowe, soliflukcyjne oraz brekcje stożków napływowych. Wszystkie te brekcje (z wyjątkiem brekcji zwietrzelinowych i niektórych brekcji stożków napływowych) łączy wspólna cecha, którą jest istnienie nachylonego zbocza będącego źródłem okruchów. Z tego więc powodu, jeśli nie można dokładnie określić genezy danej partii brekcji, należy użyć terminu „brekcja zboczowa“ pamiętając jednak, że nie jest to rodzaj genetycznie jednolity, gdyż brekcja taka składa się z szeregu partii o odrębnej genezie. Z tego powodu termin „brekcja zboczowa“ można stosować jako określenie zbiorowe dla całego szeregu odrębnych rodzajów brekcji.

Należy pamiętać, że nie wszystkie brekcje stożków napływowych tworzą się na zboczu. K. Leuchs (1933) uważa, że niektóre odmiany tego rodzaju brekcji w permie tworzyły się na rozległych, płaskich obszarach, gdzie były nanoszone przez okresowe potoki. Mając to na uwadze, niezbyt właściwe wydaje mi się zaliczenie przez St. Radwańskiego (1952) serii osadów leżących u podstawy kulmu środkowo-sudeckiego do brekcji zboczowych. Seria ta składa się według Radwańskiego z szeregu przewarstwień brekcji, zlepieńców, piaskowców i łupków ilastych. Radwański uważa, że tego rodzaju skład osadu świadczy o jego zboczym charakterze. Jako

główny czynnik transportujący przyjmuje on powierzchniowe ruchy masowe. Wydaje mi się, że część z tych brekcji stanowi miejscową zwietrzelinę (brekcje zwietrzelinowe), inne zaś partie skalne są osadami stożków napływowych. W większości wypadków czynnikiem transportującym była niewątpliwie woda płynąca. Radwański sam stwierdza, że „dziś widoczny obszar występowania brekcji stanowił najniższe partie pierwotnego zbocza, nachylone zapewne pod kątem mniejszym od 5°”. Na tym tak minimalnie nachylonym terenie nie mogły rozwijać się na wielką skalę powierzchniowe ruchy masowe. Z tego względu sędzę, że nie ma tu brekcji obrywowych, piargowych ani soliflukcyjnych (ciepły klimat!), lecz brekcje zwietrzelinowe i brekcje stożków napływowych.

K. Leuchs połączył niesłusznie odrębne genetycznie rodzaje brekcji wyróżnione przez W. Reynolds (*talus- i torrent-breccias*) w jeden rodzaj *Gehängebreccia*, stojąc na stanowisku, że nie zawsze jest możliwe oddzielenie różnych rodzajów brekcji tworzących się na zboczu. Oddzielenie takie istotnie nie zawsze jest możliwe. Są jednak przykłady (które podałem już wyżej) wydzielenia rodzajów brekcji genetycznie jednolitych. Należy więc w miarę możliwości dążyć do ich wyodrębnienia.

Nie jest słuszne zaliczanie brekcji stożków napływowych do brekcji zboczowych. Są oczywiście wypadki, gdy stożki napływowe występują w bezpośredniej bliskości zboczy. W innych jednak przypadkach stożki takie tworzyć się mogą na rozległych, minimalnie nachylonych obszarach, nie związanych bezpośrednio ze zboczem. Pojęcie „brekcje zboczowe” nie jest wcale nadrzędne w stosunku do pojęcia „brekcje stożków napływowych”; oba te pojęcia zachodzą na siebie nawzajem.

f) **B r e k c j e l o d o w c o w e**. Ten rodzaj brekcji przytaczany jest we wszystkich systematykach (Reynolds 1908, Leuchs 1933, Szewcow 1948). Dość często, zwłaszcza w osadach lodowców górskich, występują moreny złożone z ostrokrawędzistych okruchów tkwiących w drobniejszej masie. Ilość tych odłamków jest tak duża, że moreny takiej nie można już nazwać gliną, lecz należy zaliczyć ją do grubookruchowych skał klastycznych. Okruchy takie są często porysowane.

Kopalne brekcje lodowcowe znane są jako niektóre odmiany tillitów.

g) **B r e k c j e k r a s o w e**. Odrębnym genetycznie rodzajem brekcji są brekcje powstałe przez zawalenie się stropu jaskiń krasowych. Związane są one głównie ze skałami węglanowymi.

Brekcje te wyróżnia W. Reynolds (*cave-breccias*) i K. Leuchs (*Höhlenbreccien*). M. Szewcow proponuje dla nich nazwę brekcje krasowe. Charakteryzują się one jednorodnością składu okruchów i częstą obecnością specyficznych osadów jaskiniowych.

Brekcje krasowe znajdują się niewątpliwie wśród osadów jaskiń tatrańskich.

h) **B r e k c j e k o s t n e**. Tworzą się one z kości kręgowców przenoszonych przez wody płynące w jaskiniach i osadzone w szczelinach skał. Czasami brekcje takie mogą być złożone z kości nietoperzy (brekcja nietoperzowa).

W stanie kopalnym znane są również brekcje kostne, nie tworzące się w jaskiniach. Brekcje takie (*bonebed*) szczególnie rozpowszechnione są w downtonie i retyku. W Polsce najbardziej znana jest brekcja kostna z Węzów koło Działoszyna, znaleziona przez J. S a m s o n o w i c z a, opi-

sywana ostatnio przez J. Stacha (1953). Brekcja ta jest pochodzenia jaskiniowego. Warstwy *bonebed* znane są w Polsce również.

i) Brekcje wulkanów błotnych. W tym wypadku powstanie fragmentów skał i ich przemieszczenie spowodowane jest przez gazy, wydobywające się z wulkanów błotnych.

Brekcje te wyróżnia w swej systematyce M. Szwecow. „Charakteryzują się one zmieszaniem ułamków skał kilku miejscowych warstw i niezwykłym zmieciem masy spoiwa“ (Szwecow 1948).

j) Brekcje szczelinowe (brekcje żył klastycznych)¹. Znane są fakty gromadzenia się okruchów i otoczków w szczelinach skał. Dostały się one tam w wyniku subaeralnego wietrzenia fizycznego, przez opadanie okruchów z wyżej leżących skał klastycznych do istniejących już szczelin, w toku procesu wykruszania się skał ze ścian szczeliny pod wpływem czynników tektonicznych itp. Możliwości te rozważa St. Dżułyński (1953). Skały klastyczne w takich szczelinach stanowią często jedyny ślad po warstwie, która później została usunięta. Po scementowaniu takich okruchów tworzą się prawdziwe „żyły klastyczne“. Cechą więc żył klastycznych jest fakt, że zarówno okruchy, jak i spoiwo dostaje się do szczeliny z góry i nie ma nic wspólnego z intruzjami, iniekcjami itp. idącymi z głębi.

Brekcje szczelinowe jak widać mogą mieć stosunkowo różną genezę. Jednak w tym wypadku brekcje utworzone przez różne czynniki mają tak charakterystyczne cechy morfologiczne, że zasługują w pełni na wyróżnienie i uznanie za osobny rodzaj, tym bardziej, że mają one duże znaczenie przy analizie facjalnej.

Bardzo istotną cechą żył klastycznych jest ich zdolność dość głębokiego wnikania w warstwy spagowe, ku górze dochodzą jednak zawsze do pewnej określonej warstwy, której nie przebijają. Wiek tworzenia się tego rodzaju szczelin i wypełniających je osadów może więc być ściśle określony i związany z daną warstwą. Żyły klastyczne należą niekiedy do tzw. zjawisk śródwarstwowych, o czym później będzie mowa.

P. Pruvost (1943) opisuje takie żyły z warstw karbońskich Francji i rozważa możliwości ich powstania. Szczeliny tego rodzaju mogą się według niego tworzyć w wyniku:

- 1) przyczyn tektonicznych;
- 2) wynurzenia i zjawisk krasowych; tworzą się wtedy nieregularne zagłębienia, kieszenie, a czasami również i szczeliny (szczeliny tego rodzaju związane są głównie ze skałami węglanowymi);
- 3) pęknięcia warstw wyżej leżących z powodu osiadania i zmniejszania się objętości warstw niżej leżących (jako skutek np. uwęglania pierwotnego materiału roślinnego).

Na przykładzie powstawania brekcji szczelinowych widoczne jest, że przy rozpatrywaniu genezy brekcji ważne jest również i pochodzenie spoiwa, które w wypadku żył klastycznych związane będzie zawsze z warstwą, do której szczelina dochodzi, lecz której nie przebija.

¹ Nazwę tę wprowadzili geologowie amerykańscy (*clastic dikes*). Stosowana jest również przez Francuzów (*filons clastiques*).

Żyły klastyczne, a wraz z nimi i brekcje szczelinowe, mają znaczenie paleogeograficzne, a ze względu na swój ściśle określony wiek również i znaczenie stratygraficzne.

2. Brekcje subaqualne

Termin ten zastosowali do systematyki brekcji W. Reynolds (1908) i K. Leuchs (1933). Do grupy tej zaliczam brekcje osadowe tworzące się pod stałą pokrywą wodną. Reynolds i Leuchs zaliczali do brekcji subaqualnych również i brekcje stożków napływowych (*torrent-breccias* i *Schwemmbreccien*). W mojej systematyce ten ostatni rodzaj brekcji zaliczam do brekcji subaeralnych. Do brekcji subaqualnych zaliczam wyłącznie brekcje tworzące się pod stałą pokrywą wodną w morzach i jeziorach.

Oddzielenie brekcji subaqualnych od brekcji subaeralnych ma podstawowe znaczenie przy odtwarzaniu warunków tworzenia się brekcji i środowiska sedymentacyjnego.

a) Brekcje transgresywne (podstawowe). Brekcje transgresywne (podstawowe) są to brekcje tworzące się przy brzegu transgredującego morza. Nazwa ta może być stosowana przez analogię do znanych określeń „zlepiénce transgresywne“ i „zlepiénce podstawowe“. K. Leuchs zwraca uwagę na konieczność ścisłego rozróżniania brekcji od zlepiénców transgresywnych. Rozróżnianie to daje wyobrażenie o sposobie rozwijania się transgresji morskiej w danym rejonie.

Wśród brekcji transgresywnych wyróżnić należy dwie odmiany różniące się dość znacznie genezą i powstające podczas rozmaicie przebiegającej transgresji.

1) Tego rodzaju brekcje, tworzące się podczas transgresji (ingresji), przy której nie zachodzi abrazja, powodująca przeróbkę skał podłoża, proponuję nazywać (za W. Reynolds i K. Leuchsem) brekcjami residuálnymi. Powstają one ze zmieszania rumoszu powstałego w warunkach subaeralnych z osadami wkraczającego morza. Transgresja, podczas której tworzą się tego rodzaju brekcje, polega nie na wolnym zdobywaniu lądu połączonym z kruszeniem skał wybrzeża, otaczaniem gruzu przez kpiel, lecz następuje skutek stosunkowo silnego obniżenia się lądu, a jeszcze prawdopodobnie w wyniku uprzedniego istnienia depresji odgradzonej od morza barierą, która następnie została zerwana. Pozostaje przy tym rumosz skalny, pokryty następnie mułem morskim, tak że następuje zmieszanie rumoszu pochodzenia lądowego z mułem pochodzenia morskiego. Przykłady tego rodzaju stosunków podaje K. Leuchs z kredy gozawskiej Północnych Alp Wapiennych (1933). Opisana przez niego brekcja nie uległa znaczniejszej przeróbce podczas zalewu morza. Jeszcze przed spojeniem powstałego przed transgresją rumoszu osadziły się otoczaki, przyniesione z miejsc wyższych przez wody płynące. Dlatego w brekcji takiej mogą się znajdować otoczaki skał, nie występujących w jej bezpośrednim sąsiedztwie. W spoiwie może się znaleźć np. lateryt, co również świadczy o istnieniu wietrzenia subaeralnego i równocześnie dostarcza pewnych danych o klimacie panującym przed transgresją lub w jej początkach¹.

¹ K. Leuchs daje zestawienie utworów tworzących się podczas transgresji morza zależnie od tego, w jakiej mierze zalewany teren pokryty był rumoszem skalnym

2) Od brekcji residualnych należy odróżniać brekcje tworzące się podczas transgresji morza odbywającej się stosunkowo powoli (nie tak wolno jednak, by powstały zlepieńce) i polegającej na stopniowym zdobywaniu ładu połączonym z kruszeniem skał wybrzeża i otaczaniem gruzu przez kipiel. W tym wypadku wkraczające morze wykonuje działalność abrazyjną. Brekcje takie proponuję nazywać **k l i f o w y m i**.

K. Leuchs nie odróżnia tych obu rodzajów brekcji od siebie i stosuje do obydwu termin *restbreccien*. Brekcje klifowe we właściwym znaczeniu tego terminu wyróżnione zostały przez M. Szwecowa (1948) jako „prijobyne” brekcje.

Odróżnienie od siebie tych dwóch rodzajów brekcji nie zawsze jest łatwe. Jeśli jednak bierze się pod uwagę wszystkie cechy osadu, charakter powierzchni spągowej serii transgresywnej, słowem nie traktuje się brekcji w oderwaniu od otoczenia, przeważnie jest to możliwe. Dokładna analiza brekcji transgresywnych, a szczególnie residualnych, daje niesłychanie rozległe możliwości analizy paleogeograficznej.

Brekcje klifowe znane mi są ze środkowego triasu, kajpru, grestenu, batonu i albu wierchowego.

Brekcje residualne nie są mi znane z Tatr. Natomiast zlepieńce residualne reprezentowane są, być może, przez zlepieńce kajpru i grestenu wierchowego. Innym przykładem zlepieńca residualnego jest zlepieniec zygmunowski.

b) **B r e k c j e ś r ó d w a r s t w o w e**. Brekcje śródwarstwowe są to brekcje tworzące warstwę lub tylko wkładkę wśród bardzo jednolitej serii skał. Warstwa taka składa się wyłącznie z okruszków skały podścielającej ją bezpośrednio lub leżącej nieco głębiej. Charakter petrograficzny skały stropowej nie różni się zwykle od skały spągowej. Miąższość warstwy brekcji nie przekracza zwykle 0,5 m.

Brekcje śródwarstwowe nie oznaczają wynurzenia, lecz chwilową przerwę w sedymentacji i połączone z tym kruszenie stwardniałych już osadów dna zbiornika sedymentacyjnego. Kruszenie to jest spowodowane dotarciem podstawy falowania do dna zbiornika. Odbywa się ono zwykle w czasie wielkich burz, kiedy tworzą się fale o bardzo wielkiej amplitudzie. Niekiedy podstawa falowania może się obniżyć w związku z falami tsunami, powstającymi przy trzęsieniu ziemi. Pewną rolę gra tu również narastanie — w wyniku procesów sedymentacyjnych — osadów, które dochodzą wreszcie do podstawy falowania i ulegają skruszeniu (M. K s i ą ż k i e w i c z 1951).

Niekiedy za przyczynę powstania brekcji (i zlepieńców) śródwarstwowych uważa się silne prądy podmorskie, które nie tylko nie dopuszczają do powstania osadów (*hard ground*, K. P o ź a r y s k a, 1952), lecz również mogą kruszyć skały dna. L. Cayeux (fide E. Passendorfer, 1950) podaje przykłady kruszenia przez prądy świeżo osadzonych wapieni oolitowych i buł krzemienych.

i osadami rzecznyymi zawierającymi otoczaki skał niemiejscowych, i w zależności od sposobu transgresji (z abrazją czy bez). W świetle tego zestawienia staje się jasne pochodzenie np. egzotycznych kwarców w zlepieńcach podstawowych wielu morskich serii transgresywnych.

Zaznaczyć należy, że pojawienie się brekcji (lub zlepieńców) śródwarstwowych nie jest zwykle związane ze zmianą osadu. Po chwilowej przerwie wracają znów dawne warunki fizyko-chemiczne.

Z podanego opisu widać, że termin „śródwarstwowy“ stosuję tutaj w tym samym znaczeniu, co używany w literaturze angielskiej i francuskiej termin *intraformationel*, a w niemieckiej *intrasedimentär* — używany w stosunku do zlepieńców, brekcji (Leuchs K. 1933) i niektórych szczelin i żył klastycznych (Pruvost 1943). W literaturze rosyjskiej używane są w tym znaczeniu terminy „autigennyje podwodnyje“ (M. Szwecow 1948) lub „donnyje“ (L. Ruchin 1952). Na określenie brekcji tego rodzaju W. Reynolds (1908) użyła terminu *penecontemporaneous breccias*.

W literaturze polskiej stosowany jest termin „intraformacyjny“ lub „śródformacyjny“.

Słuszniejsze jest, moim zdaniem, stosowanie terminu „śródwarstwowy“ na określenie zdarzenia (powstanie brekcji, zlepieńca czy szczeliny), które wystąpiło między osadzeniem się dwóch identycznych lub zbliżonych warstw, nie zakłócając poprzednich warunków sedymentacyjnych.

W dyskusji ze mną prof. dr K. S m u l i k o w s k i zaproponował na określenie tego rodzaju brekcji termin „międzywarstwowe“ podkreślając, że występują one między dwoma warstwami, a nie wśród jakiejś warstwy.

Istotnie, często brekcje o tej genezie tworzą warstwę między dwoma warstwami. Znane mi są jednak wypadki, że brekcje takie nie mają wyraźnej granicy od dołu i od góry, i przechodzą stopniowo wskutek zmiany stosunku okruchów do spoiwa — na korzyść tego ostatniego — w otaczające skały. W tym wypadku słuszniejsza wydaje mi się nazwa „brekcje śródwarstwowe“. Jednak dla podkreślenia odrębności czynnika powodującego powstanie brekcji (lub zlepieńca) w stosunku do czynników tworzących warstwę spągowe i stropowe, jeśli granice są wyraźne, można stosować termin „międzywarstwowe“.

Brekcje śródwarstwowe (i międzywarstwowe) są bardzo powszechne wśród skał środkowego triasu serii wierchowej Tatr. Być może, że brekcje takie występują również i w środkowym triasie serii reglowej.

c) B r e k c j e r a f o w e. Brekcje rafowe genezą swą zbliżają się do brekcji klifowych i śródwarstwowych. Czynnikiem kruszącym i przemieszczającym fragmenty skał jest falowanie. Falowanie oddziałuje jednak na rafy (wynurzone nad poziom morza lub nie), tworzące tak swoiste środowisko, że w wyniku tego powstaje odrębny rodzaj brekcji złożony z okruchów koralii rafowych, glonów wapiennych, gruboskorupowych muszli małżów, a więc z okruchów wyłącznie wapiennych (Osadocznije facji w geologiczneskiej istorii, 1953).

Brekcje rafowe tworzące się współcześnie opisuje ostatnio J. U m b g r o v e z Zatoki Batawskiej (fide Osadocznije facji w geologiczneskiej istorii, 1953). Kopalne brekcje rafowe są bardzo częste w różnowiekowych osadach rafowych.

Brekcji tego rodzaju, wbrew przypuszczeniom, nie spotkałem dotąd w triasie wierchowym. Znane są jednak np. z urgonu.

d) B r e k c j e s p ł y w o w e. Brekcje spływowe tworzą się w wyniku pokruszenia się zestalonego już osadu na dnie zbiornika, przy podwodnym spływaniu osadu. Osuwanie to może być wywołane zakłóceniem równowagi mas na nierównym podłożu. Impulsu dostarcza falowanie, trzę-

sienie ziemi, ciśnienie nakładu itp. (M. Książkiewicz 1951). Brekcje spływowe mają jednorodny skład okruchów, przy czym widoczny jest zawsze związek tych okruchów z warstwą, z której rozkruszenia powstały. Miąższość takich brekcji nie przekracza zazwyczaj kilku centymetrów. M. Książkiewicz (1951) dzieli podwodne struktury spływowe (osuwiskowe) na dwie grupy. Do pierwszych należą struktury, w których zachowała się pierwotna ciągłość laminacji (warstewkowania) osadu. „Druga grupa cechuje się strukturami o przerwanej ciągłości warstwowania, skała jest nie tylko pofałdowana, ale porozrywana na okruchy i fragmenty pomieszane często z innym osadem“. Brekcje spływowe mają strukturę tego drugiego rodzaju. Brekcje spływowe znane mi są z wierzchowego środkowego triasu.

e) Brekcje osuwiskowe. H. Teisseyre (1952) opisał z kulum sudeckiego osuwiska podmorskie, prowadzące niekiedy do powstania brekcji. W opisywanym przez niego przypadku zlepierce leżące na łupkach ilastych uległy intensywnym ruchom osuwiskowym, pociągając za sobą również i niżej leżące łupki. Nastąpiło przemieszczanie się obu skał, przy czym łupki ulegały rozrywaniu, kruszeniu i w rezultacie utworzyły się strzępy łupków o złupkowaceni u rozmaicie zorientowanym. Utworzona skała jest więc typową brekcją. Struktury tego rodzaju należą według M. Książkiewicza do pośrednich między strukturami o zafałdowaniach ciągłych a strukturami o zafałdowaniach prowadzących do rozrywań.

Różnica między brekcją spływową a osuwiskową jest wyraźna. Brekcje spływowe obejmują niegrubą część świeżo osadzonego i stwardniałego osadu, nie wywierając wyraźnego wpływu na skały podłoża. Złożone są zawsze z okruchów jednej tylko warstwy. Brekcje osuwiskowe natomiast tworzą skupienia o znacznej miąższości i rozprzestrzenieniu i powstają w wyniku przemieszczenia się kilku pierwotnie osadzonych warstw. Czynniki powodujące utworzenie się obu typów brekcji są zbliżone. W obu wypadkach działa siła ciężkości w środowisku wodnym. Czynniki powodujące naruszenie stanu równowagi przy tworzeniu się brekcji osuwiskowej ma jednak znacznie większe nasilenie. Rozpoznawanie brekcji spływowych i osuwiskowych ułatwia ich związek z zaburzeniami warstwowania o charakterze ciągłym.

Wielkie osuwiska podmorskie prowadzą niekiedy do powstania wielkich mas, przemieszczających się czasem na znaczne odległości w postaci jakby potoków błotnych lub prądów zawieszinowych (Bell Hugh Stevens, 1942, Kuenen H., 1950, Shepard F., 1952 i 1948). Skały powstałe przez osadzenie się tych mas mają również czasami strukturę brekcjową, lecz częściej tworzą typowe „skamieniałe błoto“, opisywane z fliszu karpackiego. Rzadziej dochodzi do powstania skał uwarstwionych frakcyjnie (Kuenen, 1950).

Brekcji osuwiskowych wśród skał środkowego triasu nie zauważyłem.

e) Brekcje muszlowe. Brekcje muszlowe są to sklejone okruchy różnych muszli i szkieletów zwierząt (z wyjątkiem kości) nagromadzone w dużych ilościach bądź to na plaży, bądź też na dnie, w wyniku działania prądów lub falowania. Brekcje te, szczególnie po ich przekryształizowaniu, zaliczane bywają do wapieni. Oczywiście wyznaczenie ścisłych granic między taką brekcją a wapieniem muszlowym nie jest możliwe. Należy się jednak liczyć z tym, że niektóre skały, powszechnie

uważane za wapienie, należą w istocie do skał klastycznych. Do brekcji muszlowych zaliczyć należy również i niektóre wapienie krynowide.

B. Brekcje pyroklastyczne

Utwory pyroklastyczne należą właściwie do skał osadowych klastycznych, zajmują jednak ze względu na swój bezpośredni związek z czynnikami endogenicznymi dość odrębne stanowisko.

Za brekcje pyroklastyczne uważać należy te brekcje wulkaniczne, które utworzyły się już na zewnątrz wulkanu i pochodzą z rozkruszenia lawy i innych skał, zarówno magmowych, jak i osadowych, siłą wybuchu.

Brekcje pyroklastyczne należą do brekcji wulkanicznych. Nazwą tą jednak określa się również i brekcje erupcyjne powstałe wewnątrz wulkanu (patrz niżej), a więc nie należące do skał osadowych.

Podział brekcji pyroklastycznych i skał pyroklastycznych w ogóle nie jest jeszcze przeprowadzony ściśle, ani konsekwentnie.

Dla fragmentów tufów sklejonych lawą używa się nazwy aglomeraty tufowe (M. Książkiewicz 1951).

II. Brekcje tektoniczne

Brekcje tektoniczne są to brekcje powstałe przez rozkruszenie skały pierwotnej w wyniku działania procesów tektonicznych. W. Reynolds (1908) nie wyodrębniła brekcji tektonicznych w osobną grupę, co dziś niewątpliwie uznane być musi za błędne. K. Leuchs (1933) wydziela je w osobną grupę. Osobną grupę tworzą te brekcje również w systematyce M. Szwecowa (1948) i L. Ruchina (1952).

O ile systematycy brekcji są zgodni co do wyodrębnienia grupy brekcji tektonicznych, to zasada podziału brekcji w obrębie tej grupy nie jest jednolita. Za podstawę podziału przyjmuje się z jednej strony sposób powstania brekcji (roztarcie, skruszenie, zgniatanie, rozciąganie itp.), a z drugiej — ich związek z elementami tektonicznymi. W wyniku tego powstały tego rodzaju terminy, jak: *crush-breccias*, *Reibungsbreccien*, *fault-*, *fold-* i *founder-breccias*, oraz *Verwerfungsbreccien*, *Überschiebungsbreccien*, *Faltungsbreccien* itp.

Uważam, że zasada podziału brekcji biorąca pod uwagę sposób powstania nie jest ścisła. Nie jest bowiem wiadomo, co dokładnie oznaczają określenia w rodzaju „roztarcie“, „skruszenie“, „zgniatanie“, „rozciąganie“ itp. Pojęcia te nie są jednoznacznie zdefiniowane. Z tego powodu oparta na nich klasyfikacja brekcji nie była i nie mogła być konsekwentna. Dotychczasowe klasyfikacje brekcji tektonicznych zawierają rodzaje wyodrębnione w oparciu o oba wyżej wymienione czynniki.

Z przytoczonych tu powodów za zasadę podziału brekcji tektonicznych przyjmuję ich związek z określonymi formami tektonicznymi. Zasada ta pozwala w bardzo ścisły sposób oddzielić od siebie różne rodzaje brekcji.

Powstaniu każdego elementu tektonicznego (uskok, nasunięcie, ślizg itp.) towarzyszy wspólne działanie określonego zespołu sił, powodujących właśnie rozciąganie, druzgotanie, itd. Z tego względu klasyfikacja brekcji oparta na ich związku z elementami tektonicznymi jest w istocie głęboko

uzasadniona działaniem sił, z których istoty nie zawsze zdajemy sobie jeszcze sprawę.

a) **B r e k c j e u s k o k o w e.** Brekcje uskokowe tworzą się na samym przesunięciu w wyniku kruszenia się skał przy powstawaniu uskoku. Okruchy powstałe w ten sposób są często porysowane i wykazują czasami obecność luster tektonicznych i ślady dynamometamorfozy. Okruchy pochodzą z obu sąsiednich skał. Czasem, jeśli amplituda zrzutu była wielka, wśród okruchów mogą się znaleźć również i fragmenty innych skał objętych uskokiem.

Termin „brekcja uskokowa“ stosowano już od dawna. Rodzaj ten wyróżniają np. W. Reynolds (*fault-breccia*), K. Leuchs (*Verwerfungsbreccie*) oraz M. Szwecow i L. Ruchin.

Brekcje uskokowe znane mi są ze stromych żlebów w triasie środkowym w masywie Kominów Tylkowych, ze żlebu Kirkora (przy progu z wapieniami krynoidowymi bajosu), z przełęczy Karb i z wielu innych miejsc w Tatrach.

b) **B r e k c j e ś l i z g o w e.** Brekcje ślizgowe powstają przy tworzeniu się nieznacznych przesunięć w skałach. Opisuje je St. Radwański (1952) z Sudetów, gdzie powstały one w związku z łupkowaceniem zieleńców i ułożone są równolegle do złupkowacenia. Brekcja taka składa się wyłącznie z okruchów miejscowej skały. Jeśli ślizgi powstają w skale osadowej równolegle do uwarstwienia, może powstać trudność w odróżnieniu ich od brekcji śródwarstwowych. W tym wypadku należy brać pod uwagę ogólny przebieg sedymentacji, zaokrąglenie okruchów, skład spoiwa, obecność fauny w spoiwie itp.

c) **B r e k c j e p r z e g u b o w e.** Specjalny rodzaj brekcji powstaje bardzo często na przegubach fałdów, synklin i antyklin. Tego rodzaju brekcje obserwowane były we fliszu karpackim. W przegubach powstają co prawda częściej strzaskania, które nie zawsze prowadzą do powstania brekcji. Są jednak niewątpliwie wypadki, że i w tych warunkach mogą się tworzyć brekcje.

d) **B r e k c j e u p o d s t a w y n a s u n i ę ć.** U podstawy nasunięć, płaszczowin, płaszczyzn odklucia itp. występują często brekcje o znacznej miąższości. Składają się one nie tylko z okruchów skał stykających się bezpośrednio ze sobą na linii dyslokacyjnej, lecz również i z fragmentów innych skał będących swego rodzaju porwakami tektonicznymi.

Brekcje tego rodzaju wyodrębnione zostały również przez W. Reynolds (*fold-breccia*) i przez K. Leuchsa (*Überschiebungs- i Faltungsbreccien*). Ostatnio opisuje ją B. Cooper i J. Haff (1940) z podstawy nasunięcia Max Meadows w Virginii. Okruchy skał przy procesie nasuwania się są często toczone i oglądane, tak że powstaje jedyna w swoim rodzaju skała — zlepieniec tektoniczny. Wśród okruchów i otoczków znajdują się fragmenty skał, porwanych przez przesuujące się nad nimi nasunięcie. Bardzo ciekawym zjawiskiem jest tworzenie się przy tym żył klastycznych, przecinających jednak nie tylko warstwy niżej leżące, lecz i warstwy nadległe. Żyły te pochodzą z przefałdowania.

Być może, że niektóre skały werfenu reglowego Tatr należą do brekcji tego typu. Opracowanie tego zagadnienia wymaga jednak przeprowadze-

nia szczegółowych badań petrograficznych z powodu silnych zmian, jakim uległy te skały.

e) Brekcje tektoniczne o charakterze regionalnym. Pokruszenie prowadzące do powstania brekcji obejmuje nieraz całe serie skalne na wielkich przestrzeniach. Znana jest z Prealp cała płaszczowina brekcjowa, Nappe de la Breche, (Gignoux M. 1952). Potrzaskaniu, pokruszeniu ulegają jednak tylko pewne skały, bardziej sztywne, inne natomiast pozostają niezmienione.

Przykładem tego rodzaju brekcji w Tatrach są znane brekcje tektoniczne w dolomitach środkowego triasu dolnej płaszczowiny regłowej, gdzie potrzaskaniu uległy jedynie dolomity środkowego triasu, inne zaś skały serii regłowej (kajper, lias, dogger i malm) nie zostały skruszone.

Brekcje tektoniczne o charakterze regionalnym znane mi są również ze spagowych dolomitów środkowego triasu fałdu Giewontu.

Powstawanie brekcji o charakterze regionalnym stwierdzić można nieraz w zrzuconym skrzydle uskoku. Brekcje takie opisuje St. Dżułyński (1953) z jury skalistej okolic Krakowa.

Najbardziej charakterystyczną cechą brekcji tektonicznych o charakterze regionalnym jest stopniowe przechodzenie w skałę nie uległą potrzaskaniu, przy istnieniu wszelkich stadiów stosunku okruchów do spoiwa, opisanych przez W. Nortona.

f) Brekcje kataklastyczne (mylonity). Przy procesach kataklazy skał magmowych zachodzi zwykle zupełne zmielenie skał pierwotnych. Czasami jednak zachowują się większe fragmenty pierwotnych skał, co daje w efekcie strukturę brekcjową.

Cechami tego rodzaju brekcji według M. Szwecowa (1948) są: jednorodny skład okruchów, prawie zupełny brak spoiwa, odpowiadające sobie zarysy okruchów i inne ślady wysokiego ciśnienia. Rozdrobnienie skały pierwotnej zachodzi na miejscu, bez przemieszczenia.

g) Brekcje wysadów solnych. Tworzą się one w związku z powstawaniem egzemów solnych. Charakterystyczną ich cechą jest zupełne wymieszanie się różnych skał pochodzących z warstw w miejscowym profilu (według M. Szwecowa 1948).

III. Brekcje diagenetyczne

Nieczęsto spotykane brekcje powstają w wyniku rozkruszenia skał zachodzącego podczas procesów diagenetycznych.

a) Brekcje z hydratyacji

Jest to rzadki rodzaj brekcji związanych wyłącznie z niektórymi skałami pochodzenia chemicznego (anhydryty, gipsy). Tworzą się one w wyniku rozszerzania i kruszenia się skał przy procesach hydratyacji (przechodzenie anhydrytu w gips). Oprócz zbrekcjowania zachodzi przy tym również i miejscowe pofałdowanie.

Brekcje te wyróżnia w swej systematyce M. Szwecow (1948).

b) Brekcje z wysychania

Ten również rzadki rodzaj brekcji powstaje głównie w skałach ilastych przy utracie przez nie wody. W wyniku kurczenia się powstają spękania, szczeliny i cała skała staje się brekcją.

Wysychanie to może się odbywać po wynurzeniu się osadu; tworzą się wtedy regularne szczeliny wysychania (*mud cracks*) lub pod przykryciem innych osadów, nieraz pod powierzchnią wodną. (Na tę ostatnią możliwość zwrócił mi uwagę prof. dr J. Gołąb). Szczeliny takie mogą się tworzyć również i w konkrecjach, i są bardzo charakterystyczne, np. dla septarii.

Brekcje z wysychania zalicza W. Reynolds (1908) do grupy „*pene-comteporaneous breccias, including dessication breccias*“. K. Leuchs (1933) zalicza je do grupy *intrasedimentäre Breccien*. Wyraża on wątpliwość, czy wyróżnianie brekcji z wysychania jest ważne, gdyż i tak ten rodzaj brekcji objęty jest terminem *intrasedimentär*. Zaliczanie brekcji z wysychania do brekcji śródwarstwowych (intrasedymentacyjnych) nie jest słuszne.

Brekcje z wysychania tworzyć się mogą po wynurzeniu, chociażby chwilowym. Tego zaś rodzaju zjawiska, jak wynurzenie, nie można zaliczyć do wydarzeń śródwarstwowych. Jest to zjawisko bardzo ważne, należyce oświetlające sedymentację i paleogeografię w danym rejonie. Poza tym brekcji z wysychania nie powinno zaliczać się do brekcji osadowych w ogóle, tworzenie się ich bowiem stoi niewątpliwie w związku z procesami diagenetycznymi.

Przy procesach diagenetyki jednym z najważniejszych czynników jest rekryształizacja. Doprowadza ona często do powstania struktur bardzo podobnych do brekcjowych. Ze względu jednak na odmienną genezę, skały w ten sposób powstałe nie mogą być nazwane brekcjami, lecz pseudo-brekcjami i opisane będą później.

IV. Brekcje magmatyczne i metamorficzne

Do grupy tej należą brekcje różne co prawda genetycznie, lecz związane swym związkiem z procesami endogenicznymi.

a) Brekcje erupcyjne

Są to brekcje złożone z okruchów różnych skał sklejonych skałą wulkaniczną (wylewną). Nazwę tę dotychczas niesłusznie stosowano jako synonim brekcji wulkanicznych. Do brekcji wulkanicznych zaliczyć jednak również trzeba i brekcje pyroklastyczne należące do skał osadowych. Tak więc nazwą „brekcje erupcyjne“ określam jedynie brekcje powstające w kominach wulkanów lub w żyłach skał wylewnych.

Brekcją tego typu jest prawdopodobnie znana brekcja występująca na górze Wżar na granicy andezytów z nie określonymi bliżej pasiastymi skałami.

b) Brekcje plutoniczne

Terminem tym określił J. Teall (fide Połowinkina, Wikułowa, Razumowska, 1948) brekcję złożoną z okruchów jakichś skał tkwiących w skale o charakterze głębinowym.

c) Brekcje migmatytowe (agmatyty)

Terminem tym oznaczył Sederholm (fide Połowinkina, Wikułowa, Razumowska, 1948) szczególny typ migmatytu złożonego z okruchów starszych skał, sklejonych palingenetycznym, utworzonym *in situ* granitem. Byłaby to więc brekcja pochodzenia migmatytowego. Początkowo

Sederholm nazywał brekcję tego rodzaju brekcją erupcyjną, później jednak, dla odróżnienia jej od brekcji wulkanicznych, zastosował termin — agmatyt.

Nie jest wiadomo, czy przy tworzeniu się brekcji plutonicznych i agmatytów zachodzi powstawanie ostrokrawędzistych fragmentów skał przez kruszenie skały pierwotnej, a więc, czy fragmenty te są okruchami, czy też mamy tu do czynienia z jedną z odmian struktury reliktovej, jak w przypadku pseudobrekcji z rekrytalizacji. Jeśli tak, to dwa ostatnie rodzaje brekcji należałoby zaliczyć do pseudobrekcji.

d) Brekcje żyłowe

Często żyły, których zawartość jest związana z iniekcjami magmowymi lub roztworami hydrotermalnymi, wypełnione są okruchami skał. Okruchy te pochodzą zwykle ze ścian pierwotnie istniejącej szczeliny. Powstanie zarówno szczeliny, jak i okruchów jest przeważnie wynikiem działania czynników tektonicznych. Brekcja utworzona w ten sposób powinna więc właściwie należeć do brekcji tektonicznych.

H. Fairbairn i G. Robson (1942) opisali jednak z okolicy Sudbury w stanie Ontario brekcje, których powstanie jest częściowo związane z mechaniczną działalnością magmatyczną i hydrotermalną. Zauważyli oni mianowicie, że okruchy w opisywanych przez nich brekcjach są lekko otoczone i pochodzą często ze skał niżej leżących. Spoiwo wykazuje przy tym fluidalne ułożenie minerałów blaszkowych, równoległe do ścian żyły. Autorzy ci przyjęli więc, że roztwory hydrotermalne z wielką siłą wdzierały się do istniejących już szczelin i przenosiły istniejące w szczelinach okruchy na znaczne odległości, obracając je i ocierając podczas przesuwania. Nie jest wykluczone, że roztwory te kruszyły wystające części ścian powodując powstawanie nowych okruchów. Powstała w wyniku tego brekcja zawiera okruchy złożonego pochodzenia. Decydujące jednak piętno nadają brekcji czynniki magmowe i hydrotermalne, które powodują powstanie nowego rodzaju brekcji.

Autorzy ci termin: brekcja żyłowa stosują do brekcji wypełniającej szczelinę powstałą w jednej warstwie. Żyłę położoną na granicy dwóch różnych skał nazywają brekcją kontaktową, a brekcję złożoną z okruchów skał — nieraz odległych od miejsca ich osadzenia — brekcją iniekcyjną. Wyróżnienia te nie są genetycznie uzasadnione. Odrębnym rodzajem jest jedynie brekcja żyłowa bez względu na jej położenie w skale, genetycznie związana z wyżej opisanymi procesami.

Wspomnieć należy, że siarczki niklu największych na świecie złóż niklu w stanie Ontario występują właśnie w spoiwie brekcji żyłowej, znanej pod nazwą *frood-breccia*.

Należy jeszcze rozpatrzyć stosunek brekcji szczelinowych do brekcji żyłowych.

Geneza szczelin klastycznych związana jest z czynnikami zewnętrznymi, a częściowo z tektonicznymi. Geneza szczelin wypełnionych następnie utworami magmowymi i hydrotermalnymi jest pochodzenia tektonicznego lub związana jest z krystalizacją magmy.

Spoiwo brekcji szczelinowych jest takie same jak nadległej warstwy, do której szczelina ta dochodzi. Spoiwo brekcji żyłowej wskazuje wyraźnie na jego pochodzenie wewnętrzne. Wreszcie okruchy brekcji szczelinowej pochodzą ze skał wyżej leżących, gdy tymczasem w brekcji żyłowej

mogą się znaleźć również i okruchy skał niżej leżących, porwanych przez roztwory wędrujące z dołu pod dużym ciśnieniem.

e) Brekcje powstające przy procesach serpentynizacji

W. Łodocznikow (fide Połowinkina, Wikułowa, Razumowskaja) opisał serpentynity mające strukturę brekcjową powstałą w wyniku endotektonicznego procesu w związku ze zwiększeniem się objętości skały przy jej serpentynizacji.

PSEUDOBREKCJE

L. Cayeux (1935) i M. Szwecow (1948) opisują skały o strukturze brekcjowatej, nie mające nic wspólnego z procesami łamania, kruszenia prowadzącymi do powstania brekcji. Tego rodzaju skały nazwał L. Cayeux pseudobrekcjami.

Czasem tworzenie się pseudozlepieńców i pseudobrekcji związane jest z niepełną zmianą składu mineralnego skały, np. w wyniku częściowej dolomityzacji, dedolomityzacji, zastąpienia dolomitu przez gips, tworzenia się związków żelaza itp.

Czasami wrażenie brekcjowatości wywołane jest też tym, że sama skała bez zmiany składu mineralnego może ulec niepełnej rekrytalizacji, w rezultacie której resztki dawnej skały widoczne na rekrytalizowanym tle robią wrażenie okruchów lub otoczków. Wrażenie to może być jeszcze podkreślone tym, że rekrytalizowane części skały mogą być inaczej zabarwione od fragmentów dawnej skały. Jeśli jeszcze skała jest splekana, to w wyniku wietrzenia wydzielają się na rekrytalizowanym tle pseudootoczki i pseudookruchy robiące wrażenie brekcji.

Odróżnienie pseudobrekcji z rekrytalizacji od brekcji śródwarstwowych, ślizgowych i brekcji tektonicznych o charakterze regionalnym jest nieraz bardzo trudne. Decydują o tym dokładne badania terenowe. Do badań pseudobrekcji konieczne są obserwacje mikroskopowe.

Pseudobrekcje z rekrytalizacji występują prawdopodobnie również i w skałach wierzchowego triasu, szczególnie w dolomitach spągowych. Być może, że niektóre brekcje tego poziomu mają charakter złożony — osadowo-tektoniczno-rekrytalizacyjny.

Pewne struktury brekcjowate opisywane są również w glinkach ogniotrwałych, o czym wspomina M. Szwecow (1948). Glinka taka składa się z ostrokrawędzistych fragmentów nie zmienionego osadu, otoczonych substancją ilastą zmienioną i bogatszą w związki organiczne. Struktury takie powstają w skale ilastej w rezultacie jej rozkładu w biosferze.

Część druga

BREKCJE WIERCHOWEGO ŚRODKOWEGO TRIASU TATR

W sezonie letnim 1953 r. zająłem się, między innymi, na zlecenie Instytutu Geologicznego z inicjatywy dr St. Sokołowskiego badaniami środkowego triasu wierzchowego, głównie w jednostce Giewontu. W związku z tym wykonałem szereg profilów litologicznych przez Giewont, wzdłuż rozmaitych przekrojów. Są to profile następujące (zaczynając od zachodu):

wzdłuż Żlebu Kirkora, wzdłuż szlaku turystycznego na Giewont, „przez grzędy“, „Na Czoło“ oraz przez Wrótka¹. Prócz tego pewne obserwacje poczyniłem na Małym Giewoncie, na Kopie Magury i w masywie Kominów Tylkowych. We wszystkich tych punktach zetknąłem się z różnymi rodzajami brekcji. W tych wszystkich miejscach szczególnie rozprzestrzenione są brekcje osadowe subaqualne. Z tego też powodu, jak również ze względu na ich znaczenie dla odtwarzania warunków sedymentacji i paleogeografii, tymi właśnie brekcjami zająłem się w pierwszym rzędzie.

Brekcje spływowe

Większość skał wierzchowego środkowego triasu jest bardzo wyraźnie warstewkowana. Warstewkowane są zarówno dolomity, jak i wapienie. Warstewkowanie to jest w wielu wypadkach poziome (tabl. VII, fig. 1). Bardzo często jednak można zauważyć zaburzenia poziomego warstewkowania. Tworzą się liczne drobne fałdki, przy czym stropowe i spągowe warstwy pozostają poziome (tabl. VII, fig. 2). Są to więc spływy podmorskie plastycznego osadu, który nie uległ jeszcze całkowitemu zestaleniu. Obecność tych spływów jest jedną z najbardziej charakterystycznych i rzucających się w oczy cech wierzchowego środkowego triasu. Obserwować je można we wszystkich wymienionych profilach. Jak już zaznaczyłem, są to spływy materiału plastycznego.

Można jednak zauważyć, że niektóre okruchy tkwią w spoiwie nie-warstewkowanym.

Okruchy te mają wielkość do 7 cm, są kanciaste, bez śladu otoczenia. Mają one kształt płytek. Dłuższa oś takiej płytki zorientowana jest zgodnie z laminacją samej płytki i kierunkiem spływu. Zawsze można zauważyć związek płytek z warstwą niezaburzoną lub zaburzoną w sposób prawie ciągły — plastyczny, gdzie jednak są widoczne również pewne rozrywania. Brekcja spływowa widoczna na fig. 1 tabl. VIII pochodzi z profilu „Na Czoło“, z dolnej części dolnych dolomitów żółto wietrzejących, ca 16 m od ich spągu, tj. od granicy z łupkami werfenu. Brekcja ta występuje na przestrzeni około 2 m wzdłuż rozciągłości warstw, a następnie przechodzi w spływy ciągłe. Miąższość brekcji spływowych nie przekracza 0,5 m.

Tworzenie się takich brekcji odbywało się zapewne w ten sposób, że osadzony materiał, częściowo już zestalony, ulegał spływowi. Spływy te były tak gwałtowne, że częściowo skonsolidowany już osad, który w innych miejscach spływał w sposób plastyczny, uległ porozrywaniu, skruszeniu i utworzyła się brekcja spływowa. Warstwa nadległa osadziła się na powierzchni nierównej. Wynika więc z tego, że po powstaniu brekcji spływowej podstawa falowania nie dochodziła do dna, gdyż w przeciwnym razie utworzyłaby się powierzchnia wyrównana.

Wypadki rozmywania grzbietów spływów po ich utworzeniu się opisyje z warstw krośnieńskich Z. O b u c h o w i c z (1953). Na fotografii zamieszczonej w jego pracy widzimy, że w wyniku tego rozmywania utworzyła się brekcja gromadząca się w zagłębieniach. Jest to brekcja śródwarstwowa (termin „śródwarstwowy“ stosuję tu oczywiście w znaczeniu sprecyzowanym w części I; Z. Obuchowicz używa określenia „spływ śródwar-

¹ Praca pt. „Profile litologiczne przez Giewont“ złożona jest w Archiwum I. G.

stwowy“ w stosunku do spływu obejmującego jedną warstwę, a spływy obejmujące więcej niż jedną warstwę nazywa wielowarstwowymi).

Brekcje spływowe dolomitowe występują również w profilu przez Wrótka, w górnej części dolnych dolomitów żółto wietrzejących, ca 20 m od ich spągu (fig. 1). Mają one tutaj związek z brekcjami śródwarstwowymi; brekcje śródwarstwowe leżą niżej, a na nich — brekcje spływowe. W miejscu, gdzie wpierw tworzyły się brekcje śródwarstwowe w wyniku obniżonej podstawy falowania, rozwinęły się spływy. Spływy te objęły jedynie warstwę osadzoną na nierównym podłożu w wyniku „ustania“ się zmaczonej przez falowanie wody. Warstwa ta uległa już pewnemu zestaleniu, dzięki czemu nastąpiło kruszenie. Miąższość tej brekcji wynosi ca 20 cm.

Opisane dotąd dwa występowania brekcji spływowej dotyczą brekcji dolomitowej, a więc spływów rozwiniętych w świeżo zestalonym osadzie dolomitowym.

Bardzo licznie, choć w swoisty sposób, rozwinęły się brekcje spływowe (deformacje nieciągłe) w wapieniach środkowo-triasowych, będące przyczyną powstania jednej z odmian wapieni robaczkowych (tzw. „robaczków kruchych“). O istocie i genezie wapieni robaczkowych zamierzam jednak napisać osobno.

B r e k c j e ś r ó d w a r s t w o w e

Znana brekcjowatość skał wierzchowego środkowego triasu spowodowana jest w głównej mierze obecnością brekcji osadowych — subaqualnych, wśród których najliczniejsze są właśnie brekcje śródwarstwowe. Znane mi są one ze wszystkich wymienionych profilów Giewontu i z Kopy Magury jak również z serii Kominów Tylkowych.

W fałdzie Giewontu grupują się one głównie w dolnej części środkowego triasu, w dolnej części dolnych dolomitów żółto wietrzejących. Ciemne, żółto wietrzejące, dobrze uławiczone dolomity są silnie spękane. Spękania te, biegnące w różnych kierunkach, są niekiedy tak gęste, że wytwarza się brekcja tektoniczna o charakterze regionalnym. Rozpatrując tę brekcję pod względem strukturalnym według systematyki W. Nortona, można do niej zastosować nazwę *crush-breccia* — brekcja, której okrucy nie uległy przemieszczeniu. Istniejące niegdyś szczeliny wypełnione są obecnie kalcytem. Oprócz jednak tych brekcji późniejszych w wielu miejscach wyróżnić można brekcje pochodzenia osadowego. Cechy ich są następujące:

Brekcja składa się z okruców dużych (do 10 cm średnicy), noszących wyraźne ślady otaczania (krawędzie są nieco zaokrąglone) oraz małych, przeważnie ostrokrawędzistych. Rozdrobnienie materiału jest tak duże, że ziarenka bardzo drobne wchodzą już właściwie w skład spoiwa. Okrucy ułożone są kierunkowo — dłuższe ich osie skierowane są równolegle do ogólnego uwarstwienia dolomitów (obserwacja ta dotyczy brekcji z profilu „przez grzędy“). Bardzo często okrucy są spękane. W szczeliny te wnika spoiwo. Wynika więc z tego, że okrucy te były spękane jeszcze przed ich skruszeniem lub też, że popękały podczas kruszenia. O nagłym ustaniu działania czynnika kruszącego świadczy fakt, że spękane okrucy nie zostały od siebie oddzielone (E. Passendorfer, 1950). Skład okruców jest

bardzo charakterystyczny — we wszystkich profilach są to okruchy tychże samych ciemnych, dobrze uławicowych, żółto wietrzejących dolomitów, które znajdują się w spągu i stropie brekcji. Nie ma okruchów ani otoczków żadnych innych skał. Brak jest również materiału ilastego. Spoiwo jest zwykle takie same pod względem chemicznym, jak i okruchy. Poważny procent stanowi w nim materiał klastyczny — drobno roztarte ziarna i okruchy dolomitowe. Prócz tego obecny jest również dolomit pochodzenia chemicznego. Różnica między okruchami a spoiwem widoczna jest najlepiej na zwietrzałej powierzchni skały. Po rozbiciu skały na świeżym przełamie jest ona mniej widoczna. Zawsze jednak okruchy są ciemne, o budowie zbitej, gdy tymczasem w spoiwie wyróżnić można drobne okruchy i drobnokrystaliczną masę dolomitową pochodzenia chemicznego.

Charakter osadowy brekcji zaznacza się bardzo wyraźnie w profilu „przez grzędy“, gdzie brekcje śródwarstwowe złożone są z okruchów ciemnych dolomitów sklejonych spoiwem dolomityczno-żelazistym. Spoiwo to jest ciemno zabarwione i nie wietrzeje żółto, różniąc się wyraźnie od żółto wietrzejących okruchów dolomitów, które również po rozbiciu są szare, wyróżniając się na ciemnym tle spoiwa. W brekcji tej zaznacza się wyraźne warstwowanie polegające na nierównomiernym rozmieszczeniu barwiącej żelazistej substancji. Podkreślone ono jest również przez smugowe ułożenie drobnych okruchów dolomitowych w spoiwie (tabl. VIII, fig. 2).

Opisane dotąd brekcje były to brekcje dolomitowe (złożone z okruchów dolomitowych). W profilu przez Wrótka (fig. 1) są również brekcje wapienne, złożone z okruchów ciemnych wapieni dolomitycznych. Spoiwo ich jest dolomityczne. Okruchy wapieni pochodzą ze spągowej warstwy, którą są właśnie wapienie dolomityczne. Okruchów pochodzących z leżących nieco niżej dolomitów żółto wietrzejących brak jest zupełnie. Nad warstwą brekcji śródwarstwowych, które mają miąższość 25 cm, leżą brekcje spływowe, opisane powyżej, złożone z okruchów osadzonych później dolomitów żółto wietrzejących.

W samym spągu osadów środkowego triasu, tuż nad łupkami werfenu, widoczne są na południowym zboczu Małego Giewontu brekcje. Składają się one z okruchów żółto wietrzejących dolomitów i wapieni ciemnych. Spoiwo tych brekcji złożone jest z miazgi wapienno-dolomitowej oraz z krystalicznego dolomitu (tabl. IX, fig. 1). Są to brekcje, które również uważam za śródwarstwowe. Pozycja tych brekcji odpowiada w zupełności pozycji dolomitów komórkowych z serii Kominów Tylkowych.

Najważniejsze cechy brekcji śródwarstwowych są więc następujące: okruchy o nieznacznym śladach otoczenia pochodzą zawsze z warstwy występującej bezpośrednio w spągu brekcji. Brak jest okruchów skał położonych głębiej. Spoiwo może być identyczne z materiałem budującym okruchy lub różnić się od niego. Stosunek okruchów do spoiwa jest rozmaity; w większości wypadków wyraźnie przeważają okruchy, co upodabnia tę brekcję do brekcji tektonicznych. Prócz innych cech różniących oba te rodzaje, ważna jest i ta, że w brekcji śródwarstwowej okruchy są zawsze przemieszczone, a kształty ich nie są do siebie nawzajem dopasowane, lecz do spoiwa. W brekcjach tektonicznych spoiwo będzie zawsze pochodziło z późniejszego przenikania roztworów (w tym wypadku wę-

glanowo-wapiennych) i z tego powodu będzie zawsze wyraźnie krystaliczne. W brekcjach śródwarstwowych widoczne są i inne ślady sedymentacyjnego pochodzenia w postaci równoległego ułożenia okruchów, smug drobnoklastycznego materiału itp. Czasem spoiwo może mieć inny skład chemiczny i mineralny niż substancja budująca okruchy. Miąższość brekcji jest zwykle niewielka, przeważnie jednak jest trudna do uchwycenia z powodu niezbyt ostrych granic, oddzielających brekcje od skał spągowych i stropowych. Jeśli jednak granice te są wyraźne (brekcje międzywarstwowe), to miąższość ich nie przekracza nigdy 0,5 m. Brekcje śródwarstwowe występują przeważnie między dwoma identycznymi skałami (w tym wypadku — dolomitami), nie zakłócając ogólnego przebiegu sedymentacji.

Stosunek brekcji śródwarstwowych do skał stropowych i spągowych bywa różny. Czasami są one oddzielone ostrą granicą od góry i od dołu (np. w profilu przez Wrótka oraz w profilu „Na Czoło“). W tym wypadku należałoby do nich stosować nazwę brekcje międzywarstwowe (patrz Część I). Brekcje takie jednak w triasie wierzchowym nie są zbyt częste i zdarzają się w górnej części dolnych dolomitów żółto wietrzejących. W wyższych poziomach środkowego triasu nie znane mi są w ogóle.

O wiele częstsze są jednak brekcje śródwarstwowe występujące w dolnej części dolnych dolomitów żółto wietrzejących. Tworzą one tutaj czasami wyraźnie ograniczone warstwy (np. w profilu „Na Czoło“ i przez Wrótka), częściej jednak granice ich z sąsiednimi warstwami zacieraają się. Miejscami całe zespoły warstw dolnych dolomitów żółto wietrzejących są właściwie brekcją śródwarstwową (tabl. IX, fig. 2, tabl. X, fig. 1). Upodabnia to zupełnie tę serię z fałdu Giewontu do dolomitów komórkowych z jednostki Kominów Tylkowych, które najprawdopodobniej są również brekcją śródwarstwową. I jedno i drugie tworzyły się w ten sposób, że świeżo osadzone i już zdiagenezowane dolomity (o szybko następującej diagenezie niektórych skał węglanowych mówi również L. Cayeux — fide E. Passendorfer, 1950), podlegały działaniu falowania i zostawały kruszone i przemieszczane. Nie było to wynurzenie, gdyż nie ma w nich okruchów skał głębiej leżących¹. Po okresie spokoju, w którym następowało ponowne osadzanie się osadu dolomitowego, następowało znów obniżenie się podstawy falowania, a więc okres niepokoju, i tworzyła się brekcja. Na tej zasadzie, biorąc pod uwagę podobieństwo składu petrograficznego okruchów dolomitów z dolomitów komórkowych do dolnych dolomitów żółto wietrzejących z fałdu Giewontu oraz podobieństwo tworzenia się tych dwóch zespołów skalnych, sądzę, że bardziej umotywowane będzie zaliczenie dolomitów komórkowych nie do werfenu, jak to stosowano dotychczas,

¹ F. Rabowski (1931) pisze, że w górnym piętrze Doliny Kondratowej występują margle ciemne brekcjowate oraz niekiedy dolomity komórkowe zawierające dość grube zlepieńce, mało otoczone, z tatrzańskimi elementami krystalicznymi. Wskazuje to według niego na „istnienie w pobliżu granitowych wystąpień lądowych, podlegających działaniu denudacji“. Przypuszczenie, że w niektórych miejscach było w tym czasie wynurzenie, jest bardzo prawdopodobne. W tych miejscach należałoby się spodziewać w serii dolomitów komórkowych utworów transgresywnych. Jednak w serii Giewontu oznak wynurzenia przed środkowym triasem nie zauważyłem. Odwrotnie — istnieje tu ciągłość sedymentacyjna od łupków werfenu do dolomitów, wapieni i brekcji środkowego triasu. Jedynym miejscem, gdzie w serii Giewontu występują dolomity komórkowe, jest przełęcz Mechy.

lecz do środkowego triasu. W ten sposób werfen wierchowy w Tatrach zostałyby ograniczony do piaskowców kwarcytowych i łupków. Jeśli przyjmie się dolomity komórkowe za odpowiedniki dolnej części dolomitów żółto wietrzejących, stanie się zrozumiałą brak dolomitów komórkowych w jednostce Giewontu. Nie ma tu luki stratygraficznej. Jest tylko niewielka zresztą różnica facjalna, polegająca na bardziej intensywnym zbrekcjowaniu najniższych partii środkowego triasu w jednostce Kominów Tylkowych niż w jednostce Giewontu. W jednostce Kominów Tylkowych cały czas dolomity tworzyły się w zasięgu obniżonego poziomu podstawy falowania, gdy w jednostce Giewontu podstawa falowania rzadziej ulegała obniżaniu. Swój odmienny wygląd zawdzięczają dolomity komórkowe również i temu, że przeniknięte są siecią żyłek kalcytowych tworzących właśnie miejsca wypukłe.

Dolomity komórkowe serii wierchowej Tatr są więc niewątpliwie pochodzenia sedymentacyjnego. Odmiennie jest prawdopodobnie pochodzenie dolomitów komórkowych i wapieni jamistych z triasu okolic Chrzanowa. St. Siedlecki (1952), który opisywał ostatnio te utwory, uważa, że zarówno jedno, jak i drugie swe znane cechy zawdzięczają czynnikom metasomatycznym wywołującym również dolomityzację i okruszcowanie.

Zadziwiające jest szerokie rozprzestrzenienie dolomitów komórkowych w triasie, a szczególnie w triasie alpejskim (Gignoux, 1952). Można by sądzić, że w pewnym czasie tworzyły się określone typy osadów. Zrozumienie tego zjawiska łączy się z takim, a nie innym pojmowaniem zasady aktualizmu geologicznego. Sądzę, że w rozpatrywaniu tego problemu należy stanąć na stanowisku, jakie m. in. zajmują geologowie radzieccy (1953, Osadocznije facji w geologiczneskiej historii, Ruchin L. 1952). Twierdzą oni, że w ciągu dziejów Ziemi działały oczywiście te same prawa fizyczne i chemiczne, jednak natężenie czynników mogło być inne, zależne od stadiów rozwoju Ziemi jako planety, a danego rejonu jako jednostki tektonicznej, co w rezultacie mogło powodować tworzenie się podobnych osadów w tym samym czasie na obszarach o jednakowym rozwoju tektonicznym. Gdyby nie to podobieństwo czynników, trudno by było wytłumaczyć tworzenie się tych samych skał w Alpach Zachodnich i w Tatrach.

Zasada aktualizmu wypowiedziana powyżej może być uważana za interpretację tektoniczną rozszerzonej przez L. Cayeux'go zasady Lyella, a wypowiedzianej ostatnio przez E. Passendorfera w słowach: „te same przyczyny w tych samych warunkach dają te same skutki“ (1950). Interpretacja taka pogłębia i tłumaczy fakty stwierdzone przez L. Cayeux'go, wiążąc je z określonymi fazami cyklu diastroficznego i ogólnego nieodwracalnego rozwoju tektonicznego Ziemi.

Brekcje klifowe

W kilku miejscach w obrębie skał wierchowego środkowego triasu stwierdzono istnienie wynurzenia; w warunkach subaeralnych rozwijały się, być może, zjawiska krasowe, a następnie nastąpił nowy zalew morza, o niezmiennych w zasadzie warunkach sedymentacji.

W profilu przez Wrótka (fig. 1) obserwować można następujące stosunki:

Na łupkach werfenu leżą ciemne, zbite, żółto wietrzejące, dobrze uławiczone dolomity, o miąższości ca 18 m, z przewarstwieniami łupków czar-

nych. Nad nimi leżą dolomity zupełnie podobne do poprzednich, z tym że zawierają one żółte kuleczki wielkości grochu. Nazywam je z tego powodu dolomitami groszkowymi. Burzą one z HCl dopiero po sproszkowaniu. Wietrzeją niejednolicie. Jedne z groszków wystają przy tym nad powierzchnię skały, a inne tworzą wklęsłości. Groszki wypukłe po zwietrzeniu mają szorstką, żółtą powierzchnię. Proszek ich lepiej burzy z HCl niż sama skała. Po rozbiciu groszki te prawie się nie różnią od skały. Groszki

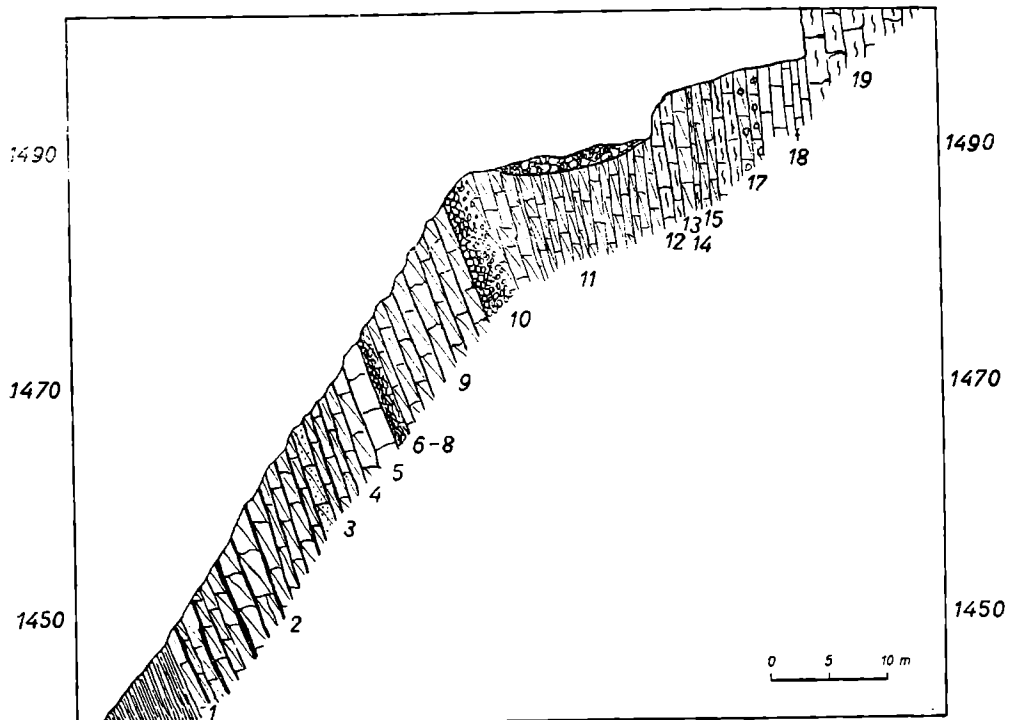


Fig. 1. Przekrój przez Wrótko: 1 — łupki werfenu; 2 — żółto wietrzejące dolomity płytowe; 3 — dolomity groszkowe; 4 — żółtowietrzejące dolomity płytowe; 5 — ciemne wapienie dolomityczne; 6 — brekcje wapienne śródwarstwowe; 7 — dolomitowe brekcje spływowe; 8 — robaczkowe wapienie typu spływowego; 9 — żółto wietrzejące dolomity płytowe; 10 — brekcja klifowa; 11 — szare krystaliczne dolomity; 12 — wapienie robaczkowe; 13 — szare krystaliczne dolomity; 14 — wapienie robaczkowe; 15 — szare krystaliczne dolomity; 16 — wapienie robaczkowe; 17 — brekcjowate, cukrowate dolomity; 18 — drobnokrystaliczne wapienie, f — warstwa z małżami; 19 — wapienie robaczkowe

Fig. 1. Part of profile across Wrótko: 1 — shales of Werfen; 2 — yellow-weathering tabular dolomites; 3 — pea-like dolomites; 4 — yellow-weathering tabular dolomites; 5 — dark-coloured dolomitic limestones; 6 — calcareous intrabedded breccia; 7 — dolomitic slip-breccia; 8 — vermicular limestones of the slip-type; 9 — yellow-weathering tabular dolomites; 10 — cliff-breccia; 11 — grey crystalline dolomites; 12 — vermicular limestones; 13 — grey crystalline dolomites; 14 — vermicular limestones; 15 — grey crystalline dolomites; 16 — vermicular limestones; 17 — brecciated sugar-dolomites; 18 — fine-crystalline limestones, strata with mallustes fauna; 19 — vermicular limestones

wklęsłe są żółte nawet na świeżym przełamie i wyraźnie różnią się od szaroniebieskawego tła skały. Można zauważyć pewną selekcję groszków. U dołu występują groszki duże, wielkości dużego grochu w ławicy ca 2,25 m miąższości. Ku górze groszki maleją i widoczne są jeszcze do ca 6 m. Możliwe jest, że groszki te są to otoczaki żółtego dolomitu. Konkrecyjne lub rekrystalizacyjne ich pochodzenie również nie jest wykluczone.

Nad dolomitami groszkowymi leżą ciemne wapienie dolomityczne (HCl + niezbyt mocno) o miąższości ca 2 m, a wyżej brekcje śródwarstwowe i spływowe (0,5 m) oraz warstwa wapieni robaczkowych powstałych w wyniku zaburzenia pierwotnego, laminowanego osadu, złożonego z warstewek ciemnych wapieni i żółtych margli dolomitycznych (15 cm). Nad tą serią skalną leżą dolomity ciemne, zbite, żółto wietrzejące, drobnoławicowe, zupełnie podobne do najniższych dolomitów. Miąższość ca 15 m.

Na dolomitach tych leżą brekcje, które uważam za klifowe. Złożone są one z fragmentów skał o kanciastych kształtach (tabl. X, fig. 2). Wielkość okruchów dochodzi do 5 cm, przeważnie jednak waha się około 2 cm. Bardzo częste są również drobnutkie okruchy (poniżej 1 cm), które można zaliczyć już do spoiwa. Niektóre większe okruchy są lekko zaokrąglone. Wszystkie okruchy są to ciemne, żółto wietrzejące dolomity. Wśród nich znajdują się również okruchy dolomitów groszkowych oraz zielonych łupków pochodzących według wszelkiego prawdopodobieństwa z werfenu. Spoiwo tej brekcji ma charakter złożony: w jego skład wchodzi liczne, drobnutkie okruchy żółto wietrzejących dolomitów, pelit łupków zielonych (najlepiej widoczny na płaszczyznach poślizgu) oraz składniki pochodzenia chemicznego (rekryształizacyjnego), do którego należy krystaliczny, szary dolomit. Po zwietrzeniu tworzy on wypukłe, ciemniejsze plamki na żółtym tle detrytycznej miazgi dolomitowej. Prócz tego są jakieś minerały zawierające Fe, gdyż spoiwo ma żółtawe plamy.

Z analizy stosunku okruchów do spoiwa wynika, że okruchy nie stykają się ze sobą, lecz otoczone są spoiwem (miazgą). W myśl strukturalnego podziału Nortona byłyby to *breccia of sporadic fragments*. Okruchy ułożone są w skale bezładnie. Nie widać również śladów mikrouwarstwienia w spoiwie. Śledząc jednak warstwę brekcji od spągu ku stropowi można zauważyć, że u dołu okruchy są największe, wyżej maleją i zwiększa się ilość spoiwa (ca 1 m od spągu). Wyżej znów widoczna jest warstwa większych okruchów (wśród nich występują po raz drugi dolomity groszkowe). Ku górze rozmiary ich maleją, ilość materiału dotrytycznego zmniejsza się i przeważa lepszycze złożone z szarego, krystalicznego dolomitu. Miąższość brekcji wynosi 2 m. Nad nią leży szary, krystaliczny dolomit o znacznej miąższości, zaczynający nowy cykl sedymentacyjny, w którym powtarzają się przewarstwienia szarego, krystalicznego dolomitu z wapieniami robaczkowymi. Zaznaczyć należy, że brekcja łączy się najwyraźniej sedymentacyjnie z nadległymi szarymi, krystalicznymi dolomitami drogą zwiększania się ilości spoiwa dolomitycznego i zaniku materiału detrytycznego.

Na podstawie tych cech uważam brekcje te za transgresywne, tzn. brekcje tworzące się przy zalewie morza poprzedzonym przez wynurzenie. Nie są to jednak brekcje residualne, gdyż brak jest w nich fragmentów skał pochodzących z dalszych miejsc. Na lądzie wynurzonem na niewielkiej przestrzeni odkryte były wyłącznie węglanowe skały środkowo-triasowe i łupki werfeńskie. Rzek na tym lądzie nie było, gdyż brak jest żwirów rzeczno-pochodzenia i materiału pochodzącego z daleka. W związku z krasem charakterystyczny jest dopływ związków żelaza. O klifowym charakterze brekcji świadczy fakt, że trafiają się w niej okruchy skał nie leżących bezpośrednio w spągu brekcji, lecz nieco głę-

biej. Tak np. dolomity groszkowe spotykane wśród okruchów, w profilu tym występują o 15 m poniżej, a łupki werfenu jeszcze głębiej. Do tego więc co najmniej poziomu dosięgła erozja w czasie wynurzenia. Obecność w brekcji okruchów skał leżących o 40 m poniżej można, moim zdaniem, wytłumaczyć tylko przez uprzednie wynurzenie i erozję. Nie wyobrażam sobie, żeby tak głęboko sięgnąć mogła erozyjna działalność falowania. Żaden z czynników tworzących brekcje śródwarstwowe nie spowodowałby takich efektów. Wdzierające się morze niszczyło stromy brzeg gwałtownie, w wyniku czego powstała w spągu brekcji platforma abrazyjna. Żadne zjawiska krasowe (szczeliny, kieszenie, żyły klastyczne itp.) nie są mi z tej powierzchni znane. Obecność platformy abrazyjnej w spągu brekcji jest jeszcze jednym dowodem na klifowe pochodzenie samej brekcji. Gdyby morze przy transgresji nie wykonywało pracy abrazyjnej, ślady powierzchni krasowej wraz ze zwietrzeliną zachowałyby się. Niczego podobnego nie obserwujemy.

O istnieniu przerwy w sedymentacji, wynurzeniu, wietrzeniu subaeralnym i abrazji morskiej świadczy jeszcze jeden znamieny fakt. Porównując miąższości dolnych dolomitów żółto wietrzejących w profilu „Na Czoło“ i przez Wrótka można stwierdzić, że w tym ostatnim profilu miąższość dolnych dolomitów żółto wietrzejących wynosi tylko 30 m, gdy tymczasem w profilu „Na Czoło“ — 110 m. W profilu przez Wrótka jest więc ona przeszło trzy razy mniejsza. W stropie żółto wietrzejących dolomitów w profilu „Na Czoło“ leżą szare, krystaliczne dolomity, a w profilu przez Wrótka — brekcje o lepisczu złożonym z szarego, krystalicznego dolomitu. Wydaje się logiczne przyjąć, że redukcja ta wywołana jest abrazją, a nie mniej intensywną sedymentacją. Byłby to jeszcze jeden dowód na to, że jest to brekcja klifowa.

Brekcja ta zaczyna nowy cykl sedymentacyjny polegający na przewarstwieniach szarych, krystalicznych dolomitów z wapieniami robaczkowymi. Ta nagła zmiana osadów byłaby niezrozumiała, gdyby przyjąć, że są to brekcje śródwarstwowe. Stwierdziłem już wyżej, że brekcje śródwarstwowe występują wśród serii tych samych skał, zaznaczając jedynie krótkotrwałe, niebrzemienne w skutkach zakłócenie warunków sedymentacyjnych. Brekcja klifowa leży na granicy dwóch zupełnie odmiennych kompleksów skalnych, będąc początkiem okresu o odmiennych warunkach sedymentacyjnych niż dotychczas.

Na podstawie tych rozważań należy przyjąć istnienie wynurzenia w dolnej części środkowego triasu w pewnych częściach serii Giewontu. Wynurzenie to trwało krótko. Erozja nie sięgała do werfeńskich piaskowców kwarcytowych, gdyż w brekcji nie ma śladu kwarcu. Na lądzie (będącym prawdopodobnie wyspą) rozwijał się kras, dostarczając związków żelaza do osadu. Po pewnym czasie wyspa została zniszczona przez fale morza i nastąpiła sedymentacja nowej serii osadów. Nie jest wyjaśnione, w jaki sposób utworzyła się taka wyspa i gdzie były jej granice.

Zdaję sobie sprawę z tego, iż twierdzenie, że w triasie tatrzańskim istniały przerwy w sedymentacji i wynurzenia spotka się z niedowierzaniem i krytyką wielu badaczy. Zbyt długo po prostu przyzwyczailiśmy się uważać wierchowy środkowy trias za niezbyt zróżnicowany kompleks warstw, osadzanych bez przerw w sedymentacji. Jeśli jednak zjawiska opisane powyżej (brekcje klifowe, redukcja osadów itd.) nie stanowią do-

wodu na luki w sedymentacji i wynurzenie, to tak samo mało dowodów (sedymentacyjnych, nie stratygraficznych) na wynurzenie jest na granicy środkowego triasu i krynoidowego bajosu serii Czerwonych Wierchów i Giewontu. Przeważnie nie ma tam śladu niezgodności warstw, jakichś oznak długiego istnienia ładu, prócz wkładek czerwonej ilastej substancji w wyższych poziomach środkowego triasu. W kilku tylko miejscach znane są żyłki wapienia krynoidowego wnikające w wapienie środkowo-triasowe. W szczelinach tych, którym przypisuje się pochodzenie krasowe, nie ma śladu jakiegś zwietrzeliiny krasowej, *terra rosa* lub temu podobnych substancji. W zbiorach prof. dr E. Passendorfera znalazła się prócz tego brekcja, złożona z dużych (do 6 cm) okruchów wapieni i dolomitów środkowo-triasowych oraz wapieni krynoidowych bajosu sklejonych różowym spoiwem wapienno-krynoidowym z belemnitami, świadczącym o przynależności jej do batonu. Byłby to więc niewątpliwy, sedymentacyjny dowód wynurzenia po środkowym triasie i abrazji transgredującego morza doggeru.

Wynurzenie po urgonie i zalew albski również nie pozostawiły po sobie wyraźnych śladów. Znane są pewne rozżarcia powierzchni urgonu, być może pochodzenia krasowego. Prócz tego w Żlebie Żeleźniak (na W od Hali Pisanej) stwierdziłem istnienie w spągu wapieni glaukonitowo-fosforytowych albu brekcji klifowej.

Wobec tego rodzaju faktów nie wydaje się wcale dziwna omyłka U h l i g a, który uważał skały wierchowe środkowego triasu za utwory liasowe (Uhlig V. 1897). Przy pobieżnym badaniu nie natrafia się na żadne ślady wynurzenia, krasu czy abrazji i stwierdza się zupełną ciągłość sedymentacyjną między środkowym triasem a doggerem. Dopiero bardzo szczegółowe zestawianie profilów i dokładna analiza litologiczna mogą rzucić światło na istotę tych tak mało znanych nam jeszcze zjawisk. Wyjaśnienie obecności tak licznych w wierchowym triasie brekcji spływowych, śródwarstwowych, hard groundów (znanych mi z serii Kominów Tylkowych), wapieni robaczkowych pochodzenia spływowego i okruchowego, brekcji klifowych, a być może i krasu, nie może być przy obecnym stanie badań wyczerpujące. Wszystkie wymienione wyżej zjawiska są jednak niewątpliwie dowodem wielkiej ruchliwości dna tatrzańskiego morza geosynklinalnego w środkowym triasie. Ruchliwość taka opisywana była np. przez L. Cayeux z jury i kredy Basenu Paryskiego (fide E. Passendorfer, 1950).

Brekcje środkowo-triasowe znane są ze strefy Briançonnais z Alp. F. B l a n c h e t (1934) podaje, że w Montagne D'Escreins, w najwyższej części osadów środkowego triasu, znane są przewarstwienia brekcjowate wśród wapieni dolomitycznych. Brekcje te są według niego pochodzenia osadowego (morskiego) i zaznaczają skłonność intrageantykliny Briançonnais do wynurzeń. Również i M. G i g n o u x i L. M o r e t (1938) podają, że w górnej części środkowego triasu strefy Briançonnais obserwować można struktury brekcjowate. Powstały one według tych autorów jako wynik zachodzących tam procesów diagenetycznych. W obu wymienionych pracach cytowane są brekcje osadowego pochodzenia, znajdujące się w wielu miejscach w spągu doggeru. Obecność tych brekcji w serii Briançonnais świadczy według tych autorów o intrageantyklinalnym charakterze tej strefy. Stwierdzona w serii wierchowej w środkowym triasie ruchliwość dna, prowadząca między innymi do tworzenia się brekcji i powsta-

wania wynurzeń stanowi analogię do zbliżonych zjawisk obserwowanych w Alpach i jest jeszcze jednym dowodem intrageantyklinalnego charakteru tej strefy.

Kończąc pragnę wyrazić podziękowanie za cenne wskazówki i rady prof. dr E. Passendorferowi, pod którego kierunkiem pracę tę wykonałem.

Z Zakładu Geologii Dynamicznej
Uniwersytetu Warszawskiego

WYKAZ LITERATURY

1. Ampferer O. (1907), Über Gehängebreccia der nordlichen Kalkalpen. *Jahrbuch geol. Reichsanstalt*, Bd. 57.
2. Bell Hugh Stevens (1942), Density currents as agents for transporting sediments. *Journal of Geology*, Vol. 50, nr 5.
3. Biełousow W. W. (1948), Osnowy geotektoniki.
4. Blanchet F. (1934), Etude géologique des Montagnes D'Escreins.
5. Cayeux L. (1935), Les roches sédimentaires de France. Roches carbonatées.
6. Cooper Byron N., Haff J. (1940), Max Meadows Fault Breccia. *Journal of Geology*, Vol. XLVIII, nr 8.
7. Dżułyński S. (1952), Powstanie wapieni jury skalistej. *Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego*, T. XXI, z. 2.
8. Dżułyński S. (1953), Tektonika pd. części Wyżyny Krakowskiej. *Acta Geol. Pol.*, Vol. III, nr 3.
9. Fairbanks H., Robson G. (1942), Breccia at Sudbury, Ontario. *Journal of Geology*, Vol. L, nr 1.
10. Gignoux M. (1952), Géologie stratigraphique.
11. Gignoux M. i Moret L. (1938), Description géologique du Bassin Supérieur de la Durance.
12. King Wickham W. (1898), The permian conglomerates of Lower Severn Basin. *Quart. Journal Geol. Soc. London*, Vol. LV, nr 217.
13. Kowański Zbigniew (1953), Profile litologiczne przez Giewont. Archiwum Instytutu Geologicznego (w maszynopisie).
14. Książkiewicz M. (1951), Geologia dynamiczna.
15. Książkiewicz M. (1951), Uwarstwienie spływowe we fliszu karpackim. *Roczn. Pol. Tow. Geol.*, T. XIX, z. 4.
16. Kuenen H. (1950), Turbidity currents as a cause of graded bedding. *Journal of Geology*, Vol. 58, nr 2.
17. Leuchs K. (1953), Über Breccien. *Geologische Rundschau*, Bd. 24, 1953.
18. Milner H. (1940), Sedimentary Petrography. London, New York.
19. Obuchowicz Z. (1953), Próba odtworzenia środowiska osadzania warstw krośnieńskich (oligocen) na podstawie cech makroskopowych. *Przegląd Geologiczny*, Z. 9.
20. (1953), Osadoczyjne facji w geologicznej historii. (Tłumaczenie z angielskiego).
21. Pachinger H. (1928), Morphologische Ergebnisse einer Analyse der Höttinger-Breccie bei Innsbruck. Aus der Geogr. Inst. d. Univ. Innsbruck.
22. Passendorfer E. (1951), O transgresji eocenu w Tatrach. *Roczn. Pol. Tow. Geol.*, T. XX, z. 3.
23. Passendorfer E. (1950), O zasadzie aktualizmu w geologii. *Wiadomości Muzeum Ziemi*, Vol. V.
24. Passendorfer E. (1930), Studium stratygraficzne i paleontologiczne nad kredą serii wierchowej w Tatrach. *Prace PIG*, nr 2.
25. Passendorfer E. (1951), Trias tatrzański, *Regionalna Geologia Polski*. T. I. Karpaty. Z. 1. Stratygrafia.
26. Połowinkina, Wikułowa, Razumowska (1948), Struktury Gornych Porod, T. I, II, III.
27. Pożaryska K. (1952), O sedymentacji danu i mastrychtu okolic Puław. *Biul. PIG*, nr 81.
28. Pruvost P. (1943), Filons clastiques. *Bull. Soc. Géol. France*, S. 5, T. XIII.

29. R a b o w s k i F. (1921), O triasie wierchowym w Tatrach. *Spraw. PIG*, nr 3.
30. R a b o w s k i F. (1930), Dyluwialne martwice wapienne w Tatrach. *Pos. Nauk. PIG*, nr 27.
31. R a b o w s k i F. (1931), Sprawozdanie z badań geologicznych wykonanych w 1930 r. w Tatrach. *Pos. Nauk. PIG*, nr 30.
32. R a d w a ń s k i S. (1952), Paleografia i sedimentacja kulmu w północnej części niecki śródsudeckiej. *Biul. PIG*, nr 79.
33. R e y n o l d s W. (1908), Breccias. *Geol. Mag.* 65.
34. R u c h i n L. (1952), Osnovy litologii.
35. S h a r p R. (1940), A cambrian slide breccia, Grand Canyon, Arizona. *American Journal of Science*, Vol. 238, nr 9.
36. S h e p a r d F. (1952), Composite origin of submarine canyons. *Journal of Geology*, Vol. 60, nr 1.
37. S h e p a r d F. (1948), Submarine Geology.
38. S i e d l e c k i S. (1952), Utwory geologiczne obszaru pomiędzy Chrzanowem a Kwaczałą. *Biul. PIG*, nr 60.
39. S t a c h J. (1953), Ursus Wenzensis, nowy gatunek małego niedźwiedzia pliocen-skiego. *Acta Geol. Pol.* Vol. III, nr 1.
40. S z w e c o w M. (1948), Pietrografija osadoczných porod.
41. T e i s s e y r e H. (1952), Budowa geologiczna północnej okolicy Wałbrzycha. *Biul. PIG*, nr 62.
42. U h l i g V. (1897), Die Geologie des Tatragebirges. *Denkschr. math.-nat. Cl. Ak. Wiss., Wien*, Bd. XLIV.

РЕЗЮМЕ

ПРЕДЛАГАЕМАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ БРЕКЧИЙ

В связи с исследованием осадков верховых средних триасовых отложений в Татрах автор полагает, что необходимо провести систематизацию многих описанных до сих пор разновидностей брекчий. При этом оказалось, что существовавшие до сих пор классификации В. Нортонa (18), В. Рейнольдса (33), К. Леухса (17), Л. Кайио (5), М. Швецова (40), Л. Рухина (34) и других неполны и не вполне последовательны.

Автор причисляет к брекчиям не породу определенного происхождения, но породу определенной структуры наподобие того, как научный термин „конгломерат” не следует применять в генетическом смысле, но только в структурном смысле (напр. могут существовать конгломераты не обломочные, но структурные — „crushconglomerate“ (6)).

Как принцип выделения особого рода брекчии (особого — в генетическом смысле слова) автор принимает наличие особого фактора, обуславливающего возникновение обломков, а иногда создающего их перемещение. Таким образом следует принимать как особую (в генетическом смысле) брекчию такую, которая возникла как результат воздействия определенного геологического фактора в определенных условиях. Иногда, для определения генезиса брекчии надо знать и интенсивность данного фактора. Так как принимаем, что брекчия это порода, состоящая из обломков и цементирующего их вещества, то для определения генезиса её важно также знать состав и происхождение цементирующего вещества.

Автор устанавливает четыре группы брекчий:

- I. Осадочные брекчии;
- II. Тектонические брекчии;
- III. Диагенетические брекчии;
- IV. Магматические и метаморфические брекчии.

I. Осадочные брекчии

Осадочные брекчии это образования, возникающие на поверхности земли, на суше или в море, как результат деятельности экзогенных факторов, а лишь в незначительной степени — эндогенных. Отличаем среди них брекчии обломочные (кластические) и пирокластические.

A. Брекчии обломочные

Обломочные (кластические) брекчии возникают только благодаря механической деятельности таких внешних факторов, как воздействие солнца, изменения температуры, воздействие гравитации волны, течение воды, ледники и т. п.

Следуя за В. Рейнольдс (33) автор различает среди обломочных брекчий — брекчии субаэральные (находящиеся на открытом воздухе) и субаквальные (подводные).

1. Брекчии субаэральные

Брекчии этой группы возникли благодаря воздействию экзогенических факторов на суше при отсутствии постоянного водяного покрова.

а) Брекчии выветривания. Оне возникают благодаря физическому и химическому выветриванию. Это местный продукт выветривания; по сравнению с выветренной глиной оне содержат больше крупных обломков, чем мелких частиц. Всегда можно установить тесную связь с материнской породой.

Брекчии выветривания только в очень редких случаях сохранились. Может быть можно к ним причислить некоторые брекчии, описанные С. Радванским в отложениях кульма в среднесудетской мульде как склоновые брекчии.

б) Обрывовые брекчии. Эти брекчии возникают вследствие однократного большого обрыва и рассыпки обломков у подножия обрыва. Обломки обрывовой брекчии обыкновенно не проявляют сходства с породой, на которой они расположены, так как обрывочные массы падают гораздо ниже и иногда задерживаются в таких местах, которые построены совсем другими породами.

Обрывовые брекчии попадаются довольно редко. Р. Шарп (35) описывает их среди камбрийских отложений в канионе Колорадо, как специальный тип подводной стекающей брекчии.

в) Усыпные брекчии. Оне образуются от накопления остроугольных обломков, возникающих при механическом выветривании горных пород в высоких горах у подножия крупных утесов. Характерен для этих брекчий их состав такой же, как у местных пород и отсутствие мелкого материала, который устранен дождевыми водами.

Усыпные брекчии попадаютя и в ископасом состоянии. Принадлежит к ним междуледниковая „Höttingerbreccia“, найденная в окрестностях г. Инсбрука (1, 21), а также брекчии, у которых соединяющее вещество состоит из известкового туфа; они известны в Ментусей Долине и Долине Малого Луга в Татрах.

г) Брекчии конусов выноса. К этой группе принадлежат брекчии, состоящие из малоокругленных обломков, попадающихся в типичных конусах выноса среди их осадков. Основным фактором транспорта в таких условиях

является текущая вода. Механическое воздействие текущей воды в данном случае непродолжительно и потому оно не в состоянии образовать гальки. Осадки такого типа иногда описывались под названием „фангломераты“.

В Татрах брекчии такого типа образуют обширные конусы выноса у подножия осыпей. Брекчии конусов выноса в ископаемом виде нередко описывались среди осадков у подножий гор.

д) Солифлюкционные брекчии. Оне выделены в особую группу по предложению профессора Е. Пассендорфера, высказанного во время диспута. Транспортирующим фактором в данном случае является сила всеобщего тяготения, которая вызывает смещение оттаявшего поверхностного слоя вдоль по еще замерзшей основной породе. Последствием этого является изменение структуры осадка: у него нередко прерывается контакт с породами, от выветривания которых эти осыпи возникли.

В литературе встречается термин „брекчии“. (1) Но название это можно бы применять для обозначения самых разнообразных видов брекчий (напр. брекчий выветривания, обрывовых, усыпных, солифлюкционных), возникающих вблизи склона. Однако нельзя всех их выделить в отдельную группу, так как они неоднородны в генетическом отношении.

е) Ледниковые брекчии. Эту разновидность брекчий признают все систематики (17, 33, 40). подземные ледниковые брекчии известны как некоторые виды тиллитов.

ж) Карстовые брекчии. Эти особые по своему генезису брекчии возникают в карстовых пещерах, если свод пещеры рухнет. Эти брекчии признает как отдельный вид В. Рейнольдс (33) под названием „cavebreccias“ и К. Леухс (17) под названием „Nöhlenbreccien“. М. М. Швецов предлагает для них название „карстовые брекчии“ (40).

з) Костяные брекчии. Они образуются из костей позвоночных животных, приносимых текущими водами и оставляемых в расселинах скал и в пещерах. В ископаемом состоянии попадают иногда костяные брекчии, которые возникли не в пещерах.

В Польше самая известная костяная брекчия была найдена профессором Я. Самсоновичем в местности Вянже (вблизи городка Дзялошин); её описывает в настоящее время Я. Стах (39).

и) Брекчии грязевых вулканов. Здесь возникновение обломков горных пород и их перемещение вызвано газами, высвобождающимися из грязевых вулканов. М. Швецов в своей систематике обращает внимание на этот вид брекчий.

к) Трещинные брекчии (или брекчии кластических жил). Это особый вид брекчий, возникающих в трещинах горных пород, а после их диагенеза образующих кластические жилы. В этих брекчиях и „соединяющее вещество“, и обломки пород попадают в трещину сверху.

2. Брекчии подводные (субаквальные)

Это название ввели в систематику брекчий В. Рейнольдс и К. Леухс. Автор причисляет к этой группе осадочные брекчии, образующиеся в озерах, и морях т. е. под постоянным водяным покровом.

а. Трансгрессивные брекчии (или брекчии базальные, основные). Трансгрессивные брекчии возникают у берегов трансгредирующих морей. Название это позволительно применять по аналогии с общеизвестными терминами „трансгрессивные конгломераты“ и „основные конгломераты“.

Среди трансгрессивных брекчий автор отличает две разновидности, различные по своему происхождению и возникающие в неодинаковых условиях двух различных способов трансгрессии.

Резидуальные (остаточные) брекчии (термин применяемый В. Рейнольдс и К. Леухсом) возникают во время трансгрессии, с которой не связана абразионная деятельность, проявляющаяся в перестройке материнской породы. Брекчии эти образуются при смешении обломков, возникающих при выветривании на воздухе, с осадками трансгрессирующего моря. Клифовые брекчии возникают при морской трансгрессии, происходящей медленно (однако не так медленно, чтобы при этом возникали конгломераты), проявляющейся в постепенном завоёвывании суши, связанным с раздроблением прибрежных утёсов и обработкой их обломков при помощи взволнованной морской воды. Клифовым брекчиям в подлинном смысле слова было дано М. Швеповым (40) название „прибойные брекчии“. Клифовые брекчии находятся в среднетриасовых отложениях, а также в кейпере, в грестене и в „верховом“ альбе Татр.

б. Среди пластовые брекчии. Оне образуют своеобразный слой в однообразной группе других пород. Такой слой образован исключительно обломками породы, непосредственно подстилающей его, или обломками породы расположенной глубже. Петрографические свойства породы, находящейся в кровле обыкновенно ни в чем не отличаются от породы, расположенной внизу. Толщина слоя брекчии не больше 0,5 метра.

Средипластовые брекчии не являются последствием поднятия дна, но только временного перерыва в образовании осадков и связанного с ним раздробления затвердевших раньше осадков в осадочном бассейне. Это происходит тогда, когда взволнованные воды достигают дна. Иногда причиной раздробления могут быть сильные подводные морские течения. Возникновение брекчий (или конгломератов) не связано в большинстве случаев с изменением характера осадков. После непродолжительного перерыва появляются опять прежние условия образования осадков.

Термин „средипластовый“ автор применяет в таком-же смысле, как употребляемый в английской и французской литературе термин „intraformationel“.

За последнее время придают в С. С. С. Р. термину формация значение тектонически-фацциальное. Именно обозначают ним группу горных пород, образовавшихся в определенных тектонически-фацциальных условиях, в определенной стадии диастрофического цикла, на территории определенной с тектонической точки зрения, а не с региональной, не принимая во внимание возраста этой группы. Если применять к термину „формация“ тектонически-фацциальное значение, то определение „intraformationel“ лишено всякого смысла, и не следует его применять. Гораздо правильнее ввести вместо него термин „средипластовый“.

Средипластовые брекчии попадают очень часто среди пород среднего верхового триаса.

в. Рифовые брекчии. Рифовые брекчии по своему происхождению близки клифовым и средипластовым брекчиям. Фактором раздробляющим и перемещающим обломки горных пород являются взволнованные воды. Материал брекчии происходит исключительно из коралловых рифов.

г. „Сплывовые“ брекчии. „Сплывовые“ брекчии возникают благодаря подводным сплывам, несущим обломки осадков, которые были уже раньше затвердевшие но при транспорте сплывам подверглись раздроблению. „Сплывовая“ брекчия состоит всегда из однородных обломков и притом нетрудно заметить, что она имеет много общего с пластом, от раздробления которого она возникла.

д. Оползневые брекчии. Г. Тейссейр (41) описал в кульмских отложениях Судетов подводные оползни, при которых возникают брекчии. Условия, содействующие возникновению оползневых брекчий на самом деле очень похожи на те условия, в которых появляются „сплывовые“ брекчии. Однако интенсивность факторов, вызывающих образование оползневой брекчии, гораздо больше.

е. Раковинные брекчии. Раковинные брекчии это плотно слепленные обломки разнообразных раковин и скелетов животных (за исключением костей), нагроможденные в большом количестве или на пляже или на дне. Точное указание различий между брекчиями и раковинными известняками и невозможно и, впрочем, не всегда оно целесообразно.

Б. Брекчии пирокластические (вулканические)

Пирокластические образования, собственно говоря, принадлежат к осадочным обломочным породам, однако по поводу их непосредственной связи с эндогенными силами они занимают обособленную позицию. К пирокластическим брекчиям причисляются те вулканические брекчии, которые образованы силой извержения уже вне вулкана из раздробленной лавы и других пород (и магматических и осадочных). К вулканическим брекчиям принадлежат также и брекчии извержения, образовавшиеся внутри вулкана; поэтому нельзя их причислить к осадочным породам.

II. Тектонические брекчии

Тектонические брекчии возникают благодаря раздроблению первичных горных пород при тектонических процессах. Как принцип классификации автор учитывает не способы образования брекчий, (трение, разрыхление пород, растягивание и т. п.), но их причинную связь с тектоническими элементами.

а. Сбросовые брекчии. Сбросовые брекчии являются последствием раздробления горных пород при образовании сбросов; брекчии находятся также, где произошло перемещение. Обломки, возникшие при этом, нередко бывают разрисованы, иногда можно на них заметить т. н. „тектонические зеркала“. Обломки происходят из обеих соседствующих скал. Иногда, если амплитуда сброса была значительна, среди обломков можно найти обломки других скал подверженных сбросу.

б. Скользящие брекчии. Скользящие брекчии возникают при незначительных передвижениях среди горных пород. Описывает их С. Радванский; они возникли там в связи с метаморфизацией зеленых сланцев — и расположены параллельно к сланцам. Брекчия такая состоит только из обломков местной породы.

в. Изгибные брекчии. Это особый вид брекчии, который очень часто можно наблюдать на изгибах складок синклинальных и антиклинальных.

г. Брекчии у основания надвигов. У основания надвигов, покровов, поверхностей отрыва находятся нередко брекчии значительной толщины. Они состоят не только из обломков пород, непосредственно прикасающихся друг к другу на дислокационной линии, но и из своеобразных обломков других пород, принесенных туда в связи с вышеупомянутыми тектоническими передвижениями (17,6). Обломки горных пород во время надвигов очень часто становятся круглыми и подвергаются выглаживанию, вследствие чего возникает своеобразная порода — тектонический конгломерат. Возможно, что некоторые

породы верфенского яруса триасовой системы (в т. н. „реглевых“ партиях Татр) принадлежат к брекчиям этого типа.

д. **Тектонические брекчии регионального типа.** Образование брекчий обнимает иногда целиком группы горных пород на огромных пространствах. В Преальпах известен покров состоящий целиком из брекчии (Nappe de la Brèche) (10). Как пример брекчии такого типа можно указать известные тектонические брекчии в доломитах „реллевого“ нижнего покрова. Тектонические брекчии регионального типа находятся также в нижних желтовыветривающих доломитах (при выветривании они принимают желтый цвет), принадлежащих к среднему триасу складки Гевонта в опущенном крыле сброса.

е. **Катакластические брекчии.** При процессах распада магматических пород обыкновенно происходит полное размельчение первоначальной породы. Однако иногда сохраняются более крупные обломки первоначальной породы, а это приводит к брекчиевой структуре.

ж. **Брекчии соляных куполов.** Они образуются в связи с возникновением соляных столбов. Их характерной чертой является полное смешение различных пород местного профиля.

III. Брекчии диагенетические

Редко наблюдаемые диагенетические брекчии являются последствием сокращения горных пород при диагенетических процессах.

а. **Гидратационные брекчии.** Эти очень редко появляющиеся брекчии связаны исключительно с некоторыми породами химического происхождения (ангидриты, гипсы). Они возникают вследствие расширения и размельчения первоначальных горных пород при процессах присоединения воды (40).

б. **Брекчии высыхания.** Этот не менее редкий вид брекчии возникает преимущественно в илистых горных породах, когда они теряют свою воду. Это высыхание может происходить тогда, когда осадок уже вынырнул: в таком случае образуются характерные трещины высыхания. Однако трещины могут возникать и тогда, когда они прикрыты осадками, иногда под водой ниже её уровня (по замечанию проф. доктора И. Голомба). Трещины такие могут образоваться в конкрециях; они напр. очень характерны для септарий. Брекчий высыхания не следует причислять к осадочным брекчиям (туда их зачислил К. Леухе в своей систематике).

При диагенетических процессах одним из самых важных является процесс рекристаллизации. Он часто является причиной образования структур очень похожих на брекчии. В таком случае однако образуются псевдобрекчии, описанные ниже.

IV. Магматические и метаморфические брекчии

В эту группу включены брекчии различные по происхождению, но связанные между собой тем, что все они возникли при эндогенных процессах.

а. **Брекчии вулканических извержений.** Эти брекчии состоят из обломков горных пород, связанных друг с другом при помощи вулканической эффузивной горной породы. Вышеупомянутый термин до сих пор неправильно считали синонимом вулканической брекчии. Однако к вулканическим брекчиям принадлежат тоже и прокластические брекчии, являющиеся осадочными породами. Поэтому название „брекчии вулканических извержений“ следует применять только к брекчиям возникшим в вулканических штоках или в жилах эффузивных пород.

б. **Плутонические брекчи**. Этот термин применил Тииль (26) к брекчии, состоящей из обломков горных пород, соединенных с собой при помощи глубинной породы.

в. **Мигматитовые брекчи**. Таким термином назвал Зедергольм (26) особый тип мигматита, образованного из обломков древних пород, соединенных при помощи гранита, возникшего палингенетически. И так это была бы брекчия мигматического происхождения.

г. **Жильные брекчи**. Нередко жилы, содержание которых связано с магматическими инъекциями или гидротельмальными растворами, переполнены обломками горных пород. Обломки эти обыкновенно происходят из стенок раньше существовавшей трещины. Возникновение самой трещины и обломков это по большей части результат деятельности тектонических факторов. Однако Г. Фербейн и К. Робсон описали в окрестностях Седбери в округе Онтарио брекчии, возникновение которых отчасти связано с механической деятельностью магматической и гидротермальной (!). Вышеупомянутые исследователи того мнения, что гидротермальные растворы, вторгающиеся с огромной силой в трещины, переносят находящиеся в трещинах обломки на значительные расстояния; обломки эти оборачиваются и вытираются во время перемещения. Те же авторы выделили ещё два другие виды брекчий (контактные и инъекционные), но они не указали генетических мотивов их выделения.

д. **Брекчи возникающие при процессах серпентинизации**. В. Лодочников (26) описал серпентиниты имеющие брекчиевое строение, которое возникло как последствие внутреннего тектонического процесса, вызванного увеличением объема породы при процессах серпентинизации.

ПСЕВДОБРЕКЧИИ

А. Кайо и М. Швецов описывают горные породы, обладающие брекчиевой структурой, не имеющие однако ничего общего с такими процессами как ломка, раздробление, т. е. образование брекчии. Иногда образование псевдоконгломератов и псевдобрекчий связано с частичным изменением минерального состава породы. Иногда впечатление брекчии вызвано и тем, что сама порода — хотя минеральный состав её не изменился — могла подвергаться вторичной неполной кристаллизации, вследствие чего остатки прежней породы — если смотреть на них на перекристаллизованном фоне — производят впечатление щебня или гальки.

БРЕКЧИИ В ТАТРАХ

Сплывовые брекчи

У большинства горных пород „верхового“ среднего триаса Татр можно заметить отчётливые прослойки. Оне находятся и в доломитах и в известняках. Прослойки эти во многих случаях бывают горизонтальны (Табл. VII фото 1). Очень часто однако можно заметить характерные изменения, вызванные стеканием. Кровляные слои (у свода) и подошвенные слои не нарушаются при этом (Табл. VII фото 2). Иногда происходило стекание без разрывания — по всей вероятности стекал тогда пластический материал. Следует однако заметить, что нередко стекал материал уже заранее отвердевший, в таких случаях образуется брекчия „стечения“ (сплывовая) (Табл. VIII фото 2). Сплывовые брекчи можно тоже заметить на разрез (фиг. 1), где они связаны с средипластовыми брекчиями. Оба вышеописанные местонахождения относятся к доломитовой брекчии, следо-

вательно там происходило стекание отвердевших осадков доломита. Многочисленны и своеобразны сплывовые брекчии (прерывистые стечения деформации) в средне-триасовых известняках; они являются причиной возникновения одной из разновидностей известняков: „червячковых известняков“ („calcaires vermicules“).

Средипластовые брекчии

Их очень много в скалах „верхового“ среднего триаса. Они именно являются причиной того, что брекчии характерны для этих скал. Важнейшие свойства этих брекчий следующие: обломки, сравнительно малоокругленные, происходят всегда из того слоя, который расположен непосредственно под брекчией. Нет в брекчиях обломков пород залегающих глубже. Цементирующее вещество в брекчиях может состоять из той-же самой породы, из какой состоят обломки в брекчиях, но может быть и другое. Пропорциональное отношение количества обломков и количество цементирующего вещества бывает разное; в большинстве случаев однако обломков бывает больше, благодаря чему эти брекчии похожи на тектонические брекчии. Кроме других примет, по которым можно отличить эти два вида, характерно для них и то, что в средипластовой брекчии обломки всегда перемещены, а их контуры не приспособлены друг к другу, но приспособлены к соединяющему веществу. В тектонических брекчиях цементирующее вещество всегда образовано из позднее проникших растворов (в данном случае из углекислого кальция) и поэтому оно состоит из правильно выросших кристаллов. В средипластовых брекчиях заметны и другие следы осадочного происхождения в виде параллельного расположения обломков и полос расдробленного (т. е. мелкокластического) материала и т. п. Толщина брекчии обыкновенно бывает незначительная; в большинстве случаев трудно определить точно, какова она, за отсутствием резкой границы, которая отделяла бы брекчию от пластов, расположенных в подошве и кровле. Если однако эти границы отчетливы, то толщина брекчии обыкновенно не больше 0,5 метра. (Если эти границы резки, то можно в таком случае применять термин „междупластовые брекчии“). Средипластовые и междупластовые брекчии расположены между двумя одинаковыми породами. Очевидно, что после периода образования брекчии опять наступили прежние условия образования осадков. Средипластовые брекчии с неотчетливо выраженными границами находятся в нижней партии нижних доломитов (выветривающихся желто) на Гевонте (Табл. VIII фото 2, Табл. IX фото 1, 2, Табл. X фото 1). Возможно, что так называемые „кавернозные“ доломиты Тыльковых Коминов это именно такая средипластовая брекчия. „Кавернозных“ доломитов нет в группе Гевонта. Принимая однако во внимание, что доказана непрерывность образования осадков между верфенскими сланцами (нижнетриасовыми) и брекчиевыми доломитами среднетриасовыми, можно утверждать, что здесь не было перерыва в образовании осадков, но только смена фации, выражающаяся в том, что здесь происходило менее интенсивное образование среднепластовых брекчий, чем в Тыльковых Коминах. Возможно, что в некоторых пунктах „верховой“ зоны произошло в то время местное поднятие дна; повидимому указывают на это находки элементов кристаллических пород Татр среди обломков „кавернозных“ доломитов в некоторых местах (30).

Клифовые брекчии

В нескольких местах в скалах „верхового“ среднего триаса существуют доказательства того, что здесь происходило поднятие дна; возможно, что

происходили карстовые процессы, а потом наступила опять морская трансгрессия, причем условия образования осадков были в субаэральных условиях как раньше. В профиле „Wrótka“ (фиг. 1) на верфенских сланцах залегают слои плотных доломитов, желто, выветривающих толщиной в 18 метров. Над ними расположены т. н. „горошковые“ доломиты. Над ними темные доломизированные известняки (2 м), а выше — средипластовые и сплывовые брекчии, а также „червячковые“ известняки; всего 0,5 м. Над этой серией лежат темные доломиты желто, выветривающие совсем похожие на доломиты расположенные в самом низу, толщиной в 15 метров. На этих доломитах лежат брекчии, которые автор считает клифовыми брекчиями (Т. X ф. 2). Они состоят из угловатых обломков горных пород. Размеры их — до 5 сантиметров. Некоторые крупные обломки слегка округлены („subangular“). По своему составу это темные доломиты, желто выветривающие. Среди них находятся и „горошковые“ доломиты. В составе соединяющего вещества находятся и очень мелкие обломки доломитов и кристаллический доломит химического происхождения. Кроме того есть какие то минералы, содержащие железо, так как в соединяющем веществе после выветривания появляются желтые пятна. Обломки не соприкасаются друг с другом, но они окружены соединяющим веществом. Если применять структурную классификацию В. Нортонa, то эта брекчия должна быть названа „breccia of sporadic fragments“. Обломки расположены хаотически. Не возможно тоже заметить там микросклонности в соединяющем веществе. Если однако внимательно наблюдать слой брекчии от подошвы и кровли, можно заметить, что внизу обломки самые большие, а кверху они становятся меньше, а увеличивается количество соединяющего вещества, состоящего из серого кристаллического доломита. Вся толщина брекчии — 2 метра. Над ней расположен серый кристаллический доломит, являющийся началом нового осадочного цикла, в котором повторяются прослойки серого кристаллического доломита с „червячковыми“ известняками. Следовательно брекчия эта заметно соединена с расположенными над ней серыми доломитами, а резко отгорожена от лежащих внизу доломитов, желто выветривающих. Принимая во внимание эти характерные особенности автор считает эту брекчию трансгрессивной т. е. возникшей тогда, когда данная местность была покрыта морскими водами, хотя раньше была она сушей. Эти брекчии не резидуальны, так как нет в них обломков происходящих из дальнейших мест. На суше открыты были на небольшом пространстве среднетриасовые горные породы, но только карбонатные. На этой суше не было рек, так как нет там галек речного происхождения ни материала, принесенного издали. Доказательством клифового характера брекчии служит факт, что попадают в ней обломки горных пород не тех, которые лежат непосредственно под брекчией, но тех, которые находятся гораздо глубже. Так напр. „горошковые“ доломиты, попадающиеся среди обломков брекчии, находятся в этом профиле на 15 метров ниже. Значит, по крайней мере этого уровня достигла эрозионная деятельность во время поднятия. Ворвавшееся море стремительно разоряло обрывистый берег, а вследствие этого возникла внизу брекчии абразионная платформа. Сравнивая между собою профиль „Na Czoło“ и „przez Wrótka“ можем констатировать, что в этом последнем мощность пластов нижних доломитов, желто выветривающих выражается цифрой лишь 30 метров, тогда как в профиле „Na Czoło“ — 110 метров, следовательно почти в четыре раза больше. У свода желто выветривающих в профиле доломитов „Na Czoło“ находятся серые кристаллические доломиты, а в профиле „przez Wrótka“ — брекчии, у которых цементирующее вещество состоит из серого кристалличес-

кого доломита. Логический вывод из этого факта: причина редукции — абразия. Это еще можно считать больше доказательством, что эта брекчия — клифовая. Брекчия эта начало нового осадочного цикла. Это неожиданное изменение характера осадков было бы непонятно, если бы принять эту брекчию за средипластовую. Я уже раньше установил, что средипластовые брекчии появляются в группе тождественных горных пород; намечая только кратковременное нарушение условий осадкообразования, не причиняющее однако никаких особых последствий. Основываясь на этих соображениях следует утверждать, что в некоторых партиях серии Гевонта произошло поднятие нижних среднетриасовых отложений. Поднятие это было кратковременно. Эрозионная деятельность не обняла верфенских сланцев, так как в цементирующем веществе нет ни малейших следов кварца. По всей вероятности это был небольшой остров. Осадочные среднетриасовые брекчии известны в Альпах в области „Briançonnais“. Считают их там доказательством того, что эта область это интрагеоантиклиналь. Среднетриасовые осадочные брекчии в Татрах это тоже одно из доказательств интрагеоантиклинального характера „верховой“ серии.

Институт Динамической Геологии
Варшавского Университета

SUMMARY

Abstract. In the first part of his paper, the author presents his project of a new genetic classification of breccias. Accepted as a genetically separate type of breccia is one that was produced as the result of the action of a separate agent. The distinguished types are disposed in the following groups: sedimentary breccias, tectonic breccias, diagenetic breccias, magmatic and metamorphic breccias. A separate group is formed by pseudobreccias. Described in the second part are sedimentary breccias from the High-Tatric Middle Trias in the Tatra Mountains, chiefly from the Giewont series. The author distinguishes: slip-breccias, intrabedded breccias, and cliff-breccias.

PROPOSED CLASSIFICATION OF BRECCIAS

In connection with studies conducted by the author on sediments of the High-Tatric Middle Trias in the Tatra Mountains, there arose the necessity of systematizing the hitherto described genetical types of breccias. In conjunction therewith, it became evident that the existing classifications are incomplete and not very consistent, such being the case with those introduced by W. Norton (fide 18), W. Reynolds (1908), K. Leuchs (1933), L. Cayeux (1934), M. Szwecow (1948), L. Ruchin (1952) and others.

The author considers a rock as being a breccia when it possesses a particular texture, just as the term „conglomerate“ should not be applied as a genetic one, only as a textural; e. g., conglomerates may exist that are not clastic ones, but tectonic: crush conglomerates.

As a principle for distinguishing a genetically separate type of breccia, the author assumes the existence of a definite agent leading to the production of fragments and, occasionally, also to their translocation. Consequently, the author accepts as a genetically distinct breccia one that

was produced as the result of the action of a given geological agent, under given conditions. When determining the origin of a breccia, occasionally important is also the intensity of the given agent. In view of the fact that a breccia is considered as a rock composed of fragments and their cementing material, to determine its origin it is also important to establish the composition and genesis of the cementing material.

All breccias are divided by the author into four groups:

- I. Sedimentary breccias.
- II. Tectonic breccias.
- III. Diagenetic breccias.
- IV. Magmatic and metamorphic breccias.

I. Sedimentary Breccias

Sedimentary breccias are ones that were formed on the earth's surface, on land or in seas, as the result of the action of exogenetic agents and also, in a very small degree, of endogenetic ones. They are divided into clastic and pyroclastic breccias.

A. Clastic Breccias

Clastic breccias are ones that were produced exclusively by the mechanical action of external agents, such as insolation, temperature changes, gravity, wave-motion, flowing water, glaciers, etc.

In accordance with W. Reynolds (1908), the author divides clastic breccias into subaerial and subaqueous ones.

1. Subaerial breccias

Included in this group are breccias produced by the action of exogenetic agents on land, without being permanently covered with water.

a) *Weathering breccias*. These are breccias produced as the result of physical and chemical weathering. The agents causing the desintegration of the primary rock are: insolation, temperature changes, chemical action of water, etc., without, however, the participation of transporting agents. Weathering breccias, therefore, are local detritus, differing from residual clay by the predominance of larger fragments in relation to finer particles. It is always possible to trace the close relationship of such breccias to the rocks of the substratum.

Weathering breccias, very common among rocks that are being produced contemporarily, are seldom preserved in a fossil state. Perhaps included here ought to be some of the breccias described by S. Radwan'ski from the Culm of the Central-Sudety Basin as hillside breccias.

b) *Rockfall-breccias*. Such breccias are produced as the result of rockfalls, when great rock masses fall at one time and accumulate at the foot of a rock face. The necessary condition for the production of these breccias is, indeed, the existence of such a rock face. The fragments of a rockfall-breccia usually display no relation to the substratum, inasmuch as the broken-off rock masses fall much lower downhill and may come to rest in a place built from altogether different rocks.

Rockfall-breccias in a fossil state are encountered comparatively seldom. They are described, e. g., from the Cambrian of the Colorado Canyon, by R. S h a r p (1940), as a special type of slip-breccia.

c) **Talus-breccias.** These are breccias that are produced as the result of the accumulation of sharply angular fragments formed by the mechanical weathering of rocks in mountains, and their accumulation at the foot of steep rock faces in consequence of the action of gravity and seasonal torrents during heavy rains. A characteristic feature of these breccias (scree) is the composition of pebbles related to the local rocks, and the absence of fine material, washed away by rain-waters. Talus-breccias are produced by the action of two transporting agents: gravity and flowing water. The former agent is, however, the principal one.

Talus-breccias have been discovered in a fossil state. Included here are the interglacial Höttingerbreccia from the vicinity of Innsbruck (A m p f e r e r 1907) and the breccia with a matrix of calcareous tufa, known from the Miętusia Valley and the Mała Łąka Valley in the Tatra Mountains.

d) **Alluvial-fan breccias.** Included here are breccias composed of slightly rounded fragments, encountered among the sediments of typical alluvial fans. In this case, flowing water is the principal transporting agent: swift-flowing mountain torrents, seasonal rivers in deserts, streams flowing from the hills into the lowlands, etc. The mechanical action of flowing water is here of too short duration to produce pebbles. Sediments of this type were sometimes described as fanglomerates.

In the Tatra Mountains, breccias of this kind form extensive alluvial fans at the bases of scree-covered slopes. Alluvial-fan breccias in a fossil state were often described as produced from piedmont sediments. Mostly they display no relationship to steep rock faces.

e) **Solifluction-breccias.** During a discussion it was proposed by Prof. E. Passendorfer to distinguish solifluction-breccias as a separate type. In this case, gravity is the transporting agent; it causes a surface layer, which has thawed out, to flow downwards over a still frozen substratum. Consequently the structure of the sediment becomes changed and it frequently loses contact with the rocks from weathering of which the detritus was produced.

Described in literature are **hillside breccias** (A m p f e r e r 1907). The latter term may be used to designate a number of types of breccias produced near slopes (e. g., weathering-breccias, rockfall-breccias, talus-breccias, and solifluction-breccias). Genetically, however, this type of breccias is not uniform.

f) **Glacial breccias.** This type of breccias is quoted by all systematists. (L e u c h s 1933, R e y n o l d s 1908). Quite frequently, especially in the sediments of mountain glaciers, encountered are moraines composed of sharply angular fragments imbedded in a finer mass. The quantity of such fragments is so large that such a moraine can no longer be called boulder clay, and it must be included among coarse-grained clastic rocks. Such fragments are frequently striated. Fossil glacial breccias are known in the form of some types of tillite.

g) **Karst breccias.** A genetically separate type are breccias which are produced when the ceiling of a karst cave falls in. They are chiefly associated with carbonate rocks. Such breccias are distinguished by W. Reynolds (1908) as cave-breccias, and by K. Leuchs (1933) as Höhlenbreccien. M. Szwecow (1948) proposes to call them: karst breccias. They are characterized by a uniform composition of the fragments and the frequent presence of specific cave-sediments.

h) **Bone breccias.** They are formed from the bones of vertebrates, transported by water and deposited in rock fissures and caves. Known to exist in a fossil state are also bone breccias that were not produced in caves.

The best known bone breccia in Poland is the one at Weże, near Działoszyn, discovered by J. Samsonowicz and described recently by J. Stach (1953).

i) **Mud-volcano breccias.** In this case the production of rock fragments and their translocation is caused by gases ejected from mud-volcanoes. These breccias are distinguished by M. Szwecow (1948) in his classification.

j) **Fissure-breccias (breccias of clastic dykes).** A separate type are the breccias that are formed in rock fissures and which, after diagenesis, give rise to clastic dykes. In such breccias the cementing material and the fragments enter the fissures from above. This type of breccia is described by S. Dżułyński (1953), and the clastic dykes, by P. Pruvost (1943).

2. Subaqueous breccias

In the classification of breccias, this term was introduced by W. Reynolds and K. Leuchs. In this group the author includes sedimentary breccias which are formed underneath a permanent water cover, in lakes and seas. The distinction of subaqueous breccias from subaerial ones is of fundamental importance for the reconstruction of the conditions under which a breccia was formed and of the sedimentation environment.

a) **Transgressive (basal) breccias.** Transgressive (basal) breccias are ones that are formed on the shores of a transgressing sea. The above-mentioned term can be applied by analogy to the well-known designations: transgressive conglomerate and basal conglomerates.

Among the transgressive breccias the author distinguishes two varieties which differ quite considerably as to origin, and which are produced during transgressions that run a different course:

Residual breccias (term introduced by W. Reynolds and K. Leuchs) are formed during transgressions when there is no abrasion manifesting itself in a transformation of the rocks of the substratum. They are produced when the detritus formed under conditions of subaerial weathering is mixed with the sediments of an encroaching sea.

Cliff-breccias are formed during a marine transgression which is comparatively slow (but not slow enough to produce conglomerates) and which consists in a gradual occupation of the land, associated with a crumbling of the rocks on the shore and a rounding of the detritus

by the surf. Cliff-breccias, in the proper meaning of the term, were distinguished by M. Szwecow (1948) as „surf-breccias“.

Cliff-breccias are encountered in the Tatra Mountains in the Middle Trias, Keuper, Gresten beds (Lias), and Albian, in the High-Tatric series.

b) **Intrabedded breccias.** Intrabedded breccias form a bed within a uniform series of other rocks. Such a bed is composed exclusively of fragments derived from the rock which directly underlies it, or else lies somewhat deeper. The petrographic character of the upper rock layers usually does not differ from the bottom ones. The thickness of the breccia bed does not exceed one meter.

Intrabedded breccias do not denote emergence; they signify a temporary interruption in sedimentation and, associated therewith, a crumbling of the previously consolidated sediments of the sedimentation reservoir. This occurs when the base of wave-motion reaches the bottom. Occasionally, strong submarine currents can be the cause of their production. As a rule, the occurrence of intrabedded breccias (or conglomerates) is not associated with a change of the sediment. After a temporary interruption, the previous conditions of sedimentation return again.

The author employs the term „intrabedded“ in the same meaning as that of the term „intraformational“, used in English and French literature. The latter term is derived from the word „formation“, which has very diverse meanings. The latter term, although prohibited by the International Geological Congress in 1882, is used to designate a series of rocks, corresponding to a geological period. In the USA, the term is employed to designate a series of beds in local stratigraphy. From the latter meaning of the term „formation“ is derived the designation „intraformational“, denoting an unusual occurrence of short duration, which took place during the formation of a given rock series. Recently, in the USSR, a tectonic-facial meaning is attached to the word. As a fact, the term is employed to denote a series of rocks formed under specific tectonic-facial conditions, in a designated stage of the diastrophic cycle in a particular tectonic (not regional) area, regardless of the age of the series. If the tectonic-facial meaning of the term „formation“ is accepted, then the designation „intraformational“ loses all sense and should not be used. On the other hand, it is much more proper to employ instead the term „intrabedded“.

Intrabedded breccias (the term „interbedded“ may also be used) are very common among rocks of the High-Tatric Middle Trias.

c) **Reef-breccias.** By their origin, reef-breccias stand close to cliff-breccias and intrabedded ones. Wave-motion is the agent which crumbles and translocates the rock fragments. In this case, however, wave-motion is acting on reefs which form such a specific environment that consequently there is produced a separate kind of breccia composed of coral-reef fragments, calcareous algae, shells of coarse-tested mollusks, i. e.: exclusively calcareous fragments.

d) **Slip-breccias.** Slip-breccias are formed in consequence of the crumbling of a previously consolidated sediment, as the result of underwater slipping of the sediment. A slip-breccia has always a uniform

composition of its fragments, and visible is this association with the stratum whose crumbling gave rise to its production.

Slip-breccias occur in the High-Tatric Middle Trias.

e) **S l u m p - b r e c c i a s.** H. T e i s s e y r e (1952) described, from the Sudetian Culm, submarine slumps leading sometimes to the production of breccias. The conditions for producing a slump-breccia are essentially similar to those necessary for the formation of a slip-breccia. The intensity, however, of the agents producing a slump-breccia is considerably greater.

f) **S h e l l - b r e c c i a s.** Shell-breccias are composed of agglutinated fragments of various tests and animal skeletons (bones excepted), accumulated in large quantities on beaches or on the sea-bottom in consequence of the action of currents or wave-motion. An accurate determination of the boundary-line between breccias and shelly limestones is impossible and not always useful.

B. Pyroclastic Breccias

Pyroclastic formations belong properly to clastic sedimentary rocks; however, on account of their direct association with endogenetic agents, they occupy a quite distinct position. As pyroclastic breccias one should consider those volcanic breccias which were formed already outside a volcano and are derived from the breaking-up of lava and other rocks (both magmatic and sedimentary ones) by the forces of eruption. Included among volcanic breccias are also eruptive ones, produced inside a volcano and, consequently, not belonging to sedimentary rocks.

II. T e c t o n i c B r e c c i a s

Tectonic breccias are ones that were formed by the crushing of the primary rock in consequence of the action of tectonic processes. As the basis for his classification, the author does not accept the manner in which the breccia was formed (grinding, crushing, stretching, etc.), but the association with tectonic elements. Such a basis makes possible a very accurate differentiation of the various kinds of breccias.

a) **F a u l t - b r e c c i a s.** Fault-breccias are produced as the result of rock crushing a fault is formed, at the displacement itself. The fragments thus produced are frequently striated and occasionally display the presence of tectonic lustres. The fragments are derived from both adjacent rocks. Sometimes, if the amplitude of the throw was great, among the fragments one may also find some fragments of other rocks included in the fault. The term „fault-breccia“ has been employed for a long time.

b) **S l i d e - b r e c c i a s.** Slide-breccias are produced when slight displacements occur in rocks. S. R a d w a ń s k i describes such breccias which were formed in association with the schistifying of greenstones and have an arrangement that is parallel to the schistosity. Such a breccia is composed exclusively of fragments of the local rock.

c) **B e n d - b r e c c i a s.** These breccias which are very frequently formed at the bends of folds, synclines and anticlines.

d) **Overthrust-breccias.** Breccias of considerable thickness frequently occur at the bases of overthrusts, nappes, planes of decollement, etc. They are composed not only of the fragments of rocks contacting directly with one another at the dislocation-line, but also of fragments of other rocks which are, in a kind, tectonic xenoliths. During the overthrust process the rock fragments are frequently rolled and smoothed, and thus is produced a rock that is the only one of its kind: a tectonic conglomerate. Some rocks of the sub-Tatric Werfenian belong, perhaps, to breccias of this type.

e) **Tectonic breccias of a regional character.** Brecciation occasionally includes whole rock series over great areas. Known from the Pre-Alps is a whole breccial nappe: Nappe de la Breche (Gignoux 1952). An example of this kind of breccias are the well-known tectonic breccias in the dolomites of the Middle Trias of the lower sub-Tatric nappe. Tectonic breccias of a regional character occur also in the lower yellow-weathering dolomites of the Middle Trias in the Giewont fold. Breccias of this character are occasionally formed also in the downthrown side of a fault.

f) **Cataclastic breccias (mylonites).** Complete grinding of the primary rocks usually takes place during cataclastic processes in magmatic rocks. Sometimes, however, large fragments of the primary rock are preserved, and the effect of this is a brecciated structure.

g) **Breccias of salt domes.** They are produced in connection with the formation of salt domes. Their characteristic feature is the complete intermingling of various rocks derived from the strata of the local profile.

III. Diagenetic Breccias

Diagenetic breccias, which are encountered rarely, are produced as the result of rock crushing occurring during diagenetic processes.

a) **Hydratation-breccias.** This is a rare type of breccias, associated exclusively with some rocks of chemical origin (anhydrite, gypsum). They are produced as the result of the expansion and crumbling of the primary rocks during processes of hydratation.

b) **Desiccation-breccias.** This type is also rare and it is produced chiefly clay rocks when they lose water. Cracks and fissures are formed as the result of contraction, and the whole rock becomes a breccia. Such desiccation can take place after the emergence of a sediment; characteristic mud-cracks are then formed. However, they can arise underneath the covering of sediments, frequently beneath the water surface (as remarked by Prof. J. Gołąb). Such cracks can be formed also in concretions, and they are very characteristic, e. g., of septaria. Desiccation-breccias cannot be included among sedimentary breccias, as proposed by K. Leuchs in his classification.

One of the most important processes in diagenesis is recrystallization. It often leads to the formation of structures that are very similar to breccial ones. In this case, however, pseudobreccias are produced; they are described below.

IV. Magmatic and Metamorphic Breccias

Included in this group are breccias that are, indeed, genetically diverse, but they are united by their association with endogenetic processes.

a) **Eruptive breccias.** These breccias are composed of rock fragments glued together by a volcanic (effusive) rock. Hitherto this name was considered improperly to be a synonym of volcanic breccias. However, included in volcanic breccias are also pyroclastic breccias, belonging to sedimentary rocks. Consequently, the term „eruptive breccias“ ought to be used only to designate breccias which are formed in the vents of volcanoes or in veins of effusive rocks.

b) **Plutonic breccias.** This term was employed by J. Teall to designate a breccia composed of rock fragments glued together by means of a plutonic rock.

c) **Migmatic breccias (agmatites).** This term was used by Sederholm to denote a particular type of migmatite, composed of fragments of older rocks, glued together by means of a paligenetically formed granite. This would be, therefore, a breccia of migmatic origin.

d) **Vein-breccias.** Rock-fragments frequently fill out veins, the contents of which are associated with magmatic injections or hydrothermal solutions. Such fragments are usually derived from the walls of the originally existing fissure. Both the fissure and the fragments were formed mainly as the result of the action of tectonic agents. On the other hand, H. Fairbairn and G. Robson (1942) described, from the vicinity of Sudbury in Ontario, breccias which have an origin that is associated partly with magmatic and hydrothermal activity of a mechanical type. They accepted, therefore, that the hydrothermal solutions, pressing into fissures with great force, transported the fragments existing in the fissures to considerable distances, revolving them and abrading during the translocation. The latter authors distinguished two other types of breccias (contact-breccias and injection-breccias) but they are genetically unsubstantiated.

e) **Breccias originating during processes of serpentization.** W. Lodocznikow described serpentines which have a breccial structure produced as the result of an endotectonic process in association with the increasing volume of the rock during processes of serpentization.

PSEUDOBRECCIAS

L. Cayeux and M. Szwecow describe rocks which have a breccial structure but nothing in common with processes of breaking or crushing, i. e., brecciation. Cayeux (1935) designated this type of rocks as pseudo-breccias.

Occasionally the production of pseudoconglomerates and pseudo-breccias is associated with an incomplete change of the mineral composition of a rock. Sometimes the impression of brecciation is also evoked by the fact that the rock itself, without an alteration of its mineral composition, may be subjected to incomplete recrystallization, in consequence

of which the remains of the original rock, visible on a recrystallized background, give the impression of fragments or pebbles. Furthermore, such an impression can be intensified by the fact that the recrystallized portions of the rock may be differently coloured than the fragments of the original rock. If the rock is also fissured, then, in consequence of weathering, pseudo-fragments become isolated on the recrystallized background and impart the impression of being a breccia. Pseudobreccias resulting from recrystallization occur also among the rocks of the High-Tatric Middle Trias.

BRECCIAS OF THE HIGH-TATRIC TRIAS

In the second part of the author's work, are described breccias of sedimentary origin, occurring in the Middle Trias of the High-Tatric series in the Tatra Mountains. Chiefly described are breccias in the massif of Giewont. Described in detail are slip-breccias, intrabedded breccias, and cliff-breccias.

Slip-breccias

Most of the rocks of the High-Tatric Middle Trias are distinctly laminated. Both the dolomites and the limestones are laminated. The lamination is horizontal in many cases (Pl. VII, fig. 1). Very often, however, observable are characteristic slip-disturbances. In such cases the top and bottom layers remain undisturbed (Pl. VII, fig. 2). Some slips are of a continuous character; obviously, the slipping material was plastic. It is frequently noticeable, however, that the material which was subjected to slipping had been previously consolidated; a breccia of slip origin is then produced (Pl. VIII, fig. 1). Slip-breccias are also visible in a cross-section (Text Fig. 1) in which they are associated with intrabedded breccias. Both of the above-mentioned cases pertain to a dolomitic breccia; the slips, therefore, were those of a consolidated dolomitic sediment. Very numerous developed, although in a specific manner, are slip-breccias (discontinuous slip-deformations) in Middle-Trias limestones, giving rise to one of the varieties of vermicular limestones („calcaires vermiculés“).

Intrabedded-breccias

These breccias are very numerous among the rocks of the High-Tatric Middle Trias. They are the ones that cause the well-known brecciation of the latter rocks. The most important properties of these breccias are the following ones. The fragments, inconsiderably rounded, are always derived from the layer occurring directly in the bottom part of the breccia. Absent are fragments of rocks lying deeper. The cementing material can be the same as the material forming the fragments, or different. The ratio of fragments to cementing material varies; usually, however, the fragments predominate, and this makes the breccia similar to tectonic ones. Apart from other properties distinguishing both these types, also important is the fact in an intrabedded breccia that the fragments are always translocated, and their shapes are not adapted to one another but to that of the cementing material. In tectonic breccias the cementing material is always derived

from a subsequent infiltration of solutions (in this case: carbonate-calcareous ones) and consequently it is distinctly crystalline. In intrabedded breccias other traces of their sedimentary origin are also visible: a parallel arrangement of the fragments, bands of fine clastic material, etc. The thickness of the breccia is usually small, and mostly its determination is difficult on account of the badly defined boundary-lines separating it from the overlying and underlying rocks. However, if the boundary-lines are distinct, the thickness of the breccia does not exceed, as a rule, 0,5 metres. When these boundary-lines are sharp, one may then employ the term „interbedded breccias“. Intrabedded and interbedded breccias occur between two identical rocks. Obviously, therefore, after a period in which the breccias had been formed, the original conditions of sedimentation were restored. Intrabedded breccias, with badly defined boundary-lines, are encountered in the bottom part of the lower yellow-weathering dolomites in the Giewont unit (Pl. VIII, fig. 2, Pl. IX, fig. 1 and 2, Pl. X, fig. 1). It may be that the so-called cellular dolomites of the Kominy Tylkowe unit are such an intrabedded breccia. Cellular dolomites are absent in the Giewont unit. On account, however, of the fact that a sedimentary continuity between the schists of the Werfen and the brecciated dolomites of the Middle Trias was ascertained to exist, what we have here is not a gap in sedimentation but a change of the facies, consisting in a less intensive production of intrabedded breccias than in the Kominy Tylkowe unit. At other points of the High-Tatric zone a local emergence did, perhaps, occur at this time; this seems to be indicated by the discovery of elements belonging to the Tatra crystalline rocks in fragments of cellular dolomites at some places.

Cliff-breccias

At several points within the rocks of the High-Tatric-Middle Trias, proofs exist that an emergence occurred here; karst processes, perhaps, developed under subaerial conditions, and subsequently there was a new transgression of the sea, with unchanged conditions of sedimentation.

In the profile running across Wrótka (Text Fig. 1), the shales of the Werfen are overlain by compact yellow-weathering dolomites, 18 metres thick. These are overlain by the so-called pea-like dolomites. Above them there are 2 metres of dark-coloured dolomitic limestones, and still higher: intrabedded and slip-breccias, and vermicular limestones, a total of 0,5 metres. This series is overlain by dark-coloured yellow-weathering dolomites, altogether similar to the lowest-lying dolomites and 15 metres thick. These dolomites are overlain by breccias, considered by the author to be cliff-breccias (Pl. X, fig. 2). They are composed of rock fragments which have angular shapes. They attain dimensions of 5 centimetres. Some of the larger fragments are subangular. As to their composition, they are dark-coloured yellow-weathering dolomites. Pea-like dolomites and the green shales of the Werfen are also to be encountered among them. The cementing material includes in its composition fine dolomitic fragments, as well as a crystalline dolomite of chemical origin. Apart from the latter, present are some minerals containing Fe, inasmuch as the cementing material shows yellow spots after weathering. The fragments do not come into

contact with one another, being surrounded by the cementing material. Applying W. Norton's structural classification, this would be a „breccia of sporadic fragments“. The fragments are arranged in a disorderly fashion. Neither visible is microlamination in the cementing material. Observing, however, the layers of the breccia from the bottom to the top, it is noticeable that the fragments are larger at the bottom, while upwards they become smaller and there is an increasing quantity of the cementing material, consisting of a grey crystalline dolomite. The total thickness of the breccia amounts to 2 metres. It is overlain by a grey crystalline dolomite that initiates a new cycle of sedimentation in which are repeated interstratifications of the grey crystalline dolomite with vermicular limestones. This breccia is distinctly connected, therefore, with the overlying dolomites and it lies, with a sharp boundary-line, on the yellow-weathering bottom dolomites. On the basis of the latter properties, the author considers this breccia to be a transgressive one, i. e., formed during the encroachment of the sea, preceded by an emergence. Such breccias are not residual ones, inasmuch as they lack fragments derived from distant places. On emerged land were exposed exclusively carbonate rocks of the Middle Trias up to the Werfen shales. There were no rivers on this land, because absent are pebbles of fluvial origin and material derived from afar. The cliff character of the breccia is indicated by the fact that it contains fragments of rocks which do not underlie directly the breccia but occur at a much greater depth. Thus, for instance, the pea-like dolomites which are encountered among the fragments, occur in this profile 15 metres lower down and the Werfen beds still deeper. To such a level at least, therefore, did reach erosion during the emergence. The encroaching sea brought about a violent destruction of a steep coast, in consequence of which an abrasion-platform was formed in the bottom part of the breccia. A comparison of the profiles Na czoło and across Wrótka demonstrates that in the latter profile the thickness of lower yellow-weathering dolomites amounts to no more than 30 metres, while in the Na Czoło profile it is 110 metres, i. e., almost four times more. In the upper part of the yellow-weathering dolomites in the Na czoło profile there are grey crystalline dolomites, while in the Wrótka profile we have breccias with a cementing material composed of a grey crystalline dolomite. It seems logical, therefore, to accept that the above-mentioned reduction is produced by abrasion. This would be one proof more that what we have here is a cliff-breccia. This breccia initiates a new cycle of sedimentation. Such an abrupt change in the sediments would be incomprehensible if it were assumed that the breccia is an intrabedded one. It has been already ascertained above that intrabedded breccias occur among a series of one kind of rocks, indicating only a brief disturbance of the conditions of sedimentation, without any far-reaching consequences.

On the basis of the foregoing discussion, the existence must be accepted of an emergence in the lower part of the Middle Trias in some parts of the Giewont series. This emergence was of short duration. Erosion did not extend to the Werfen quartzites, there being no traces of quartz.

Breccias of sedimentary origin from the Middle Trias are known from the Alps, from the Briançonnais zone. They are considered to be one of the proofs of the intrageanticlinal character of the latter zone. The

sedimentary breccias of the Middle Trias in the Tatra Mountains are also one of the proofs of the intrageanticlinal character of the High-Tatric series.

From the Department of Dynamical Geology
of the Warsaw University

OBJAŚNIENIA TABLIC VII—X
EXPLANATION OF PLATES VII—X

Tablica VII
Plate VII

- Fig. 1. Poziome, niezaburzone warstewkowanie dolomitów żółto wietrzejących. Profil „Na Czoło“. (Fot. Z. Kotański).
Fig. 1. Horizontal undisturbed lamination of yellow-weathering dolomites. „Na Czoło“ profile. (Phot. by Z. Kotański).
Fig. 2. Sfałdowania spływowe dolomitów żółto wietrzejących. Profil „Na Czoło“. (Fot. Z. Kotański).
Fig. 2. Slip-folds of yellow-weathering dolomites. „Na Czoło“ profile. (Phot. by Z. Kotański).

Tablica VIII
Plate VIII

- Fig. 1. Brekcja spływowa. Dolne dolomity żółto wietrzejące. Profil „Na Czoło“. (Fot. Z. Kotański).
Fig. 1. Slip-breccia. Lower yellow-weathering dolomites. „Na Czoło“ profile. (Phot. by Z. Kotański).
Fig. 2. Brekcja śródwarstwowa. Żółte okruchy dolomitów tkwią w ciemnym, żelazistym spoiwie ze śladami warstewkowania. Profil „przez grzędy“. Dolne dolomity żółto wietrzejące. (Fot. J. Bułhak).
Fig. 2. Intrabedded breccia. Yellow fragments of dolomites inserted in a dark-coloured ferruginous cementing material with traces of lamination. „przez grzędy“ profile. Lower yellow-weathering dolomites. (Phot. by J. Bułhak).

Tablica IX
Plate IX

- Fig. 1. Brekcja śródwarstwowa. Jasne okruchy: żółto wietrzejące dolomity; ciemne: wapienne. Południowe zbocze Małego Giewontu, niedaleko granicy z werfenem. (Fot. J. Bułhak).
Fig. 1. Intrabedded breccia. Light-coloured fragments: yellow-weathering dolomites; dark-coloured fragments: limestones. Southern slopes of Mały Giewont, near boundary-line of the Werfenian. (Phot. by J. Bułhak).
Fig. 2. Brekcje śródwarstwowe. Widoczne są różnej wielkości okruchy dolomitów żółto wietrzejących z zaznaczającym się na nich warstewkowaniem. Profil „przez grzędy“. (Fot. J. Bułhak).
Fig. 2. Intrabedded breccia. Visible are fragments of various dimensions of yellow-weathering dolomites, with noticeable lamination. „przez grzędy“ profile (Phot. by J. Bułhak).

Tablica X
Plate X

- Fig. 1. Brekcje o złożonym pochodzeniu osadowo (brekcje śródwarstwowe) - tektonicznym (brekcje tektoniczne o charakterze regionalnym). Profil „Na Czoło“. Dolne dolomity żółto wietrzejące. (Fot. Z. Kotański).
- Fig. 1. Breccias of combined origin: sedimentary (intrabedded breccias) and tectonic (tectonic breccias of regional character). „Na Czoło“ profile. Lower yellow-weathering dolomites. (Phot. by Z. Kotański).
- Fig. 2. Brekcja klifowa. Widoczne są okruchy żółto wietrzejących dolomitów (m. in. groszkowych), tkwiących w spoiwie złożonym z szarego, drobnokrystalicznego dolomitu. Profil przez Wrótką. Warstwa 10 profilu z Fig. 1 w tekście. (Fot. J. Bułhak).
- Fig. 2. Cliff-breccia. Visible are fragments of yellow-weathering dolomites pea-like ones and others), inserted in a cementing material composed of a grey fine-crystalline dolomite. Profile across Wrótką. Layer 10 of profile in Fig. 1. (Phot. by J. Bułhak).

