

Bolesław J. KOWALSKI

## Hipergeniczne przeobrażenia diabazów z obszaru łysogórskiego Gór Świętokrzyskich

Podano wyniki analiz chemicznych i geochemicznych zwietrzelin diabazowych obszaru łysogórskiego w Górach Świętokrzyskich. Zwietrzeliny te reprezentują typ chlorytowo-kaolinitowo-illitowy; wzbogacone są w  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $H_2O^+$ , Cr, przy zmniejszonym udziale MgO, CaO,  $Na_2O$ ,  $SiO_2$ , Mn i Sr. Profil pionowy o grubości 7,3–43,1 m powstawał cyklicznie w zmieniających się warunkach środowiska hipergenicznego, poczynając od permu, przez mezozoik, trzeciorzęd, po czwartorzęd włącznie.

### WSTĘP

W paleozoicznym kompleksie osadowym Gór Świętokrzyskich znamy kilkanaście miejsc występowania silli i dajek diabazowych. Stwierdzono je badaniami geofizycznymi, wierceniami i wkopami, zarówno w obszarze kieleckim jak i łysogórskim.

Przedmiotem analizy w niniejszym artykule są dajki diabazowe z obszaru łysogórskiego. Ich występowanie wiąże się ze strefą poprzecznej dyslokacji psarskiej w okolicach wsi Święta Katarzyna, Wzorki i Psary – Kąty oraz z podobną dyslokacją we wschodnim przedłużeniu obszaru łysogórskiego koło wsi Janowice i Milejowice (fig. 1). Diabaz tego obszaru, poza zwietrzeliną opisaną przez S. Pawłowskiego (1947) z okolic Psary – Kąty, nie odsłania się powierzchniowo. Dodać należy, że diabaz w rejonie Janowic i Milejowic, odkryty w roku 1975 przez Z. Kowalczewskiego, nie był dotychczas przedmiotem publikacji.

Diabazy rejonu świętokrzyskiego były obiektem zainteresowania wielu geologów. Charakteryzowano je pod względem petrograficzno-mineralogicznym i geologiczno-strukturalnym (J. Czarnocki, 1919, 1928; J. Samsonowicz, 1928, 1960; J. Morozewicz, 1925; S. Pawłowski, 1947; I. Kardymowicz, 1957; Z. Rubinowski, 1962; W. Ryka, 1957, 1959; W. Szczepanowski, 1963; Z. Kowalczewski, R. Lisik, 1974). Powstały w tym czasie również syntezы uogólniające wiedzę o magmatyzmie świętokrzyskim, w których odpowiednio dużo miejsca poświęcono diabazom (S. Małkowski, 1954; I. Kardymowicz, 1967; Z. Rubinowski, 1967, Z. Kowalczewski, 1974).

Powstanie diabazów w Górach Świętokrzyskich jest związane przez cytowanych autorów z wulkanizmem kaledońskiego cyklu diastroficznego. Nie jest wykluczone, że wulkanizm ten był kontynuowany także w okresie posttektonicznym.

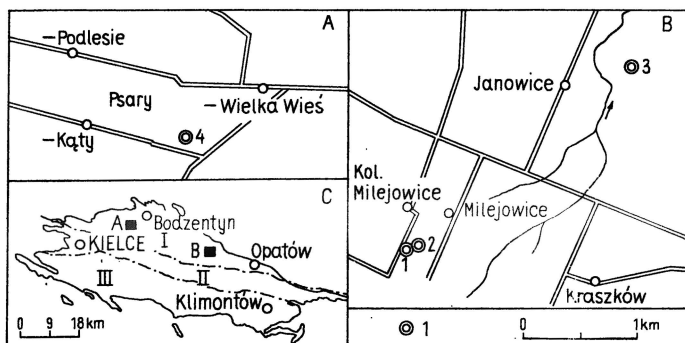


Fig. 1. Lokalizacja badanych otworów wiertniczych

Location of the studied borehole columns

I – otwory wiertnicze; A – obszar Psar–Kątów; B – obszar Milejowic–Janowic; C – położenie badanych obszarów (A, B) na tle trzonu paleozoicznego Gór Świętokrzyskich: I – obszar łysogórski; II – synklinorium kielecko-łagowskie; III – antyklinorium dymińsko-klimontowskie

I – boreholes; A – Psary–Kąty area; B – Milejowice–Janowice area; C – location of the studied areas at the background of the Paleozoic socle of the Holy Cross Mts: I – Łysogóry area; II – Kielce–Łagów syncline; III – Dymyń–Klimontów anticline

Mimo obfitej literatury dotyczącej diabazów świętokrzyskich, niewiele jest w niej informacji o przeobrażeniu hipergenicznym tych skał. Problem ten w wąskim zakresie podjął jedynie S. Pawłowski (1947) w przypadku diabazów z okolic Psary–Kąty. Dla pozostałych rejonów występowania tych skał tylko nieliczni autorzy sygnalizowali zaawansowane objawy przeobrażeń składników mineralnych, zarówno odsłoniętych powierzchniowo diabazów, jak i stwierdzonych w wierceniach (I. Kardymowicz, 1957, 1967; W. Szczepanowski, 1963; Z. Rubinowski, 1967; Z. Kowalczewski, R. Lisik, 1974).

Przedmiotem przeprowadzonych badań było poznanie chemicznego wietrzenia diabazów na przykładzie intruzji obszaru łysogórskiego. Badaniami objęto diabazy występujące w okolicach Milejowic i Janowic<sup>1</sup> oraz w Psarach–Kątach. Informacje zebrane podczas badań terenowych, z dokumentacji wiertniczych oraz z dotychczasowych publikacji, dowodzą, że przeobrażenia hipergeniczne tych skał odbywały się w odmiennych niż obecne warunkach lądowych. Powstałe zwietrzeliny, z uwagi na skład chemiczny i mineralny, różnią się w sposób zasadniczy od skały macierzystej. Rozpoznanie tego składu oraz warunków, w których się to wietrzenie odbywało, jest jednym z głównych celów artykułu.

\*

Badaniami szczegółowymi objęto próbki skały z rdzeni 4 otworów wiertniczych zlokalizowanych w okolicach Milejowic (otworów Milejowice 1 i 2) i Janowic (otwór Janowice 1) oraz Psar–Kątów (otwór Psary–Kąty IG 2). Materiał do analizy laboratoryjnej stanowiło 8 próbek; pobrano je po dwie z każdego rdzenia,

<sup>1</sup> Składam serdeczne podziękowanie drowi Z. Kowalczewskiemu z Instytutu Geologicznego w Kielcach za udostępnienie próbek z rdzeni otworów wiertniczych Janowice 1 i Milejowice 1 i 2 oraz drowi L. Lenartowiczowi za wykonanie analiz spektralnych.

w tym zawsze próbka z poziomu o widocznej makroskopowo zwietrzalej skale oraz próbka ze strefy głębszej, gdzie procesy wietrzeniowe nie naruszyły lub tylko nieznacznie naruszyły skałę.

We wszystkich próbkach, wcześniej rozdrobnionych, oznaczono pełny skład chemiczny (tab. 2) oraz niektóre pierwiastki śladowe (tab. 3). Z rozdrobnionego materiału wydzielono ponadto na drodze sedymentacji frakcję ilastą, zgodnie z metodą podaną przez R.C. Mackenziego (1956). Materiał ten poddano analizie na dyfraktometrze rentgenowskim.

W celu uzyskania dodatkowych informacji o występowaniu minerałów ilastych dla wszystkich próbek wykonano analizy termiczne różnicowe na dyfraktografie.

### STREFA ZWIETRZAŁYCH DIABAZÓW W REJONIE MILEJOWIC – JANOWIC I PSAR – KĄTÓW

Diabaz w rejonie Milejowic i Janowic oraz Psar – Kątów w stropowej części jest wyraźnie przeobrażony hiperogenicznie. W strefie tej obserwuje się odmienność barwy, składu chemicznego, mineralnego oraz cech makroskopowych względem skały głębiej leżącej, nie naruszonej lub nieznacznie naruszonej przez procesy wietrzeniowe. Ze wzrostem głębokości zwietrzelnina pod względem strukturalno-teksturalnym coraz bardziej upodabnia się do nie zmienionej skały macierzystej.

Grubość pokrywy wietrzeniowej jest różna, uzależniona od miąższości i kąta upadu żył diabazowych oraz od głębokości ich zalegania (tab. 1). Nie bez znaczenia jest również stopień spękania skały. Diabaz bardziej spękany i uszczelinowiony w Psarach – Kątach ma pokrywę wietrzeniową wyraźniej wykształconą i grubszą. Wynika to z faktu dogodniejszych warunków migracji roztworów wodnych, zasobnych w CO<sub>2</sub> i substancje organiczne, odpowiedzialnych za intensywność procesu przeobrażeń.

W otworze wiertniczym Milejowice 1 diabaz stwierdzono w dwóch poziomach (tab. 1) przedzielonych mułowcem ilastym dolnego syluru o grubości 7,8 m. Górna żyła diabazowa ukryta jest pod czwartorzędową gliną i mułkami. Do głębokości 23,14 m uległa ona zwietrzeniu. Zwietrzelnina jest czarnoszara, rozsypliwa, ku dółowi przechodzi stopniowo w diabaz słabiej zwietrzały i bardziej zwężły, aż wreszcie w diabaz intensywnie spękany, złustrowany i użyłony kalcytem. W żyłce dolnej, o miąższości 46,0 m, stwierdzonej na głębokości 71,5–117,5 m nie ma śladów wietrzenia skały. Diabaz jest spękany i złustrowany, a w spągu użyłony kalcytem.

Wiercenie Milejowice 2 przebiło na głębokości 62,4–108,7 m trójdzielną dajkę diabazową, przecinającą dolnosylurski mułowiec wapnisty, piaskowiec mulasty oraz iłowiec dolomityczny. Grubość żył jest nieznaczna i wynosi: 9,8; 25,0 i 15,3 m. Wietrzeniem objęta została cała żyła górna. Stwierdzona tu czarnoszara zwietrzelnina diabazowa jest krucha, po rozmoczeniu w wodzie – plastyczna. W dolnej części diabaz jest nieco twardszy, ale rozpada się na okruchy przy słabym uderzeniu. Żyła środkowa (78,0–103,0 m) uległa zwietrzeniu od stropu do około 6 m. Drobnokryształiczny diabaz jest kruchy, silnie spękany, przechodzi poniżej 94 m w skałę spękaną z naciekami kalcytu, manganu i wtrąceniami pirytu. Dolna żyła diabazu jest świeża, Nielicznie użyłona kalcytem, miejscami z siarczkami żelaza.

Dajka diabazowa stwierdzona wierceniem Janowice 1 jest dwudzielna. Skałą podścielającą jak i przedzielającą żyły jest dewoński (żedyn) piaskowiec i iłowiec mulasty oraz mułowiec ilasty. Ślady zwietrzenia wykazuje tylko żyła górna, gdzie silnie zmurszały i spękany diabaz daje się kruszyć w palcach. Diabaz dolnej żyły

Tabela 1

Dajki diabazowe i ich zwietrzliny na podstawie wybranych wierceń z obszaru Iysogórskiego w Górach Świętokrzyskich

Numer i nazwa otworu	Rzędna stropu nawierconego diabazu w m n.p.m.	Głębokość zalegania diabazu w m		Miąższość pozorna dajek diabazowych w m	Grubość zwietrzliny diabazowej w m	Skały ościenne diabazów	
		stropu	spągu			podścielające	nadległe
Milejowice 1	283,15	26,85	63,70	36,85	23,14	mułowiec ilasty, sylurski	głina i mułek czwartorzędowy
	238,50	71,50	117,50	46,00	—	mułowiec sylurski	mułowiec ilasty, sylurski
Milejowice 2	248,60	62,40	72,20	9,80	9,80	mułowiec wapnisty i piaskowiec, sylurskie	mułowiec i iłowiec, sylurskie
	233,00	78,00	103,00	25,00	6,00	iłowiec dolomityczny, sylurski	mułowiec wapnisty i piaskowiec, sylurskie
	202,80	108,70	124,00	15,30	—	mułowiec ilasty, sylurski	iłowiec dolomityczny, sylurski
Janowice 1	270,55	19,45	26,80	7,35	7,35	piaskowiec, iłowiec, i mułowiec, dewońskie	iłowiec dewoński
	225,50	64,50	113,40	48,90	—	mułowiec i iłowiec, dewońskie	piaskowiec, iłowiec i mułowiec, dewońskie
Psary-Kąty IG 2	289,50	30,50	73,60	43,10	43,10	mułowiec drobnoziarnisty, sylurski	mułowiec ilasty, sylurski

ma ślady silnego spękania i złustrowania z wyraźnymi naskorupieniami kalcytu.

W otworze wiertniczym Psary-Kąty IG 2, opisanym już wcześniej przez S. Pawłowskiego (1947), I. Kardymowicz (1957, 1967) i innych, diabaz osiągnięto na głębokości 30,5–73,6 m. Magma intrudowała tu również w górnosylurskie skały osadowe, reprezentowane przez mułowce. Stopień zwietrzenia diabazu jest większy niż w Milejowicach i Janowicach, a na całym odcinku przewierconej żyły skała jest krucha i łatwo rozpada się na drobne odłamki. W dolnej części rdzenia

można dostrzec makroskopowo ślady reliktywnej struktury oraz wyraźne szczeliny spękania i krzyżujące się żyły chalcedonu. Na powierzchniach ślizgu występuje nalot aktynolitu, hematytu i pirytu.

Z przedstawionego opisu rdzeni wiertniczych wynika, że diabazy obszaru łysogórskiego nie odsłaniają się na powierzchni. Nawiercone zostały na różnych głębokościach jako żyły pojedyncze, podwójne a nawet potrójne, które są intruzjami w skałach serii osadowej syluru bądź dewonu (tab. 1). W związku z tym ich przeobrażanie hipergeniczne, z wyjątkiem skały z Milejowic 1, gdzie diabaz występuje pod osadami czwartorzędowymi, odbywało się w izolacji od bezpośredniego wpływu atmosfery, pod płaszczem nadległych skał osłony paleozoicznej, ale w zasięgu strefy wietrzeniowej. Dzięki temu zwietrzliny były chronione przed rozmyciem i denudacją i mogły przetrwać w stanie nie naruszonym.

Z tabeli 1 wynika ponadto dość ścisła zależność grubości zwietrzliny od głębokości stropu żyły diabazowej. Generalnie, tam gdzie miąższość nadkładu jest duża, grubość zwietrzliny diabazowej jest mała, i odwrotnie, mała miąższość nadkładu warunkuje profil zwietrzliny o większej grubości.

#### CHARAKTERYSTYKA CHEMICZNA I GEOCHEMICZNA ZWIETRZELIN DIABAZOWYCH

Wyniki analizy składu chemicznego przedstawiono w tabeli 2, gdzie dane dla próbek diabazu zwietrzałego i niezwiertzałego z poszczególnych otworów wiertniczych zestawiono parami. W składzie chemicznym diabazów świeżych i zwietrzałych są spore różnice. We wszystkich przypadkach diabaz zwietrzały charakteryzuje się znacznym wzrostem  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  i  $\text{H}_2\text{O}^+$  względem tych składników w skale świeżej. Wzrost ten zaznaczony stosunkiem składników skały zwietrzałej do tych samych składników skały świeżej dla  $\text{Al}_2\text{O}_3$  kształtuje się w granicach 1,23–1,28, a w przypadku próbek z otworu Psary–Kąty IG 2 – nawet 1,60. Podobną wartość tych stosunków (powyżej 1) ma  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Wyjątek stanowi diabaz z wiercenia Psary – Kąty IG 2, gdzie skała świeża wykazuje większe wzbogacenie w ten składnik niż jej zwietrzalina. Może to wskazywać na warunki bardziej sprzyjające wynoszeniu ze strefy wietrzeniowej związków żelaza aniżeli w przypadkach pozostałych. Również udział w zwietrzelinie  $\text{H}_2\text{O}^+$  jest przeciętnie półorazobnie większy niż w skale niezwiertzałej. Obserwuje się nieznaczne wzbogacenie zwietrzliny w tlenek tytanu (prócz próbki z Psar–Kątów) i w tlenek potasu (prócz próbki z Milejowic 2).

Wzbogacenie zwietrzliny w omawiane tenki zaznaczyło się zmniejszeniem udziału  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$  oraz  $\text{Na}_2\text{O}$ . Fakt ten dowodzi, że wietrzenie diabazów łysogórskich (z wyjątkiem Psar–Kątów) zachodziło w warunkach sprzyjających intensywnemu wynoszeniu składników podatnych na ten proces, głównie alkalicznych. Doprowadziło to w konsekwencji do tego, że w sporadycznych przypadkach udział  $\text{CaO}$  (np. w próbce z Janowic) jest dziesięciokrotnie mniejszy aniżeli w skale niezwiertzałej, a udział  $\text{MgO}$  i  $\text{Na}_2\text{O}$  – cztero- i pięciokrotnie mniejszy.

Korzystne warunki do rozpuszczania i wynoszenia w roztworach niektórych składników potwierdza udział w zwietrzelinie dwutlenku krzemu. Składnik ten, obok  $\text{Al}_2\text{O}_3$  i  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , należy do trudno przechodzących lub nie przechodzących w roztwory rzeczywiste (molekularne). Niemniej jego udział w zwietrzelinie, z wyjątkiem próbki z Janowic, jest mniejszy od podobnego udziału w skale niezwiertzałej. Dowodzi to niewątpliwie alkalicznego bądź słabo kwaśnego środowiska wietrzeniowego, w którym częściowo krzemionka mogła przechodzić w roztwory rzeczy-

Tabela 2

## Skład chemiczny diabazu zwietrzałego i świeżego z obszaru łysogórskiego w Górach Świętokrzyskich

Numer i nazwa otworu oraz rodzaj badanego diabazu	Głębokość pobrania próbki w m	Zawartość składników w % wagowych													
		SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	CO <sub>2</sub>
Milejowice 1 a-diabaz zwietrzały b-diabaz świeży	28,0	42,86	2,40	15,94	8,28	10,14	0,36	4,95	4,77	1,31	0,37	0,03	4,88	1,97	1,40
	48,0	45,73	1,80	12,96	5,79	9,14	0,44	7,77	8,71	1,41	0,39	0,03	2,69	1,33	1,05
Milejowice 2 a-diabaz zwietrzały b-diabaz świeży	63,0	40,63	1,93	14,93	5,72	8,50	0,27	7,87	2,37	0,27	0,20	0,03	7,75	4,39	2,44
	91,0	45,32	1,63	12,05	4,87	8,89	0,25	8,88	8,16	1,34	0,38	0,01	4,16	2,16	0,00
Janowice 1 a-diabaz zwietrzały b-diabaz świeży	23,0	44,41	2,26	16,36	14,19	0,61	0,09	1,92	0,98	0,56	0,16	0,04	9,73	6,44	0,00
	66,0	41,18	1,66	12,75	6,36	8,36	0,50	7,37	10,53	1,26	0,14	0,04	6,36	1,45	0,35
Psary-Kąty IG 2 a-diabaz zwietrzały b-diabaz świeży	38,0	46,18	2,94	14,07	9,77	9,18	0,11	4,96	1,38	1,16	0,47	0,04	6,04	1,88	0,97
	70,0	47,74	3,00	8,79	13,94	9,14	0,11	5,44	3,04	1,36	0,15	0,04	4,59	1,74	0,48

wiste. Takie środowisko, jak podaje M. Książkiewicz (1968), jest właściwe dla obszarów o klimacie gorącym i bardzo wilgotnym.

Przedstawione wyniki analiz chemicznych wykazują duże podobieństwo do wyników A. Johannsena (1949) dotyczących petrografii i wietrzenia skał wulkanicznych. W obydwu przypadkach z procesem wietrzenia diabazów związany jest odpływ  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  i  $\text{Na}_2\text{O}$ , przy jednoczesnym gromadzeniu się  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  i  $\text{H}_2\text{O}^+$ . Wyniki te są także podobne do danych dotyczących chemizmu zwietrzelin (opisanych przez G. Pisemskiego, 1968) z Gwinei. Poza krzemionką udział pozostałych składników w zwietrzelinie i skale świeżej jest podobny do przedstawionego w tabeli 2.

Rozmieszczenie i udział ilościowy pierwiastków śladowych na ogół nie wykazuje charakterystycznego różnicowania w próbkach zwietrzałych i niezwiertzałych diabazów (tab. 3). Wyjątkiem jest mangan, chrom, stront i bar.

Udział w strefie zwietrzałej manganu, pierwiastka podatnego na wynoszenie, i strontu jest zawsze mniejszy niż w skale świeżej. Wyliczony dla tych pierwiastków współczynnik koncentracji w poszczególnych próbkach waha się w przedziale 0,65–0,93 w przypadku manganu i 0,24–0,47 w przypadku strontu. Natomiast zawartość chromu i baru, pierwiastków mało ruchliwych i trudno rozpuszczalnych w wodzie, jest większa w zwietrzelinie. Skrajne wartości współczynnika koncentracji wynoszą dla chromu od 4,1 (Janowice 1) do 1,5 (Psary – Kąty IG 2). Bar zaś przy wartościach współczynnika powyżej 1 w zwietrzelinie z Psar – Kątów przekracza aż 25-krotnie swój udział w diabazie niezwiertzałym. Tak znaczną koncentrację baru w próbce zwietrzeli z otworu Psary – Kąty wiązać należy z małą podatnością tego pierwiastka na rozpuszczanie w wodzie, jak również z możliwością jego przeniknięcia ze zwietrzeli morskich mułowców syluru, tj. nadkładu dajki diabazowej.

Pozostałe wyróżnione pierwiastki, głównie nikiel, miedź, kobalt i cynk nie wykazują dostrzegalnych prawidłowości w profilowym rozmieszczeniu. Ich współczynnik koncentracji w jednych przypadkach jest większy w skale niezwiertzałej, w innych zaś – w skale zwietrzałej. Różnicowanie to można by zatem wiązać bardziej ze różnicowanym rozmieszczeniem tych pierwiastków w diabazach, niż z koncentracją podczas procesu wietrzeniowego.

Pośród oznaczonych pierwiastków najbardziej różnicują się pod względem ilościowym w poszczególnych próbkach Mn, Zn, Cr oraz Ba. Różnice te są duże i nieraz przekraczają nawet 20-krotnie wartości minimalne danego pierwiastka, np. baru w próbkach z Psar – Kątów i w próbkach z Milejowic (tab. 3). Przypuszczalnie jest to efekt lokalnego wzbogacenia lub zubożenia diabazu w te pierwiastki, a nie rezultat przemieszczeń migracyjnych wskutek wietrzenia. Wynika z tego, że profil wietrzeniowy powstał z diabazu różnicowanego pod względem składu chemiczno-petrograficznego.

Badania rentgenograficzne diabazów strefy hiperogenicznej wskazują na powszechny udział w zwietrzelinach wtórnego chlorytu. Składnik ten, jako efekt rozkładu krzemianowych minerałów magnezowych (biotyt, pirokseny, amfibole), na rentgenogramach zwietrzelin (fig. 2) zidentyfikowany został na podstawie charakterystycznych refleksów  $d_{001} = 14,14 - 14,70 \text{ \AA}$  i  $d_{002} = 7,18 - 7,28 \text{ \AA}$  oraz dość wyraźnych refleksów 4,79  $\text{ \AA}$ , 4,61  $\text{ \AA}$ , 4,49  $\text{ \AA}$ .

Oprócz minerałów grupy chlorytu innym istotnym składnikiem zwietrzelin jest kaolinit. Daje on linie podstawowe  $d_{001} = 7,18 - 7,22 \text{ \AA}$ , nałożone często na refleksy chlorytu oraz linię  $d_{002} = 3,58 \text{ \AA}$ . Obecność kaolinitu świadczy o znacznie posuniętym procesie kaolinityzacji głównie plagioklazów, które są podstawowym składnikiem diabazu, bądź transformacji warstwowych minerałów ilastych. Obec-

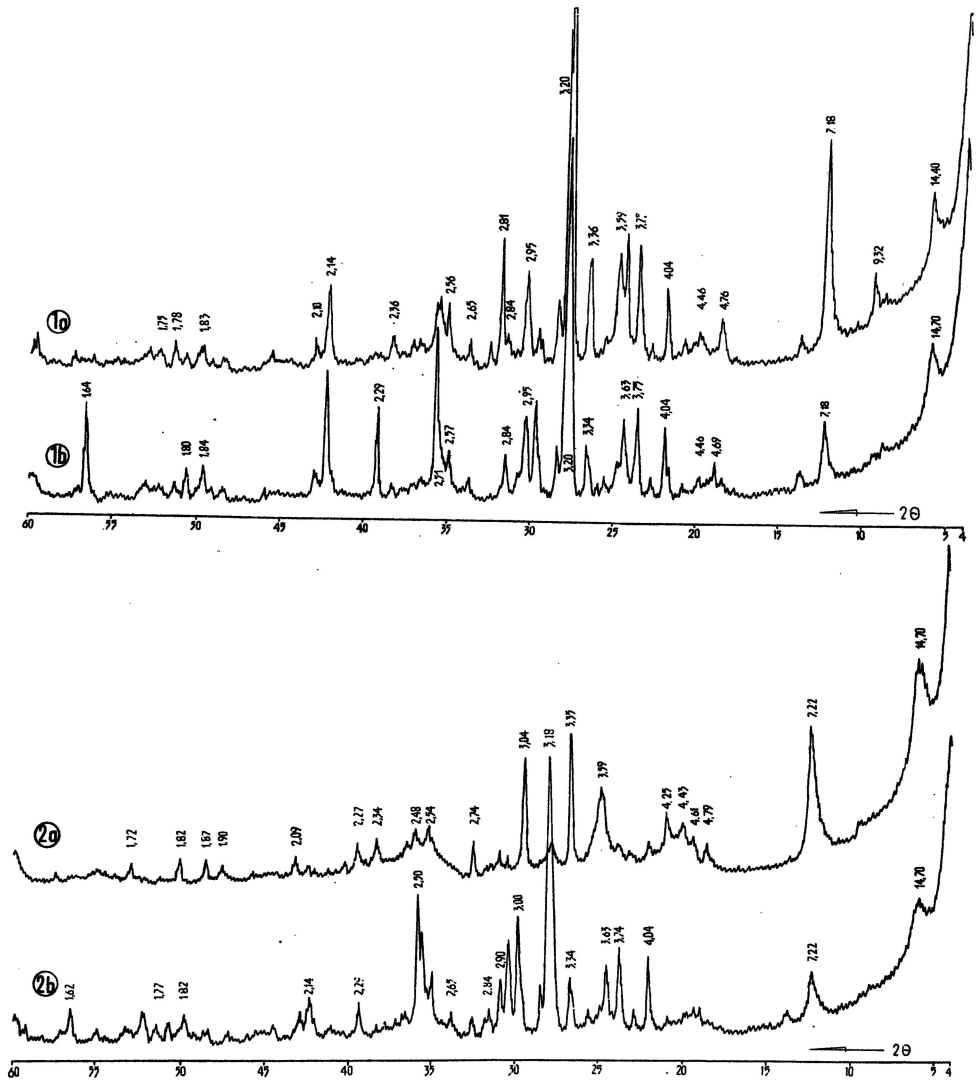
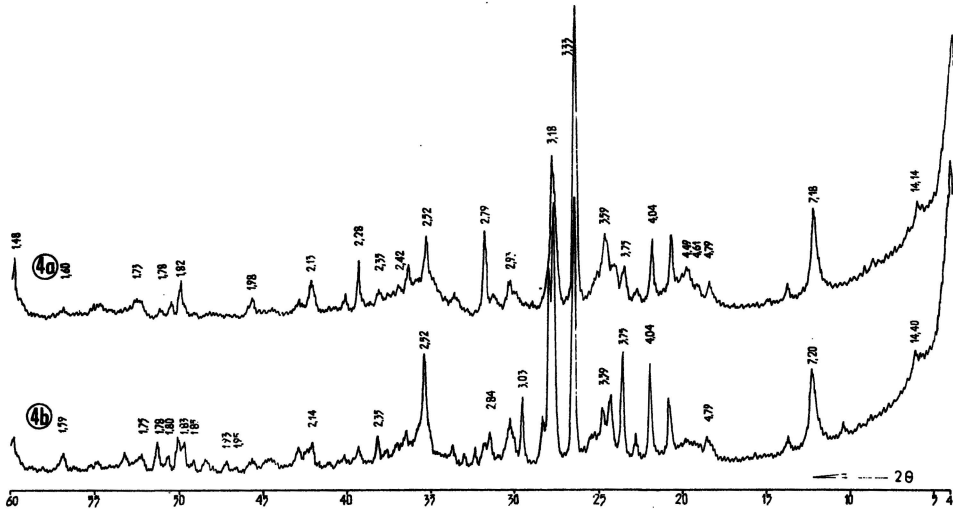
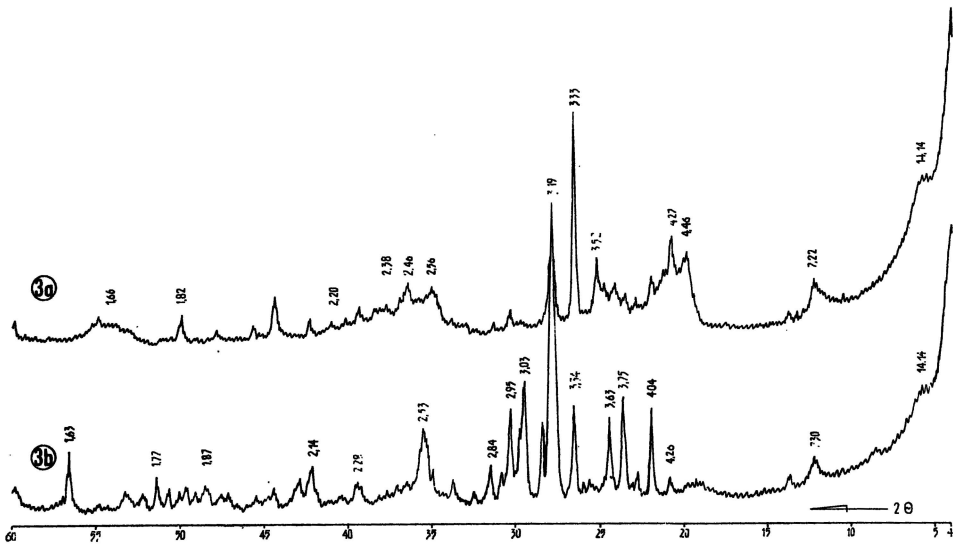


Fig. 2. Rentgenogramy próbek diabazu zwietrzałego i świeżego

Otwór Milejowice 1: 1a – diabaz zwietrzały, głębokość 28,0 m; 1b – diabaz świeży, głębokość 48,0 m; otwór Milejowice 2: 2a – diabaz zwietrzały, głębokość 63,0 m; 2b – diabaz świeży, głębokość 91,0 m; otwór Janowice 1: 3a – diabaz zwietrzały, głębokość 23,0 m; 3b – diabaz świeży, głębokość 66,0 m; otwór Psary-Kąty IG 2: 4a – diabaz zwietrzały, głębokość 38,0 m; 4b – diabaz świeży, głębokość 70,0 m





X-ray-graphs of samples of weathered and fresh diabase

Borehole Milejowice 1: 1a – weathered diabase, depth 28.0 m; 1b – fresh diabase, depth 48.0 m; borehole Milejowice 2: 2a – weathered diabase, depth 63.0 m; 2b – fresh diabase, depth 91.0 m; borehole Janowice 1: 3a – weathered diabase, depth 23.0 m; 3b – fresh diabase, depth 66.0 m; borehole Psary – Kąty IG 2: 4a – weathered diabase, depth 38.0 m; 4b – fresh diabase, depth 70.0 m

Tabela 3

## Wyniki analizy spektralnej diabazu zwietrzałego i świeżego z obszaru łysogórskiego w Górach Świętokrzyskich

Numer i nazwa otworu oraz rodzaj badanego diabazu	Głębokość pobrania próbki w m	Zawartość pierwiastków śladowych w ppm												
		Mn	Cr	Ni	Co	Cu	V	Ga	Zn	Pb	Mo	Sr	Ba	Sn
Milejowice 1 a-diabaz zwietrzały b-diabaz świeży	28,0	880	180	130	30	390	330	10	140	–	10	700	1800	1
	48,0	960	100	100	30	300	130	10	150	150	10	1500	1600	1
Milejowice 2 a-diabaz zwietrzały b-diabaz świeży	63,0	430	200	110	40	290	200	10	160	–	10	250	200	10
	91,0	550	100	90	30	310	100	10	150	–	10	650	190	–
Janowice 1 a-diabaz zwietrzały b-diabaz świeży	23,0	680	450	80	20	240	370	10	250	10	10	350	200	10
	66,0	1050	110	90	30	260	120	10	1500	640	10	900	100	1
Psary – Kąty IG 2 a-diabaz zwietrzały b-diabaz świeży	38,0	1250	90	110	30	450	320	10	750	30	10	150	250	5
	70,0	1350	60	100	30	430	360	10	210	30	10	550	10	10

Analizy wykonano w laboratorium Instytutu Geologicznego w Kielcach.

ność refleksów kaolinitu również na niektórych rentgenogramach diabazu pobranego poniżej strefy zwietrzałej (Psary – Kąty, Milejowice 1) wskazuje, że plagioklasy mogły podlegać kaolinityzacji także pod wpływem roztworów hydrotermalnych w pointruzyjnym okresie.

Kolejnym zidentyfikowanym minerałem – występującym tylko w zwietrzelinie diabazu z Janowic i Milejowic – jest illit. O obecności tego minerału warstwowego z grupy mik dioktaedrycznych świadczy asymetryczny refleks około 10,0 Å oraz słabiej zaznaczony 2,56 Å.

Wszystkie próbki zwietrzelin ujawniły na rentgenogramach obecność kwarcu, na co wskazują silne refleksy z linią główną  $d_{101} = 3,33 - 3,35$  Å, oraz plagioklazów z szeregu labrador – oligoklaz o bardzo intensywnych liniach podstawowych  $d_{040} = 3,18 - 3,20$  Å. W próbkach z wiercenia Psary – Kąty IG 2 i Milejowice 1 mają także miejsce dość wyraźnie zaznaczone refleksy syderytu ( $d_{104} = 2,79$  Å). Ponadto na rentgenogramach zwietrzliny z rdzenia wiertniczego Milejowice 1 spotyka się refleksy piroksenu ( $d = 3,01$  Å i  $2,52$  Å), magnetytu ( $d = 2,75$  Å), radochrozytu ( $d = 2,84$  Å i  $1,75 - 1,78$  Å) i kalcytu ( $d = 3,03$  Å). Magnezyt i kalcyt stwierdzono także w zwietrzelinie diabazu z Milejowic 2.

Uzyskane wyniki przyrównano do podobnych wyników skały niezwiertzałej. We wszystkich próbkach skały niezwiertzałej obserwuje się zanik udziału minerałów ilastych. Na ich miejsce pojawiają się skalenie, pirokseny i inne, a więc minerały wskazujące na brak w skale przeobrażeń hiperogenicznych. Pośród tych minerałów największą zawartością objętościową charakteryzują się plagioklasy (do 45%) zasobne w anortyt i labrador, pirokseny (do 30%) i chloryt pierwotny. Uzupełnienie stanowi kwarc, a w niedużych ilościach hematyt, radochrozyt, kalcyt i dolomit.

Termogramy próbek zwietrzliny diabazowej generalnie mają we wszystkich przypadkach podobny charakter krzywych (fig. 3). Różnią się między sobą jedynie szerokością i ostrością pików zarówno endo- jak i egzotermicznych. Ich interpretacja nastęrcza szereg trudności, gdyż są one odbiciem mieszanin wieloskładnikowych. Występuje tu zatem zjawisko częściowego lub całkowitego nakładania się reakcji zachodzących w poszczególnych minerałach pod wpływem temperatury. To niekorzystne zjawisko dotyczy przede wszystkim podstawowych minerałów ilastych z grupy kaolinitu, chlorytu i illitu oraz minerałów nieiłowych, jak kwarc i skalenie, których efekty – głównie endotermiczne – maskują się przez nakładanie na podobne efekty minerałów ilastych. Uniemożliwia to prawidłową identyfikację składu mineralnego oraz wyliczenie ilościowego udziału poszczególnych minerałów.

Niemniej ze wszystkich termogramów wnioskować można o obecności w zwietrzelinie wykrystalizowanego kaolinitu. Endotermiczne efekty wysokotemperaturowe tego składnika znajdują się w zakresie od 550 do 570°C (fig. 3, termogram 1a, 2a i 3a). Zaobserwowane w tym przedziale termicznym różnice wielkości i kształtu wygięcia krzywych na poszczególnych termogramach mogą być spowodowane m.in. różnicami wielkości ziarna. Taką zależność kształtu krzywych od wielkości ziarna zaobserwowała A. Langier-Kuźniarowa (1967), a wcześniej – P.F. Kerr i J.L. Kulp (1948). Natomiast wg F. Chantreta i G. Jehla (1964) kształt krzywych, a szczególnie ich asymetria może być związana nawet z nieznaczną domieszką wolnego  $Fe_2O_3$ .

Efekt endotermiczny 550–570°C pojawił się w związku z rozkładem sieci kaolinitowej na bezpostaciową krzemionkę i glinę. Kolejny, nieznaczny efekt egzotermiczny około 900–930°C na wszystkich termogramach odpowiada syntezie nowych połączeń z produktu tego rozpadu (glinki bezpostaciowej) w  $\gamma - Al_2O_3$ .

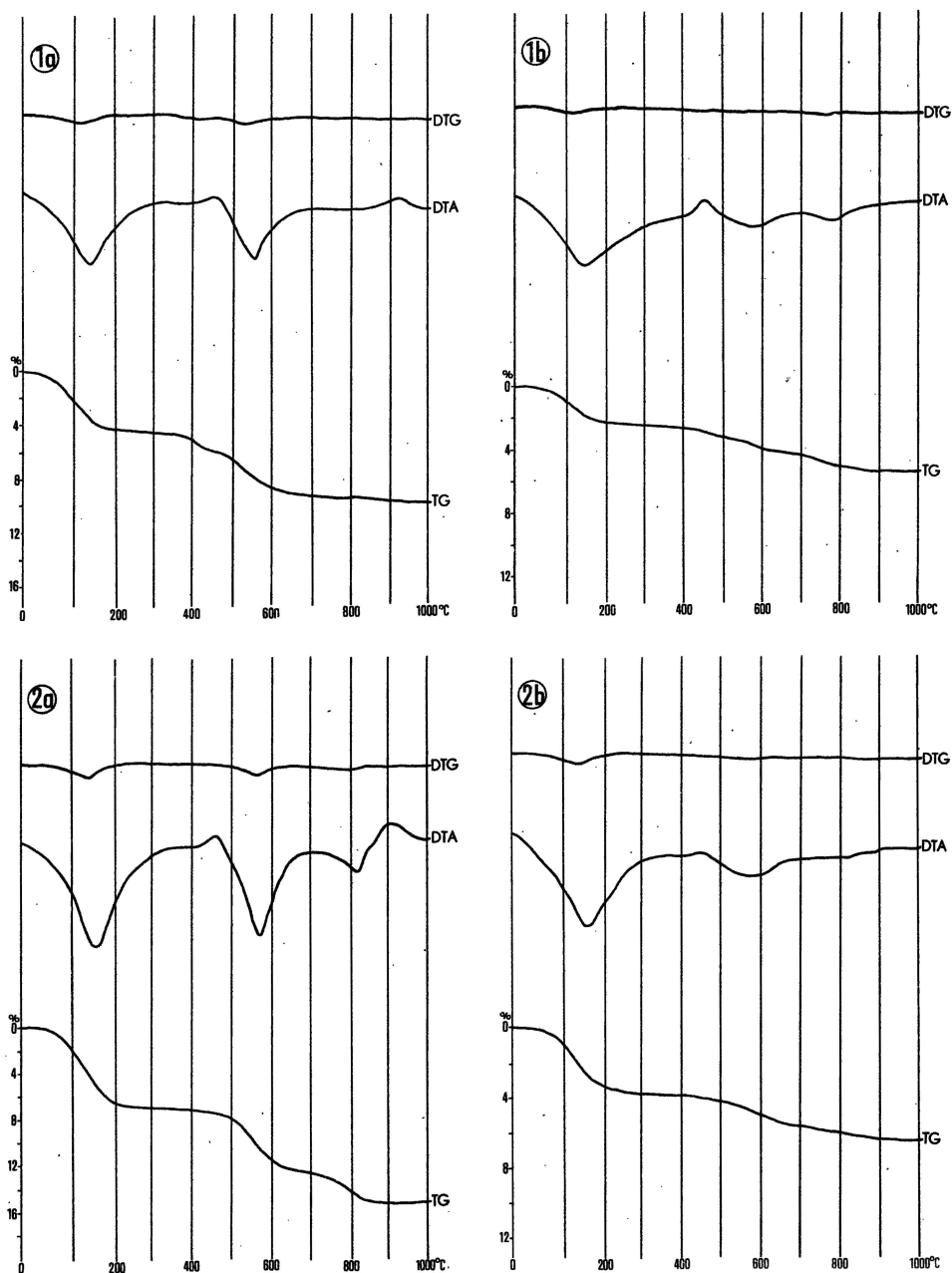
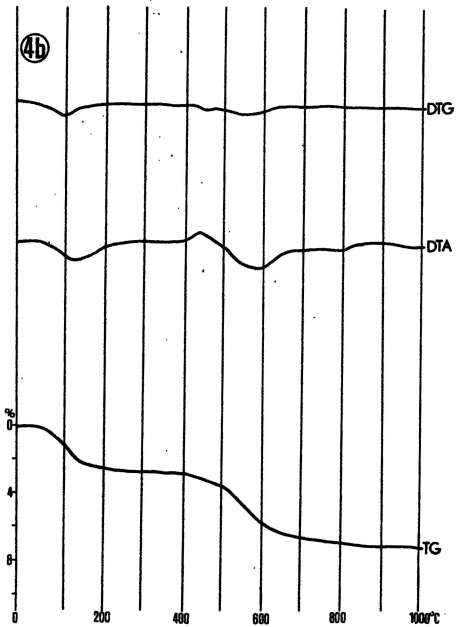
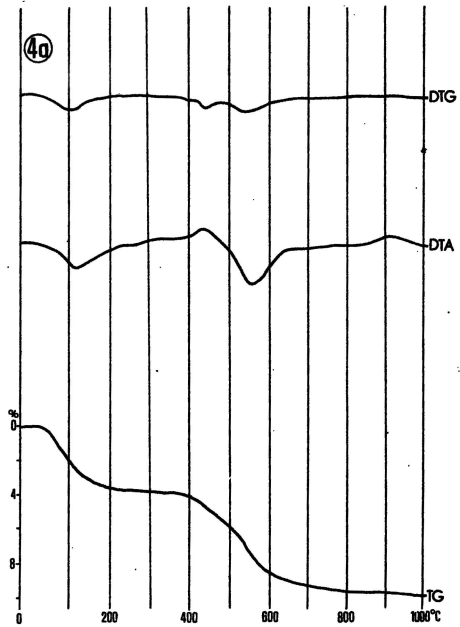
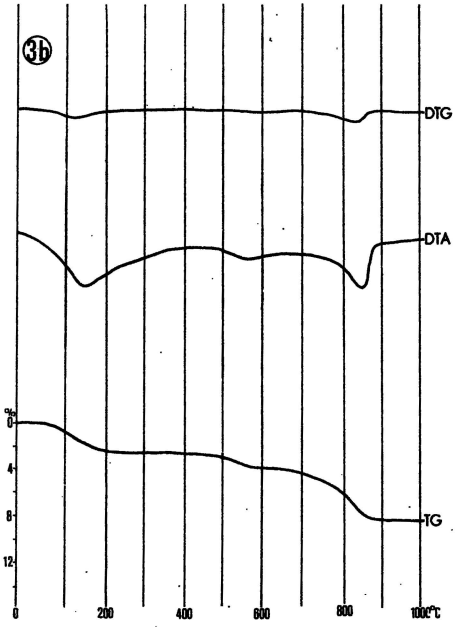
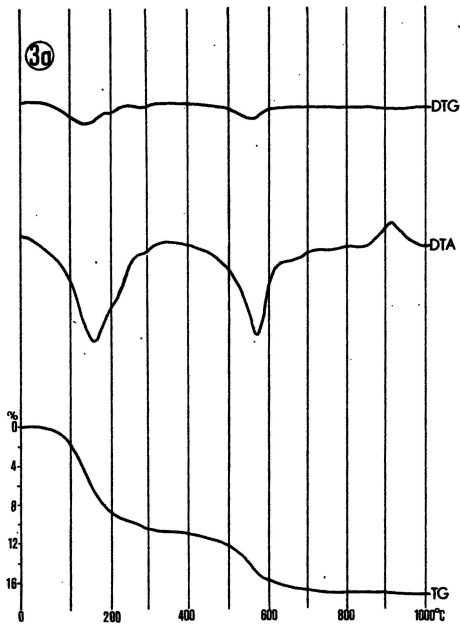


Fig. 3. Derywatogramy próbek diabazu zwietrzałego i świeżego  
Objaśnienia jak na fig. 2



Derivatographs of samples of weathered and fresh diabase  
 Explanations as given in Fig. 2

Ponadto we wszystkich przypadkach ma miejsce bardzo wyraźny efekt endotermiczny około  $150^{\circ}\text{C}$ , wskazujący na zawartość wody zaadsorbowanej, wody międzywarstwowej lub towarzyszącej  $\text{SiO}_2$  i  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Efekt ten jest szczególnie wyraźny na termogramach próbek zwietrzałego diabazu z Janowic i Milejowic 2. Wskazywać on może na obecność w badanej zwietrzelinie haloizytu uwodnionego, który w tej temperaturze przeszedł w haloizyt bezwodny. Należy nadmienić, że niewielkie efekty na krzywych w tych temperaturach R.E. Grim i W.F. Bradley (1948) oraz A. Langier-Kuźniarowa (1967) wiążą także z kaolinitem o słabym stopniu uporządkowania struktury.

Krzywe termograficzne (TG) minerałów bezwodnych grupy kaolinitu wykazują jeden etap straty wagowej w następstwie rozkładu sieci krystalicznej, który odpowiada efektowi endotermicznemu w temperaturze  $550\text{--}570^{\circ}\text{C}$  na krzywej DTA.

Podobne efekty jak kaolinit na krzywych DTA daje illit. Zgodność zakresu temperatury reakcji endotermicznej tych minerałów powoduje, że nieduża zawartość illitu w zwietrzelinie nie daje się wykryć tą metodą. Występowanie tego minerału w zwietrzelinie potwierdziły natomiast analizy rentgenograficzne. Niemniej o obecności tego minerału wnosić możemy z krzywych TG. We wszystkich badanych próbkach diabazu zwietrzałego na krzywych TG zaznaczają się dwa etapy straty wagowej. Jeden niskotemperaturowy około  $150^{\circ}\text{C}$ , który wg A. Langier-Kuźniarowej (1967) jest właściwy minerałom z grupy hydromik, oraz drugi, wysokotemperaturowy, około  $550\text{--}570^{\circ}\text{C}$ , odpowiadający rozpadowi sieci i utracie grup hydroksylowych. Etap tych strat pokrywa się w badanym przypadku z rozkładem sieci krystalicznej bezwodnych minerałów grupy kaolinitów.

Na uzyskanych termogramach potwierdzona została obecność chlorytu w zwietrzelinie. O obecności tego minerału wnosić możemy na podstawie efektu endotermicznego około  $550^{\circ}\text{C}$ , zamaskowanego najprawdopodobniej przez efekty kaolinitu i illitu, oraz ze zmiennej wielkości efektu egzotermicznego w zakresie temperatur  $900^{\circ}\text{C}$ . Ten wysokotemperaturowy efekt egzotermiczny zaznaczył się wyraźnie na termogramie próbki z Milejowic 2 (fig. 3, termogram 2a). Na termogramach pozostałych próbek jest nieznacznie przesunięty w kierunku wyższych temperatur i pokrywa się z efektem uzyskanym z kaolinitu.

Analiza termiczna potwierdziła, że w zwietrzelinie diabazów głównymi składnikami z grupy minerałów ilastych są: kaolinit, chloryt i illit. Udział tych minerałów, ze względu na nakładanie się wzajemnie ich efektów, jest niemożliwy do określenia. Niemniej łączna ich zawartość w poszczególnych próbkach określona na podstawie krzywej TG wynosi  $10\text{--}17\%$  wagowych. Pozostałą główną masę stanowią nierozłożone skalenie, kwarc i tlenki metali oraz inne trudno wietrzejące składniki diabazów.

Termogramy skał niezwiertrzałych lub tylko słabo zwiertrzałych różnią się w sposób zasadniczy od termogramów zwietrzelin. Zaznaczone są na nich mało intensywne piki zarówno endo- jak i egzotermiczne. Należy stąd wnioskować, że badany materiał nie był objęty wietrzeniem lub tylko nieznacznie uległ wietrzeniu, gdyż efekty na krzywych DTA i DTG właściwe dla minerałów ilowych nie występują lub rysują się mniej ostro niż w przypadku zwietrzelin (fig. 3, termogramy 1b–4b). Straty ciężaru próbek w tym przypadku są minimalne.

## PODSUMOWANIE

Zwierzeliny diabazowe obszaru łysogórskiego w Górach Świętokrzyskich pod względem składu mineralnego reprezentują typ chlorytowo-kaolinitowo-illitowy. Obejmują one stropowe części żył diabazowych, tworząc strefę wietrzeniową o grubości 7,3–43,1 m. Niejednakowa grubość tej strefy jest efektem zróżnicowanych warunków środowiska hipergenicznego, rodzaju i miąższości skał paleozoicznych tworzących nadkład diabazów oraz składu chemicznego i stopnia spękania samych diabazów.

Przeobrażenie w środowisku hipergenicznym minerałów tworzących łysogórskie diabazy jest podobne do przeobrażeń skał zasadowych opisanych przez N.A. Lisicinę (1973) z Kaukazu i Ukrainy, przez D.C. Craig i F.C. Lohnan (1964) w Nowej Południowej Walii oraz przez L. Stocha i in. (1977) na Dolnym Śląsku. Polega ono m.in. na procesie hydratacji składników mineralnych przy jednoczesnych zmianach potencjału oksydacyjno-redukcyjnego roztworu. Efektem było powstanie zespołów mineralnych, podobnie jak w badanym przypadku reprezentowanych przez chloryt, kaolinit, hydromiki oraz uwodnione minerały żelaza.

Głównym czynnikiem powodującym wietrzenie opisywanych diabazów była zatem woda, której potencjał oksydacyjno-redukcyjny zależał od ilości rozpuszczonego w niej tlenu,  $\text{CO}_2$  oraz substancji organicznej. Być może, iż proces zakwaszania i redukcji w okresie trzeciorzędowym dodatkowo powodował większy, niż w innych okresach udział w atmosferze  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_3$  i Cl związany z ożywionym wulkanizmem w południowej i południowo-zachodniej Polsce.

Przypuszczać można, że proces powstawania minerałów ilastych w przedstawionych warunkach, które inicjowały przeobrażenie głównie biotyty i plagioklazów, odbywał się w sposób następujący. W środowisku silnie wylugowanym biotyt przechodził w hydrobiotyt, następnie w chloryt i montmorillonit, a w końcu w kaolinit. Natomiast w środowisku zawierającym jony  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  i  $\text{Ca}^{2+}$  biotyt przechodził w hydrobiotyt, następnie w chloryt, a ten z kolei w kaolinit. Plagioklasy w tych warunkach wietrzejąc, przechodziły w kaolinit. W związku z tym we wszystkich przypadkach badanej zwierzeliny są wyraźnie zaznaczone procesy przeobrażenia plagioklazów w kaolinit oraz uwodnienia biotyty ze śladami przechodzenia w chloryt. Obserwuje się także ślady gromadzenia żelaza, tytanu i potasu oraz wylugowania metali alkalicznych (tab. 2 i 3). Pokrywa ta reprezentuje zatem dość znacznie zaawansowane stadium wietrzenia, gdyż pośród innych minerałów ilastych stwierdza się kaolinit.

Brak bezspornych danych nie pozwala ustalić, czy profil wietrzeniowy utworzył się podczas jednego cyklu, czy też wielokrotnie nakładających się w czasie cykli przeobrażeń hipergenicznych. Opierając się na przeprowadzonych badaniach oraz nawiązując do rozwoju budowy geologicznej Gór Świętokrzyskich można przyjąć, że profil ten mógł powstawać co najmniej w trzech cyklach.

Pierwszy cykl związany był niewątpliwie z lądowym okresem permu oraz z krótszymi okresami lądowymi w dziejach Gór Świętokrzyskich na przełomie triasu i jury, w schyłkowej części jury oraz w dolnej i środkowej kredzie. Cykl ten zachodził w warunkach półsuchego i suchego, ale gorącego, a w młodszych okresach ciepłego klimatu. Intensywne procesy wietrzenia mechanicznego powodowały powstawanie zwierzelin, które zdzierane przez procesy denudacyjne były składane w stożkach u podnóży Gór Świętokrzyskich (Z. Kowalczewski, 1971; J. Kutek, J. Głazek, 1972). W ten sposób doszło do ścięcia górotworu świętokrzyskiego i utworzenia w schyłkowej części permu rozległej powierzchni zrównania. Intruzje diabazowe znalazły się zatem płytko pod powierzchnią, w strefie objętej przez procesy wietrzeniowe. W warunkach klimatycznych, gdy zdolność parowania przewyższała opady,

a pH – jak podaje L. Stoch (1974) – wynosiło 7,5–9,5, rozpuszczalne składniki diabazu nie były odprowadzane. Stwarzało to niekorzystne warunki dla wietrzenia chemicznego. Niemniej szczątki ubogiej roślinności ulegały szybkiemu utlenianiu, a żelazo przechodziło w związki trójwartościowe. Dlatego też wietrzenie diabazów w tej sytuacji musiało doprowadzić także do powstania głównie chlorytu, illitu oraz montmorillonitu.

Drugi cykl przeobrażeń hipergenicznych nastąpił po regresji morza górnokredowego z Gór Świętokrzyskich pod wpływem nasilających się faz laramijskich. Ożywione w ten sposób procesy erozyjno-denudacyjne niszczyły okrywę skał mezozoicznych, odsłaniając trzon paleozoiczny z permską powierzchnią zrównania, która znacznie obniżona w starszym trzeciorzędzie występuje obecnie fragmentarycznie pod nazwą paleogeńskiej powierzchni zrównania (T. Klatka, 1964).

Diabazy znalazły się ponownie w zasięgu procesów wietrzeniowych. Procesy te – warunkowane tym razem wilgotnym i ciepłym, a w niektórych okresach paleogenu i tropikalnym klimatem (M. Störr, 1975) – powodują znaczne zmiany w składzie chemicznym zwietrzelin przetrwałych z okresu permskiego. Przemywająca te zwietrzliny woda odprowadza rozpuszczalne produkty hydrolizy w dół. Bujna roślinność w tych warunkach klimatycznych dostarczała natomiast do stropowej części zwietrzliny substancję organiczną, która z kolei decyduje o zakwaszeniu środowiska. L. Stoch (1974) dla takich środowisk określa stężenie jonów wodorowych (pH) w granicach 3,5–5,5. Wobec tego w badanym przypadku mógł intensywnie zachodzić proces hydrolizy połączony z wymywaniem związków alkalicznych, a nawet krzemionki, oraz wzbogacanie w tlenki glinu, tlenki żelazowe i  $H_2O^+$  (tab. 2). Montmorillonit z okresu permskiego uległ zaś transformacji w kaolinit. Kaolinit z nieznacznym udziałem illitu mógł się tworzyć w tym czasie także poniżej zwierciadła wód gruntowych na drodze rozkładu plagioklazów.

Kontynuacja wietrzenia diabazu z okresu paleogeńskiego miała miejsce w miocenie i pliocenie w warunkach często zmieniającego się klimatu – od ciepłego wilgotnego do bardziej suchego i odwrotnie, a w górnym pliocenie nawet do umiarkowanego (M. Tyczyńska, 1957). Sprzyjało to wzbogacaniu zwietrzelin bądź to w illit i chloryt, bądź też w kaolinit, zarówno na drodze przeobrażeń minerałów pierwotnych, jak i transformacji ilastych minerałów warstwowych.

W kolejnym, czwartorzędowym cyklu przeobrażeń hipergenicznych główną rolę odegrała zimna (z okresami glacialnymi) epoka plejstoceńska. Ograniczone w tych warunkach wietrzenie chemiczne mogło wzbogacić istniejącą zwietrzelinę jedynie w chloryt i illit.

W świetle przeprowadzonej analizy zwietrzliny diabazowe obszaru łysogórskiego Gór Świętokrzyskich są poligeniczne i policykliczne. O obecnym ich składzie mineralnym zdecydowały zmieniające się cyklicznie warunki środowiska hipergenicznego, poczynając od permu po czwartorzęd włącznie. W rezultacie tego na zwietrzliny chlorytowo-illitowo-montmorillonitowe, właściwe dla klimatu suchego z okresu permu, nałożył się cykl przemian trzeciorzędowych, sprzyjający procesom hydrolizy metali alkalicznych i krzemionki, a w końcu cyklu plejstoceński, który nie poczynił większych zmian jakościowych w zwietrzelinie, a jedynie wzbogacił ją w chloryt i illit. W rezultacie tych zmian utworzył się typ zwietrzliny reprezentowany przez minerały ilaste z grupy chlorytu, kaolinitu i illitu, wzbogacony w odniesieniu do skały świeżej w  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $H_2O^+$  oraz Cr, ze znaczną stratą pierwiastków i związków metali alkalicznych ( $MgO$ , CaO,  $Na_2O$ , Sr) oraz częściowo krzemionki i manganu.



## PIŚMIENNICTWO

- CHANTRET F., JEHL G. (1964) – Anomalie dans le comportement en analyse thermique différentielle d'un kaolin. *Bull. Soc. Franc. Miner. Cristal.*, **87**, p. 31–34, nr 1.
- CRAIG D.C., LOUGHNAN F.C. (1964) – Chemical and mineralogical transformations accompanying the weathering of basic volcanic rocks from New Wales. *Australian J. Soil Res.*, **2**, p. 218–234.
- CZARNOCKI J. (1919) – Stratygrafia i tektonika Gór Świętokrzyskich. *Pr. Tow. Nauk. Warsz.*, **28**.
- CZARNOCKI J. (1928) – O odkryciu lamprofirów w środkowej części Gór Świętokrzyskich. *Posiedz. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, **19/20**, p. 37.
- GRIM R.E., BRADLEY W.F. (1948) – Rehydration and dehydration of the clay minerals. *Amer. Miner.*, **33**, p. 50–59.
- JOHANNSEN A. (1949) – A descriptive petrography of the igneous rocks. Chicago.
- KARDYMOWICZ I. (1957) – Z petrografii diabazów Gór Świętokrzyskich. *Kwart. Geol.*, **1**, p. 139–154, nr 1.
- KARDYMOWICZ I. (1967) – Intruzje mniejsze Gór Świętokrzyskich. *Biul. Inst. Geol.*, **197**, p. 329–410.
- KERR P.F., KULP J.L. (1948) – Multiple differential thermal analysis. *Amer. Miner.*, **33**, p. 678–680.
- KLATKA T. (1964) – Geomorfologia Gór Świętokrzyskich. *Rocz. Gleboz.*, **15**, p. 129–154.
- KOWALCZEWSKI Z. (1971) – Główne rysy tektoniki Gór Świętokrzyskich. *Przew. XLIII Zjazdu Pol. Tow. Geol.*, p. 10–19.
- KOWALCZEWSKI Z. (1974) – Pozycja geologiczno-strukturalna magmatyzmu świętokrzyskiego w świetle wyników ostatnich badań geologicznych. *Biul. Inst. Geol.*, **275**, p. 11–62.
- KOWALCZEWSKI Z., LISIK R. (1974) – Nowe dane o diabazach i budowie geologicznej okolic Prągowca w Górach Świętokrzyskich. *Biul. Inst. Geol.*, **275**, p. 113–158.
- KSIĄŻKIEWICZ M. (1968) – Geologia dynamiczna. *Wyd. Geol. Warszawa*.
- KUTEK J., GŁAZEK J. (1972) – The Holy Cross area, Central Poland, in the Alpine cycle. *Acta Geol. Pol.*, **22**, p. 603–653, nr 4.
- LANGIER-KUŹNIAROWA A. (1967) – Termogramy minerałów ilastych. *Wyd. Geol. Warszawa*.
- MACKENZIE R.C. (1956) – Methods for separation of soil clays in use at the Macaulay Institute for Soil Research. *Clay Miner. Bull.*, **3**, p. 4–6.
- MAŁKOWSKI S. (1954) – O przejawach wulkanizmu w dziejach geologicznych Gór Świętokrzyskich. *Acta Geol. Pol.*, **4**, p. 1–52, nr 1.
- MOROZEWICZ J. (1925) – O diabazie Gór Świętokrzyskich. *Spraw. Państw. Inst. Geol.*, **3**, p. 1–14, z. 1/2.
- PAWŁOWSKI S. (1947) – Anomalie magnetyczne w okolicy wsi Św. Katarzyna–Psary. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, **35**, p. 1–28, nr 1.
- RUBINOWSKI Z. (1962) – Zarys metalogenezy paleozoiku świętokrzyskiego. *Przew. XXXV Zjazdu Pol. Tow. Geol.*, p. 67–78.
- RUBINOWSKI Z. (1967) – Geologiczno-strukturalne warunki występowania skał magmowych w Górach Świętokrzyskich. *Biul. Inst. Geol.*, **197**, p. 413–450.
- RYKA W. (1957) – O intruzji diabazowej w zachodniej części niecki bardziańskiej. *Kwart. Geol.*, **1**, p. 155–162, nr 1.
- RYKA W. (1959) – Przeobrażenia diabazu i skał otaczających w Wielekach. *Kwart. Geol.*, **3**, p. 160–196, nr 1.
- SAMSONOWICZ J. (1928) – Lamprofiry okolic Iwanisk w Łysogórach i okolic Siewierza. *Posiedz. Nauk. Państw. Inst. Geol.*, **19/20**, p. 38–39.
- SAMSONOWICZ J. (1960) – The Lower Cambrian of the Klimontów Anticlinorium. *Report XXI Sess. Norden, ... 1960 Intern. Geol. Congr., Part 8*, p. 86–92, Copenhagen.
- STOCH L. (1974) – Minerale ilaste. *Wyd. Geol. Warszawa*.
- STOCH L., DYJOR S., SIKORA W., KALMUS M. (1977) – Zwietrzeliny bazaltowe Dolnego Śląska. *Pr. Miner. Komis. Nauk Miner. PAN*, **56**.

- STÖRR M. (1975) — Distribution, age and genesis of the formation of the weathering crust in the GDR. Greifswald.
- SZCZEPANOWSKI W. (1963) — Badania geologiczne wulkanitów Gór Świętokrzyskich. Cz. II — Diabazy. Kwart. Geol., 7, p. 53—62, nr 1.
- TYCZYŃSKA M. (1957) — Klimat Polski w okresie trzeciorzędowym i czwartorzędowym. Czasop. Geogr., 28, p. 132—170, nr 2.
- ЛИСИЦИНА Н.А. (1965) — Вынос химических элементов при выветривании основных пород. Изд. Наука. Москва.
- ПИСЕМСКИЙ Г.В. (1968) — Геохимические особенности коры выветривания Гвинейской Республики. 10, стр. 42—69. Изд. Наука. Москва.

Болеслав КОВАЛЬСКИ

### ГИПЕРГЕННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ДИАБАЗОВ В ЛЫСОГУРСКОМ РАЙОНЕ СВЕНТОКШИСКИХ ГОР

#### Резюме

В настоящей работе объектом детального анализа послужили диабазовые дайки, обнаруженные скважинами в Лысогурском районе Свентокшиских гор (фиг. 1).

В этом диабазе чётко прослеживается зона выветривания мощностью 7,3—43,1 м (таб. 1). В этой зоне диабаз отличается от глубже залегающих пород по цвету, химическому и минеральному составу и по структурно-текстурным свойствам.

Отобранные образцы выветренного и невыветренного диабаз изучались с точки зрения их химического состава (таб. 2), микроэлементов (таб. 2) и глинистых минералов (фиг. 2 и 3). Выветренные образцы характеризуются повышенным содержанием  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $H_2O^+$  и  $Cr$ , а меньшим  $MgO$ ,  $CaO$ ,  $Na_2O$ ,  $SiO_2$ ,  $Mn$  и  $Sr$  (таб. 2 и 3). В группе глинистых минералов содержится хлорит, каолинит и иллит.

Разрез выветренной части диабазов складывался тремя циклами. Первый из них приходится на континентальный период перми и краткие континентальные периоды мезозоя. Он продолжался в условиях тёплого сухого климата после денудации Свентокшиского горного массива, когда диабазовые интрузии оказались в зоне выветривания. Тогда и образовался хлорит, иллит и монтмориллонит.

Второй цикл выветривания диабазов приходится на континентальный период третичного времени, когда после денудации мезозойского покрова обнажился палеозойский блок. В горячем влажном климате, когда сухие периоды сменялись более влажными в конце третичного времени (M. Störr, 1975; M. Тычинска, 1957) происходил интенсивный процесс гидролиза, одновременно с вымыванием щелочных соединений и кремнезёма. Монтмориллонит пермского периода был преобразован в каолинит. Дошла, вероятно, до обогащения выветренных пород иллитом и хлоритом.

В третьем, четвертичном, цикле, в котором решающую роль играл холодный климат плейстоцена, выветренные породы снова могли быть обогащены иллитом и хлоритом.

Bolesław J. KOWALSKI

**HYPERGENETIC ALTERATIONS OF DIABASES  
IN THE ŁYSOGÓRY AREA OF THE GÓRY ŚWIĘTOKRZYSKIE MTS**

**S u m m a r y**

Diabase dykes found by drillings in the Łysogóry area of the Góry Świętokrzyskie Mts (Fig. 1) were studied in detail. The studies showed the presence of marked weathering zone, 7.3 to 43.1 m thick (Table 1). Rocks of that zone differ from underlying ones in colour, chemical and mineral composition and structural-textural properties.

The gathered samples of weathered and unweathered diabases were analysed for chemical composition (Table 2), trace elements (Table 3) and clay minerals (Figs. 2–3). The weathered material is characterized by increase in share of  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $H_2O^+$  and Cr, at the expense of MgO, CaO,  $Na_2O$ ,  $SiO_2$ , Mn and Sr (Tables 2–3). The group of clay minerals is here represented by chlorite, kaolinite and illite.

The weathering profile of the studied diabases has originated at least in three cycles. First cycle was connected with continental conditions prevailing in the Permian and some shorter time intervals in the Mesozoic. Weathering processes were developing under warm but arid conditions when diabase intrusions became situated within the extent of weathering zone after denudation of the Góry Świętokrzyskie orogen. Chlorite, illite and montmorillonite originated at that time.

The second weathering cycle coincides with continental conditions prevailing in the Tertiary, following erosion of Mesozoic cover of the Paleozoic sockle of the Góry Świętokrzyskie Mts. It was connected with intense action of hydrolysis and accompanying solution of alkaline compounds and silica, proceeding under warm and humid and, at the end of Tertiary, alternating arid and humid climatic conditions (M. Störr, 1975; M. Tyczyńska, 1957). Montmorillonite from the Permian times became transformed into kaolinite. In that cycle, the weathering cover presumably also became enriched in illite and chlorite.

The third, Quaternary cycle was primarily connected with cold Pleistocene climate. In that cycle, the existing weathering covers presumably became once more enriched in illite and chlorite.