

A. Bolewski.

Skala przeobrażona z Siedlec koło Krzeszowic.

Das metamorphe Gestein von Siedlec bei Krzeszowice (Polen).

(Z 1 rys. w tekście i tablicą I. — Mit 1 Fig. in Text und Tafel I.).

Wstęp.

Skały wylewne okolic Krakowa, znane już S t a s z i c o w i w roku 1815, były przedmiotem badań geologicznych i petrograficznych szeregu badaczy jak: P u s c h, O e y n h a u s e n, Z e u s c h n e r, F o e t e r l e, R ö m e r, T s c h e r m a k, H o h e n e g g e r, F a l l a u x, K r e u t z, W e b s k y, A l t h, H u s s a k, T r e j d o s i e w i c z, B i e n i a s z, T i e t z e. Opracowania o charakterze monograficznym podają prace F. K r e u t z a z roku 1869 i 1871 oraz R. Z u b e r a z roku 1886, obejmujące skały ze wszystkich ówczesnie znanych miejsc występowania. Nowsze opracowania geologiczne, zagadnienie wieku tych skał wylewnych, są tematem prac W. S z a j n o c h y, St. Z a r ę c z n e g o, J. S i e m i r a d z k i e g o i Z. R o z e n a [19].

Monograficznym, nowoczesnym opracowaniem petrograficznym, niemal wszystkich wówczas znanych skał wylewnych z okolic Krakowa, jest praca Z. R o z e n a „Stare lawy W. Ks. Krakowskiego“ z roku 1909. W tej, dotychczas najobszerniejszej pracy o skałach krakowskich, znajdujemy dokładny opis, ilustrowany rysunkami i fotografiami, licznych odsłoneń. Zawarte tam są rozważania na temat wieku skał; systematyczne badania mikroskopowe i chemiczne skał wylewnych i tufów, poparte przeszło dwudziestoma rozbiorami chemicznymi; obliczenia stosunków procentowych występowania minerałów oraz bardzo wnikliwe obserwacje nad chemicznymi zmianami skał wylewnych

i tufów, w swoistym procesie przeobrażenia tych skał, określonym przez autora mianem: *k a l i f i k a c j a*.

Pod względem makroskopowym kalifikacja zaznacza się jaśnieniem skały oraz widocznym rozkładem prakryształów skaleni i minerałów femicznych. Pod względem chemicznym proces kalifikacji charakteryzuje się bardzo silnym wzrostem zawartości tlenku potasowego, dużym ubytkiem tlenku sodowego, ziem alkalicznych i żelaza, przy niewielkich zmianach w zawartości krzemionki i tlenku glinowego. Z. R o z e n [19] przypuszczał, że w czasie kalifikacji tlenek potasowy jest wiązany we wtórnym ortoklazie.

Obserwacje nad tym procesem chemicznego wietrzenia skał wylewnych i tufów, mimo silnego rozwoju badań nad produktami chemicznego wietrzenia skał krystalicznych [9], dotychczas nie znalazły pełnego oddźwięku w literaturze petrograficznej. Stan ten jest zapewne w pewnym stopniu spowodowany tym, że Z. R o z e n [19] uważał kalifikację za pierwsze „potasowe” stadium procesu kaolinizacyjnego wietrzenia skaleni. Liczne późniejsze badania nad przebiegiem kaolinizacji i procesów wietrzenia ilastego nie wykazały, by w początkowym okresie powstawały produkty bogatsze w tlenek potasowy od skały niezmienionej [9], lecz przeciwnie — wykazały, że w procesach tych następuje odprowadzanie tlenku potasowego i sodowego.

W późniejszym okresie Z. R o z e n opisuje pilolit z Miękini [20]. W. G o e t e l [8] geologicznie a J. B r o d e r [5] petrograficznie opracowują kontakt diabazu w Niedźwiedziej Górze. J. K u h l [11] bada petrograficzne i technologiczne własności tufu z Filipowic. Odkrycie nowego punktu występowania porfirów w dolinie Zbrzy przynosi praca F. R u t k o w s k i e g o [21], a w roku 1935 autor tej pracy ogłosił drukiem krótką notatkę o przeobrażonej skale z okolic wsi Siedlec [4].

Opis odsłoneń¹⁾.

Miejsca występowania skał wylewnych w zachodnich okolicach Krakowa, pod względem geologicznym, można podzielić na dwie grupy: południową i północną, przedzie-

¹⁾ Szereg wiadomości udzielił autorowi Dr Inż. Ludwik K o w a l s k i, któremu na tym miejscu składam serdeczne podziękowanie.

lone synkliną krzeszowicką. Na południe od tej synkliny występuje przeważna ilość skał znanych z licznych odsłonień, naturalnych i sztucznych. Na północy zaś znamy obecnie skały wylewne z czterech miejsc:

1. porfiry kwarcowe z Miękini, opisane już przez S t a s z i c a, petrograficznie opracowane przez Z. R o z e n a [19], a obecnie eksploatowane na skalę przemysłową,
2. porfir, który kontaktowo zmienił wapienie karbońskie w dolinie Szklarki, na dawnej granicy austriacko-rosyjskiej, znany W. S z a j n o s z e (1888) i J. S i e m i r a d z k i e m u (1890),
3. porfir, występujący wśród kontaktowo zmienionych dolomitów środkowo dewońskich w dolinie Zbrzy, opisany przez F. R u t k o w s k i e g o [21],
4. wylewna skała przeobrażona, z okolic wsi Siedlec, będąca przedmiotem moich badań.

W dolinie Szklarki, znacznie poniżej znanego kontaktu, na zboczu wśród rumoszu można znaleźć wiele okruchów białego porfiru kwarcowego odmiennego od porfiru znanego z kontaktu ¹⁾. Dokładne poznanie i określenie miejsca występowania jest utrudnione znaczną miąższością utworów rumoszowych.

* * *

Przeobrażona skała wylewna, występująca w okolicy wsi Siedlec, została stwierdzona poszukiwawczą robotą górniczą, prowadzoną w celu uzyskania materiałów ceramicznych. Szyb poszukiwawczy „Maria” został założony w dniu kopanki piasków jurajskich, znajdującej się opodal drogi, prowadzącej z Siedlec (6 km na północo-wschód od stacji kolejowej w Krzeszowicach) do wsi Paczółtowice przez Bożą Mękę, na zachodnim stoku Łysej Góry, mniej więcej w tym miejscu, gdzie S t. Z a r ę c z n y [25] znaczy granicę dewonu z piaszczystymi utworami środkowej jury. Skała jest zatem dostępna tylko w wąskich wyrobiskach górniczych, jednakże na świeżych odsłonięciach, częściowo tylko zakrytych obudową drzewną zabezpieczającą wyrobiska.

¹⁾ Wiadomość tę udzielił autorowi Dr Eugeniusz P a n o w.

Szyb poszukiwawczy „Maria” po przejściu przez 6 m miąższości warstwę piasków, osiągnął przeobrażoną skałę wylewną, występującą w wielu odmianach o różnej budowie i wyglądzie makroskopowym. Wśród tej bardzo silnie spękanej skały można znaleźć niekiedy dość miększe wkładki ilaste, które są pospolitsze w formie cienkich wypełnień szczelin i spękań w skale białej, występującej w górnej części profilu. Spąg szybu, który w grudniu 1937 roku osiągnął głębokość 51 m, spoczywa w spękanej lecz zwiezłej skale z widocznymi prakryształami biotyту i rozłożonymi skaleńiami. Jeden z chodników poziomych, założony na głębokości 11 m w kierunku północnym, dotarł w odległości około 10 m do spojonego iłem rumoszu, a następnie do scementowanego rumoszu wapiennego. Rumosz ciemnego, niemal czarnego wapienia, został stwierdzony w innych wyrobiskach podziemnych od strony północnej, ściślej wzdłuż chodnika o kierunku: półn-zachód—półd-wschód. Ani rumosz, ani też okruchy ciemnego wapienia, stanowiące główną składową rumoszu, nie wykazują żadnych zmian właściwych ogniowemu kontaktowi skał wapiennych lub ilastych z magmą skał wylewnych¹⁾. Przypuszczać zatem można, że rumosz wapienny jest wynikiem działalności erozyjnej lub tektonicznej. Silnie, nawet zadziorowato, rozwinięte brzegi okruchów wapiennych wskazują na możliwość działania czynników erozyjnych. Zbyt skąpa ilość odsłonień na niewielkiej powierzchni oraz całkowite zakrycie warstw starszych przez niezgodnie leżące piaski i piaskowce środkowo jurajskie utrudnia poznanie i określenie rodzaju tego zjawiska, którego fragment można obserwować w chodniku północnym. Płaszczyzna graniczna jest bardzo stroma, gdyż w szybiku powietrznym wapienny rumosz stwierdzono w ścianie północnej dwukrotnie w odległości paru metrów, a dopiero znacznie niżej skała ta zajęła część spągu szybika.

Zarówno w wyrobiskach chodnikowych jak i w szybach, skała nie jest jednakowa, lecz występuje w licznych odmianach będących prawdopodobnie wynikiem różnego stopnia przeobrażenia. Stosunkowo najświeższą jest skała, występująca w najniższej części szybu „Maria” oraz w północno-wschodnim krańcu chodników poziomych. Jest to skała

¹⁾ Vide L. K o w a l s k i (str. 2).

jasna, o odcieniu brązowawo-szarawym, z widocznymi pralkryształami ciemnych, połyskliwych biotytów i zmienionymi skaleniami, na spękaniach obficie infiltrowana rdzawymi substancjami żelazistymi. Obrzeża większych brył mają barwę jaśniejszą aniżeli treść ich środka. W górnej części szybu „Maria“ oraz w północno-zachodniej części chodników występują odmiany jasne, niekiedy niemal zupełnie białe, zwięzłe lub też tak kruche, że z łatwością mogą być rozkruszane w palcach. Wśród tych białych odmian częstszymi są skupienia substancji ilastych. W szczelinach obserwować można obfite infiltracje żelaziste, niekiedy wyraźnie związane z nadległymi piaskami jurajskimi. W pobliżu północnej granicy występuje partia okruchowa białej skały przeobrażonej zlepionej iłem. Pomiedzy tymi dwoma krańcowymi odmianami istnieją liczne odmiany przejściowe.

Z porównania obserwacji nad zmiennością skały w profilach szybów pionowych i poziomych chodników wynika, że skała wykazuje mniejsze, łagodniejsze, zmiany w profilu pionowym, aniżeli w poziomie. W północno-wschodnim krańcu wyrobisk obserwowałem odgraniczanie się różnych odmian skał przeobrażonej nieregularnymi płaszczyznami, nachylonymi pod około 80° ku północnemu wschodowi. Stopień przeobrażenia skały nie wykazuje związku ani ze stropem, ani też z rumoszem ograniczającym złoże od strony północnej.

Zagadnienie wieku badanej skały przeobrażonej nie może być bezpośrednio rozwiązane na podstawie posiadanego materiału, poza stwierdzeniem, że są to skały starsze od jury środkowej nadległej temu złożu skalnemu. Na podstawie podobieństwa petrograficznego, wykazanego w dalszym ciągu tej pracy, przypuścić można, że badana skała jest podobna porfirom z Zalaszu i Miękini. Okres zatem krzepnięcia będzie przypuszczalnie pozostawał w związku z wylewem tamtych law.

Badania chemiczne.

Wobec niemożności uzyskania okazów skały świeżej, niezmienionej, do analizy chemicznej wybrałem trzy próby

skał różniących się wyglądem zewnętrznym i budową mikroskopową:

1. skała barwy brązowawo-szarawej z widocznymi, dobrze zachowanymi prakryształami biotytu i zupełnie rozłożonymi skaleniami (okaz nr. 18),
2. skała zupełnie biała, krucha, w palcach łatwo rozkruszająca się na drobny mial (okaz nr. 6),
3. skała również zupełnie biała, z widocznymi zarysami zmienionych prakryształów, lecz twarda (okaz nr. 5).

Próbki do rozbiorów chemicznych wydzieliłem ze starannym pominięciem substancji ilastych, niekiedy wypełniających szczeliny, oraz rdzawych infiltracji żelazistych. Oznaczenia zawartości poszczególnych składników wykonałem sposobami zalecanymi przez E. D i t t l e r a [6] i J. J a c o b a [10]; stosunki cząsteczkowe podaję według tabel H. v. P h i l i p s b o r n a [17]; wyniki zamieszczam w tabeli 1.

T a b e l a 1.

Rozbiory chemiczne trzech odmian skały przeobrażonej z Siedlec.

Okaz:	18.		5.		6.	
	%-wag.	St. cząst.	%-wag.	St. cząst.	%-wag.	St. cząst.
SiO ₂	72.50	1.2071	75.06	1.2498	75.08	1.2501
TiO ₂	0.46	0.0058	0.19	0.0024	0.27	0.0042
P ₂ O ₅	0.06	0.0004	0.02	0.0001	0.05	0.0003
F ₂	0.06	0.0032	0.02	0.0011	0.02	0.0011
Al ₂ O ₃	13.94	0.1368	14.40	0.1413	13.93	0.1367
Fe ₂ O ₃	2.05	0.0128	0.18	0.0011	0.26	0.0016
FeO	0.19	0.0027	0.02	0.0003	0.06	0.0009
MnO	0.04	0.0024	ślady		ślady	
CaO	0.12	0.0021	0.06	0.0011	0.12	0.0021
MgO	0.56	0.0139	0.16	0.0040	0.15	0.0037
K ₂ O	6.72	0.0713	7.13	0.0757	7.02	0.0745
Na ₂ O	0.49	0.0079	0.29	0.0047	0.30	0.0048
—H ₂ O	1.74		1.53		1.21	
+H ₂ O	1.31	0.0727	1.21	0.0672	1.95	0.1082
SiO ₂ : Al ₂ O ₃	8.67		8.70		9.14	
K ₂ O : Al ₂ O ₃	0.520		0.535		0.545	
Alk : Al ₂ O ₃	0.579		0.569		0.580	

Spośród zebranego materiału najmniej zmienioną jest skała oznaczona nr. 18, gdyż zawiera ona świeże prakryształy biotyty dobrze widoczne na jasnym tle skały, obok rozłożonych skaleni. Rozbiór chemiczny wykazał dużą zawartość tlenku potasowego nie spotykaną w skałach skaolinizowanych. Zjawisko takie opisał Z. R o z e n [19] badając porównawczo inne wylewne, świeże i zmienione, skały z okolic Krakowa. Skład chemiczny przeobrażonych skał z Siedlec, również jak i wyniki badań Z. R o z e n a, zgodnie wskazują, że skały te nie uległy wietrzeniu ilastemu, lecz zostały zmienione w inny sposób, charakteryzujący się głównie wzrostem zawartości tlenku potasowego. Ponieważ nie znalazłem okazów skały świeżej, mimo odsłonięcia złoża dość dużymi robotami górniczymi, nie mogę jej bezpośrednio poznać. Natomiast korzystając z opracowania Z. R o z e n a [19] mogę porównać zmienione skały z Siedlec ze skalifikowanymi (zmienionymi) innymi skałami wylewnymi z okolic Krakowa. Porównanie takie dokonuję tym łatwiej, że makroskopowy wygląd skał opisanych przez Z. R o z e n a jest zbliżony do wyglądu okazu nr. 18. W słabiej przeobrażonych porfirach z Miękini, Zalaszu i w skale z Siedlec widać plamisto, na jasnym tle skały, rozmieszczone białe zmienione prakryształy skaleni. Niekiedy skała zmieniona wykazuje znacznie zmniejszoną odporność na działanie czynników mechanicznych. Na jasnym tle wyraźnie odcinają się ciemne prakryształy minerałów femicznych, widocznie odporniejszych na działanie czynników, przeobrażających skałę. Skały bardziej zmienione są znacznie jaśniejsze od skał świeżych, zanikają też ciemne prakryształy biotyty. W Siedlcach występuje skała zupełnie biała, dawniej nie spotykana w łomach Miękini i Zalaszu.

W tabeli 2 zestawilem analizy skalifikowanych porfirów z Zalaszu, Miękini oraz melafiru z Poręby, wykonane przez Z. R o z e n a [19].

T a b e l a 2.

Analizy zwietrzałych krystalicznych skał krakowskich.

Z. R o z e n. Dawne lawy W. Ks. Krakowskiego. Kraków, 1909.

Analiza ryczałtowa	Porfir	Porfir	Melafir
	Zalas	Miękinia	Poręba
	%	%	%
SiO ₂	69.51	69.23	57.86
TiO ₂	1.02	0.69	1.58
P ₂ O ₅	0.06	0.12	0.38
F ₂	0.03	0.00	0.05
Al ₂ O ₃	12.47	14.37	13.08
Fe ₂ O ₃	1.57	2.72	6.76
FeO	0.36	0.35	0.93
MnO	0.17	—	0.41
CaO	1.74	0.93	1.24
MgO	0.66	0.35	3.41
K ₂ O	6.29	6.82	8.93
Na ₂ O	3.02	1.11	2.63
—H ₂ O	1.27	2.11	1.09
+H ₂ O	1.93	1.35	2.02

Zestawiając wyniki analizy chemicznej okazu 18. z rozbiorami chemicznymi wykonanymi przez Z. R o z e n a (Tab. 1.—Tab. 2), wyodrębnić można melafir z Poręby, jako skałę o składzie chemicznym różnym od trzech pozostałych skał. Natomiast zauważa się pewne podobieństwo w składzie chemicznym: porfirów z Zalas i Miękini oraz skały 18. z Siedlec. Różnicę stanowi nieco większa zawartość krzemionki w skałe z Siedlec oraz mniejsze ilości TiO₂, CaO i Na₂O, poza tym skład chemiczny jest podobny. Zbliżone są ilości tlenku glinowego i potasowego oraz P₂O₅, F₂, Fe₂O₃, MnO, MgO, H₂O.

Tak znaczne podobieństwo składu chemicznego, podobna budowa mikroskopowa oraz wygląd zewnętrzny skał zmienionych, pozwala na przypuszczenie, że pod względem chemicznym podobne były świeże skały. Skałę zatem z Siedlec można określić jako zmieniony porfir.

* * *

Rozbiory chemiczne (Tab. 1) dwóch zupełnie zmienionych białych skał z Siedlec, różniących się między sobą wy-

trzymałością na działania mechaniczne, są tak dalece podobne, że oznaczenia znacznej części składników, np. SiO_2 , F_2 , P_2O_5 , MgO , Na_2O , wahają się niemal w granicach błędów analitycznych. Nieco bardziej różnią się zawartością tlenku glinowego, którego ilość w okazie 6 jest taka sama, jak w mniej zmienionej skale (okaz 18). Podobnie jest z tlenkiem wapniowym.

Mimo zatem różnicy makroskopowej dwie te odmiany mało się różnią pod względem chemicznym.

*

*

*

Z. R o z e n [19] porównywał skały skalifikowane ze skałami świeżymi w ten sposób, że podawał przybytek, względnie ubytek, zawartości składników w procentach ich pierwotnej zawartości w skale świeżej (wziętej za 100%). Przeliczając tak samo rozbiory chemiczne okazu 5 i 6, w zestawieniu z mniej zmienioną skałą 18, otrzymałem szereg wielkości, które podaję w tabeli 3, łącznie z przeliczeniami Z. R o z e n a [19].

T a b e l a 3.

Chemiczne zmiany skał krakowskich w czasie przeobrażenia.

	Z. Rozen — 1909.			Siedlec	
	Zalas	Miękinia	Poręba	5/18	6/18
SiO_2	+ 2.2	+ 1.9	+ 11.3	+ 3.5	+ 3.5
TiO_2	— 37.8	— 9.0	— 21.4	—59.1	—41.3
P_2O_5	— 98.8	— 69.2	— 22.4	—66.6	—16.7
F_2	— 83.3	—100.0	— 72.2	—66.6	—66.6
Al_2O_3	— 11.2	+ 3.1	— 7.1	+ 3.3	—
Fe_2O_3	— 4.2	— 11.0	— 19.5	—91.7	—87.3
FeO	— 72.5	— 28.5	— 15.0	—88.9	—68.4
MnO	—	—	— 43.0	—99.0	—99.0
CaO	— 40.8	— 70.3	— 78.0	—50.0	—
MgO	— 38.3	— 62.8	— 12.5	—71.4	—73.1
K_2O	+ 75.7	+ 85.3	+246.1	+ 6.1	+ 4.5
Na_2O	— 27.2	— 67.3	— 31.4	—40.8	—38.8
— H_2O				—12.0	—30.6
	+156.0	+ 56.0	+133.9		
+ H_2O				— 7.6	+48.8

Skała biała, na której tle z trudnością dostrzec można całkowicie rozłożone prakryształy skaleni i miki, w porównaniu ze skałą słabiej przeobrażoną (okaz 18), ze skałą zawierającą jeszcze świeże prakryształy biotytu, wykazuje większą zawartość krzemionki o 3.5%; wzrost zawartości tlenku potasowego o 4.5—6.1%; ilość tlenku glinowego jest taka sama lub wzrasta nieco słabiej aniżeli $\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ zachowuje się chwiejnie. Wszystkie pozostałe składniki są ze skały odprowadzane.

Z tego zestawienia wyników (Tab. 3) wysnuć można uwagi bardzo podobne do wniosków Z. R o z e n a [19]:

SiO_2 — zawartość krzemionki zmienia się w taki sposób, że stosunek $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ wzrasta, poza jednym przypadkiem (Miękinia). Fakt ten wskazuje, że badane skały wylewne nie ulegają procesowi kaolinizacji ani wietrzenia ilastego.

Al_2O_3 — ilość tlenku glinowego jest chwiejna: w porfirze z Miękini oraz w okazie 5 z Siedlec wzrasta; w drugim okazie skały przeobrażonej z Siedlec pozostaje bez zmiany; poza tymi przypadkami zawartość jego maleje.

K_2O — zawartość tlenku potasowego wzrasta najsilniej ze wszystkich składników skał. Rozbiory chemiczne skał białych z Siedlec wykazują słabszy wzrost aniżeli w przypadkach opisanych przez Z. R o z e n a [19], który porównywał skały skalifikowane ze skałami świeżymi. Jednakowoż i w badanych przeze mnie skałach procentowy wzrost zawartości tlenku potasowego jest największym przyrostem ze wszystkich składników mimo, że przeliczenie porównawcze opieram na różnicy w stopniu przeobrażenia, a nie na porównaniu skały zmienionej ze skałą świeżą. Zmiana zawartości tlenku potasowego jest przeważająca nad innymi zmianami i dlatego jest głównym rysem charakteryzującym proces przeobrażający.

TiO_2 , P_2O_5 , F_2 , Fe_2O_3 , FeO , MnO , CaO , MgO , Na_2O — jest to zespół składników, których ilości zdecydowanie zmniejszają się do wielkości bardzo małych. W białej kruchej skale z Siedlec ilość tlenku wap-

niowego nie zmniejszyła się, lecz może to być wywołane naniesieniem przez wody krążące, które zaznaczają swoją działalność obfitymi infiltracjami substancji żelazistych z nadległych piaskowców i piasków jurajskich.

H₂O — zawartość wody w skałach przeobrażonych analizowanych przez Z. R o z e n a jest większa aniżeli w skałach świeżych. Podobnie jest w skale 5 z Siedlec, w drugim zaś przypadku jest nieco mniejsza. W żadnym jednak razie zawartość H₂O nie sięga 3.5%. Stosunkowo niewielka zawartość wody wskazuje również, obok wzrostu zawartości krzemionki, że zmiany chemiczne, obserwowane w skałach krakowskich, nie postępują w kierunku zgodnym z przebiegiem procesów wietrzeniowych (wietrzenie ilaste) i z kaolinizacją. Produkty tych procesów zawierają znaczniejsze ilości wody.

Zmiany zawartości poszczególnych składników chemicznych wskutek przeobrażania skał podkrakowskich przedstawia się nieco odmiennie skoro uwzględnimy, że w skałach tych występuje znaczna ilość minerałów zachowujących się obojętnie, tj. minerałów, które nie biorą czynnego udziału w procesie przeobrażania skał. Do tych minerałów zaliczyć można kwarciec, cyrkon, rutyl, turmalin. Z istotnych składników skał tylko kwarciec nie bierze czynnego udziału w procesie przeobrażenia. W badaniach mikroskopowych nie zaobserwowałem żadnych zmian na ziarnach kwarcu. Przypuszczać możnaby, że część kwarcu mogła ulec np. rozpuszczeniu w wodach krążących i działających w procesie przeobrażającym skały podkrakowskie. Jednakowoż z jednej strony badania mikroskopowe odpowiednich zmian ziarn kwarcu nie ujawniły, z drugiej zaś strony jest to wątpliwe wobec bardzo słabej rozpuszczalności kwarcu. J. T h u g u t t [24] wykazał, że w temperaturze +220° C, w wodzie podwójnie przekroplonej w chłodnicy platynowej uzyskuje się koloid 0.062 procentowy. Badania G. S p e z i i ujawniły, że w temperaturze niższej (+25° C) mimo działania ciśnień sięgających 1850 atmosfer i długiego czasu, kwarciec nie rozpuszcza się. W skałach z Siedlec przeobrażenie

zaznacza się przede wszystkim rozkładem skaleni i miki, które stanowiły źródło znacznych ilości krzemionki koloidalnej; przypuszczalnie źródło wystarczające do nasycenia roztworów.

W rozbiorach chemicznych i poprzednio podanych przeliczeniach podane są tylko ogólne ilości krzemionki, a więc kwarcu i krzemionki występującej w innych minerałach np. skaleniach, mikach. Skoro uwzględnę wyniki badań mikroskopowych oraz przeliczenia składu mineralnego skał świeżych, będę mógł obliczyć tę ilość krzemionki, która występuje w minerałach, ulegających przeobrażeniu. Względna zmiana zawartości krzemionki jest spowodowana procesem dotyczącym tylko tej części minerałów. Przeliczenie takie, wraz z zestawieniem zmian głównych składników skały podaję w tabeli 4.

T a b e l a 4.

S k a ł a ś w i e ż a:

		Zalas	Miękinia	Poręba	Siedlec	
					5/18	6/18
Ogólna zawartość SiO_2	%-wag.	68.00	67.90	52.00	72.50	72.50
— kwarczec	„	27.50	32.00	—	33.90	33.90
Ilość SiO_2 związanego	„	40.50	35.90	52.00	38.60	38.60

S k a ł a z m i e n i o n a:

Ogólna zawartość SiO_2	%-wag.	69.51	69.23	57.87	75.06	75.08
---------------------------------	--------	-------	-------	-------	-------	-------

P r z y r o s t:

	SiO_2	%-wag.				
W stosunku do ogólnej ilości			1.51	1.35	5.86	2.56
SiO_2 w skale świeżej	%	2.2	1.9	11.3	3.5	3.5
W stosunku do ilości SiO_2 związanego	%	3.7	3.7	11.3	6.6	6.7

Z m i a n a z a w a r t o ś c i:

K_2O	%	+75.5	+85.3	+246.1	+6.1	+4.3
Al_2O_3	%	—11.2	+ 3.1	—7.1	+3.3	—

Z przeliczenia tego wysnuć można następujące uwagi:
 SiO_2 — (po odliczeniu kwarcu, występującego w skałach świeżych) wykazuje we wszystkich pięciu przypadkach wzrost silniejszy od zmian zawartości tlenku glinowego. Stosunek $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ wzrasta:

porfir: Miękinia [19]	z 4.37 do 4.39,	
Zalas [19]	4.87	5.72,
Siedlec ⁵ / ₁₈	4.69	4.85,
Siedlec ⁶ / ₁₈	4.69	5.01,
melafir: Poręba [19]	6.27	7.51.

W skałach kwaśnych stosunek ten wzrasta, nie przekraczając wartości 6.—. Odmienne stosunek $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ przedstawia się w skale zasadowej, tam wartość jego jest wyższa od 6.—, a mimo to wzrasta dalej. W porównaniu z zachowaniem się krzemionki, we wszystkich skałach obniża się zawartość tlenku glinowego w związku z przebiegiem procesu przeobrażającego te skały.

K_2O — tlenku potasowego przybywa we wszystkich przypadkach. W wybielonej skale z Siedlec przyrost zawartości tlenku potasowego jest nieco słabszy od wzrostu ilości krzemionki, obliczonej w odniesieniu do krzemionki związanej w minerałach ulegających przeobrażeniu. A zatem proces obserwowany na skale z Siedlec nosi również cechy procesu silifikacyjnego.

Al_2O_3 — zawartość tlenku glinowego w skałach bardziej zmienionych maleje w stosunku do zawartości krzemionki i tlenku potasowego. W wartościach bezwzględnych zachowuje się chwiejnie.

* * *

Celem poznania zmian w składzie chemicznym skały pod wpływem działania roztworu węglanu potasowego, w zależności od czasu działania i temperatury, wykonałem następujące doświadczenia:

Próbkę skały o wadze 2.5 g, analitycznie utartą, umieściłem w kolbie konicznej i zadałem 500 cm³ 1%-wego roztworu węglanu potasowego chemicznie czystego. Trzy, w ten sposób przygotowane próby, przychowywałem w temperaturze +15° C, trzy zaś inne w temperaturze +60° C w termostacie elektrycznym, w ciągu 1, 2 i 4 tygodni. Na naczyniach zaznaczyłem poziom cieczy, którą uzupełniałem wodą przekroploną co 3 dni. Po upływie odpowiedniego czasu, próbę sączyłem na sączkach trudnosączących, osad cztero-

krotnie przemywałem zimną lub ciepłą wodą, po czym suszyłem go w temperaturze $+50^{\circ}\text{C}$, oddzielałem od sączka i oznaczałem zawartość tlenku potasowego. Wyniki tych oznaczeń są:

Temperatura:	$+15^{\circ}\text{C}$	$+60^{\circ}\text{C}$
	%-wag. K_2O	
Substancja	7.13	7.13
Po 1 tygodniu	7.23	7.32
2 tygodniach	7.29	7.40
4 tygodniach	7.28	7.44

Podobne doświadczenia wykonałem w temperaturze wrzenia. W tym celu gotowałem 2.5 g analitycznie utartej skały w 500 cm^3 1%-wego roztworu węglanu potasowego w czasie 24 godzin. Gotowanie przeprowadzałem w kolbie jedno-litrowej, zaopatrzonej w chłodnicę zwrotną. Wyniki oznaczeń zawartości tlenku potasowego w badanej próbce są następujące:

Okaz:	18.	5.
	%-wag. K_2O	
Substancja	6.72	7.13
Po gotowaniu	7.54	7.60

Rezultaty przeprowadzonych badań wykazują (rys. 1), że zawartość tlenku potasowego w skale, pod wpływem działania 1%-wego roztworu węglanu potasowego w temperaturach $+15^{\circ}\text{C}$, $+60^{\circ}\text{C}$ i $+100^{\circ}\text{C}$, podnosi się zależnie od czasu działania i od temperatury roztworu. Podniesienie temperatury roztworu wpływa w sposób silniejszy na zmianę zawartości tlenku potasowego w skale, aniżeli przedłużanie czasu działania roztworu. Wyjaśnienie obserwowanych zmian ilości tlenku potasowego w skale jest utrudnione, gdyż dostrzegłem przechodzenie niektórych składników skały do roztworu.

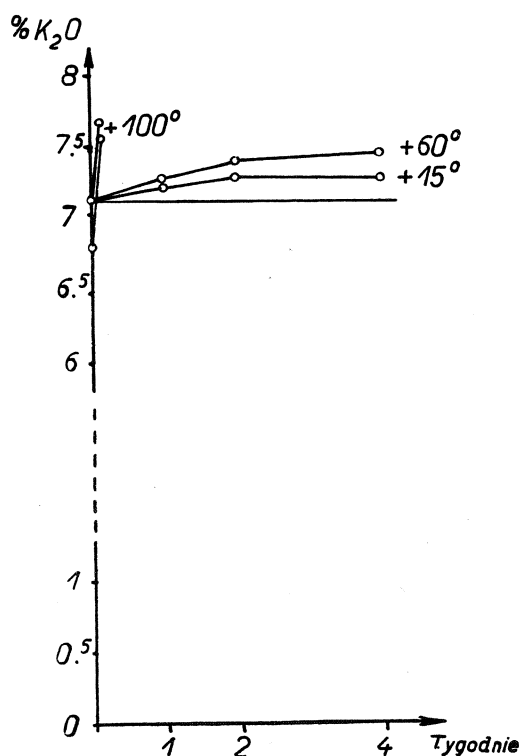
Po upływie 2 tygodni zawartość tlenku potasowego w próbce wzrosła, przy temperaturze $+15^{\circ}\text{C}$, z 7.13% do 7.29%, co odpowiada względnemu przyrostowi zawartości K_2O o 2.24% poprzedniej jego zawartości w skale. Równocześnie stwierdziłem ubytek wagi próbki o 1.83%, przy czym analiza przesączu dała następujące wyniki (obliczone w stosunku do wagi całej próbki, użytej do doświadczenia):

SiO ₂	0.97%
Al ₂ O ₃	0.24%
Fe ₂ O ₃	0.06%
CaO	0.04%
MgO	0.08%
Razem	1.39%

Ubytek na wadze próbek, używanych do badań w temperaturze wrzenia wynosi:

okaz nr. 18	— 3.97%
okaz nr. 5	— 2.84%

Wzrost zatem zawartości tlenku potasowego w skale, przerobionej działaniem roztworu węglanu potasowego, jest w znacznym stopniu spowodowany rozpuszczalnością i odprowadzeniem ze skały niektórych składników, głównie krzemionki. Nie cały jednak przyrost ilości tlenku potasowego można uzasadnić w ten sposób, jak wykazuje zestawienie podane w tabeli 5.



Rys. 1.

T a b e l a 5.

Temperatura	Czas	Ubytek próbki %-wag.	Zawartość K ₂ O w %-wag.		
			Substancja	Pozostałość Obliczono	Oznaczono
+ 15° C	2 tyg.	1.83	7.13	7.26	7.29
+100° C	24 godz.	3.97	6.72	7.—	7.54
+100° C	24 godz.	2.84	7.13	7.33	7.60

W temperaturze niższej (+15° C) różnica między stwierdzoną zawartością tlenku potasowego a obliczoną z ubytku skały (założono, że minerały zawierające tlenek potasowy nie przechodzą do roztworu) wynosi zaledwie 0.03%. Jest to wielkość dopuszczalnego błędu analitycznego, a zatem na cyfrze tej nie mogę budować wniosków innych, po za stwierdzeniem wzrostu zawartości tlenku potasowego, skutkiem działania rozpuszczającego roztworu węglanu potasu. Ina-

czej zmiana ta przedstawia się w przypadku działania roztworu węglanu potasowego w temperaturze wrzenia. Różnica między wzrostem zawartości tlenu potasowego, wywołanym działaniem rozpuszczającym K_2CO_3 , a wzrostem stwierdzonym jest znaczna, gdyż wynosi:

0.27—0.54⁰/₀-wag., tj. o 3.7—8.—⁰/₀ poprzedniej ilości. Bezwzględna wartość przyrostu tlenu potasowego w próbkach badanych w temperaturze +100° C jest dostatecznie duża, by można przyjąć tę zmianę jako podstawę do wysnu-
cia wniosku:

pod wpływem działania wrzącego roztworu węglanu potasowego zawartość tlenu potasu w skale, poddanej jego działaniu, wzrasta. Wzrost zawartości K_2O jest spowodowany zarówno odprowadzeniem części składników skały (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3), jak również zatrzymywaniem potasu, zawartego w roztworze, przez niektóre składniki skały.

Obserwacje te nie dają dostatecznej podstawy do wysnu-
cia wniosku o sposobie wiązania tlenu potasowego przez składniki skały w miarę wzrostu jego zawartości. Przypuszczalnie w okresie początkowym jest to zjawisko adsorpcji tlenu potasowego przez tlenek glinowy koloidalny w obecności krzemionki.

* * *

Chcąc poznać sposób chemicznego wiązania tlenu potasowego w badanej skale, wykonałem następujące doświadczenia, używając jako materiału wyjściowego:

1. próbkę skały najmniej zmienionej — okaz nr. 18,
 2. próbkę skały zupełnie białej — okaz nr. 5.
- Ich skład chemiczny był uprzednio określony rozbiorami ryczałtowymi.

Próbkę w ilości 1.5 g analitycznie utartej skały zadawałem na misce platynowej 50 cm³ wody przekroplonej, a następnie 50 cm³ chemicznie czystego kwasu siarkowego (c. wł. 1.84), po czym umieszczałem na łaźni wodnej na przeciąg 6 godzin. Następnie, na łaźni piaskowej, odpędzałem wodę aż do pojawienia się ciężkich białych dymów; w tym stanie utrzymywałem substancję w ciągu 2 godzin, po czym chłodziłem ciecz do temperatury pokojowej, rozcieńczałem

200 cm³ wody przekroplonej i po zupełnym wyklarowaniu się sączyłem przez sączek trudnosący. Starannie przemity osad poddawałem działaniu 5%-wego roztworu węglanu sodowego, po zagotowaniu, w ciągu 6 godzin na łaźni wodnej. Otrzymane przesącze dzieliłem na połowy. Z roztworu w kwasie siarkowym oznaczałem alkalia. Drugą część tego roztworu odparowywałem, odpędzałem kwas siarkowy w tyglu platynowym, stapiałem ze sodą, rozpuszczałem w gorącej wodzie, a następnie łączyłem z oddzieloną połową wyciągu w Na₂CO₃. Z tego roztworu oznaczałem: SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO i MgO. Pozostały osad analizowałem na: SiO₂, Al₂O₃, K₂O i Na₂O.

Wyniki badań podaję w tabelach 6 i 7, na których zestawilem również wyniki rozbiorów ryczałtowych.

T a b e l a 6.

Okaz 18.

	Analiza ryczałtowa Bauschanalyse		Działanie H ₂ SO ₄ i Na ₂ CO ₃ Wirkung der H ₂ SO ₄ und Na ₂ CO ₃			
	%-wag.	St. cz.	wyciąg in Lösung		pozostałość Gesteinprobe	
	%-wag.	St. cz.	%-wag.	St. cz.	%-wag.	St. cz.
SiO ₂	72.50	1.2071	8.48	0.1412	64.09	1.0671
TiO ₂	0.46	0.0058				
P ₂ O ₅	0.06	0.0004				
F ₂	0.06	0.0032				
Al ₂ O ₃	13.94	0.1368	5.49	0.0539	8.40	0.0824
Fe ₂ O ₃	2.05	0.0128	2.15	0.0135		
FeO	0.19	0.0027				
MnO	0.04	0.0024				
CaO	0.12	0.0021				
MgO	0.56	0.0139				
K ₂ O	6.72	0.0713	1.31	0.0139	5.48	0.0582
Na ₂ O	0.49	0.0079	0.23	0.0037	0.31	0.0050
—H ₂ O	1.74					
+H ₂ O	1.31	0.0727				
SiO ₂ : Al ₂ O ₃		8.67		2.62		12.94
K ₂ O : Al ₂ O ₃		0.520		0.257		0.706
K ₂ O+Na ₂ O:Al ₂ O ₃		0.579		0.326		0.767

T a b e l a 7.

Okaz 5.

	Analiza ryczałtowa Bauschanalyse		Działanie H_2SO_4 i Na_2CO_3 Wirkung der H_2SO_4 und Na_2CO_3			
	%-wag.	St. cz.	wyciąg in Lösung		pozostałość Gesteinprobe	
	%-wag.	St. cz.	%-wag.	St. cz.	%-wag.	St. cz.
SiO_2	75.06	1.2498	7.68	0.1279	67.46	1.1232
TiO_2	0.19	0.0024				
P_2O_5	0.02	0.0001				
F_2	0.02	0.0011				
Al_2O_3	14.40	0.1413	5.67	0.0556	8.64	0.0848
Fe_2O_3	0.18	0.0011	0.15	0.0009		
FeO	0.02	0.0003				
MnO	ślady					
CaO	0.06	0.0011	0.05	0.0009		
MgO	0.16	0.0040	0.10	0.0025		
K_2O	7.13	0.0757	0.20	0.0021	6.99	0.0742
Na_2O	0.29	0.0047	0.12	0.0021	0.14	0.0023
$-H_2O$	1.53					
$+H_2O$	1.21	0.0672				
$SiO_2 : Al_2O_3$		8.70		2.30		13.24
$K_2O : Al_2O_3$		0.535		0.037		0.875
$K_2O + Na_2O : Al_2O_3$		0.569		0.075		0.902

Wyniki rozbiórów chemicznych wyciągów w kwasie siarkowym i węglanie sodowym wykazują, że znaczna część skały ulega działaniu stosowanych rozpuszczalników. Skała bardziej zmieniona (okaz 5) ulega w stopniu nieco mniejszym (16.42 %-wag.), jak skała świeższa (19.21 %-wag.). Z obydwu prób do roztworu przeszły zbliżone ilości SiO_2 i Al_2O_3 . Ze skały świeższej (okaz 18) odchodzi niemal całkowicie żelazo. Tlenek potasowy przechodzi do roztworu w większej ilości ze skały słabiej zmienionej. W odmianie białej skały z Siedlec (okaz 5), składniki zawierające tlenek potasowy w bardzo słabym stopniu ulegają działaniu kwasu siarkowego. Stosunek $SiO_2 : Al_2O_3$ w wyciągu otrzymanym ze skały białej (okaz 5) jest mniejszy, wynosi on 2.30.

Pozostałość, nie ulegająca działaniu stosowanych odczynników, składa się głównie z SiO_2 , Al_2O_3 i K_2O — ilości

innych składników są zbyt małe, by mogły odegrać poważniejszą rolę w budowie skały. Wielkie ilości krzemionki dowodzą, pod względem chemicznym, istnienia w skale minerałów grupy SiO_2 . Mimo stosowania bardzo silnych rozpuszczalników, minerały zawierające alkalia w przeważnej części nie uległy ich działaniu. Stosunkowo znacznie mniej tlenku potasowego przeszło do roztworu ze skały bardziej przeobrażonej. Stosunek ilości alkalii do ilości tlenku glinowego (nierozpuszczalnego) jest następujący:

skała słabo zmieniona (okaz 18) — $\text{Alk} : \text{Al}_2\text{O}_3 = 0.767$,
skała silnie zmieniona (okaz 5) — $\text{Alk} : \text{Al}_2\text{O}_3 = 0.902$.

Alkalia, głównie tlenek potasowy, są zatem w miarę przeobrażania skały coraz silniej wiązane i w coraz słabszym stopniu mogą być oddzielone działaniem stężonego gorącego kwasu siarkowego. W skale wybielonej (okaz 5) stosunek $\text{Alk} : \text{Al}_2\text{O}_3 = 0.902$ zbliża się do 1.—. Interesującym jest fakt, że we wszystkich dotychczas poznanych krakowskich skałach przeobrażonych (Tab. 3) maleje zawartość tlenku sodowego; mimo to wzrasta ogólna ilość alkalii. W czasie zatem przeobrażania skały zachodzi proces rozdziału tlenku potasu od tlenku sodowego przez składniki skały. Zjawisko takie jest charakterystyczne dla adsorbcyjnego zatrzymywania alkalii z roztworów wodnych przez koloidalne substancje ilaste [14, 15].

Próba działania H_2SO_4 i Na_2CO_3 , wykonana na znaczniejszej ilości skały białej (ponad 50 g), potraktowanej łącznie z minerałami ilastymi, wypełniającymi szczeliny oraz z infiltracjami substancji limonitycznych, dała wynik zbliżony do wyników czysto laboratoryjnych. Analiza pozostałości:

	% -wag.	St. cząsteczkowe
SiO_2	80.12	1.3340
Al_2O_3	10.62	0.1042
Fe_2O_3	0.19	0.0012
K_2O	8.42	0.0894
Na_2O	0.12	0.0019
$\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$		12.80
$\text{Alk} : \text{Al}_2\text{O}_3$		0.861

Przeobrażenie porfirów z Siedlec nie tylko zaznacza się wzrostem zawartości tlenku potasowego w skale, lecz również wiązaniem tego składnika w minerałach (substancjach) odpornych na działanie gorącego, stężonego kwasu siarkowego i wodnego roztworu węglanu sodowego.

* * *

Wśród spękanego białego porfiru, oraz w pobliżu północnej granicy jego występowania można napotkać kilku — najwyżej kilkunastocentymetrowej wielkości nagromadzenia białej, zupełnie miękkiej, słabo plastycznej, substancji ilastej, która najczęściej wypełnia drobne szczeliny i spękania skały. W pobliżu północnej granicy złoża, w ile tym występuje znaczna ilość drobnych okruchów porfiru i niekiedy skały sąsiadującej. Niektóre wkładki są obficie infiltrowane rdzawymi substancjami żelazistymi z nadległych piaskowców jurajskich. Do analizy chemicznej wybrałem czysto biały okaz, zebrany w odległości około 8 m od granicy złoża. W tabeli 8 podaję wyniki oznaczeń zawartości poszczególnych składników chemicznych.

T a b e l a 8.
Analiza chemiczna iłu białego.

Analiza ryczałtowa	%-wag.	St. cząstecz.	Porównanie z analizą okazu 18.
SiO ₂	59.20	0.9857	— 21.6%
Al ₂ O ₃	29.54	0.2894	+111.9
Fe ₂ O ₃	0.18	0.0011	— 91.3
CaO	0.44	0.0079	+266.6
MgO	0.23	0.0057	— 59.9
K ₂ O	0.74	0.0079	— 89.0
Na ₂ O	0.31	0.0050	— 36.7
—H ₂ O	1.05		
+H ₂ O	8.49	0.4713	+548.0
SiO ₂ : Al ₂ O ₃		4.41	
Alk : Al ₂ O ₃		0.045	

Temperatura topnienia $\pm 1700^{\circ}\text{C}$ (dokładność 10%).

Punkt topnienia oznaczyłem metodą stożków Segera w piecu kryptolowym.

Rozbiór chemiczny iłu (Tab. 8) wykazał dużą zawartość krzemionki; ilość tlenku glinowego jest znaczna, jednakowoż niezbyt duża jak na skałę o charakterze ilastym. Stosunek cząsteczkowy tych dwóch głównych składników skały wynosi 3.41 : 1. Ilość alkali jest niewielka, przy czym zaznaczyć należy, że ilość tlenku potasowego jest większa od ilości tlenku sodowego. Jest to charakterystyczne zjawisko [14, 15] dla substancji ilastych, zawierających alkalia zaadsorbowane z roztworu. Zawartość alkali może być zatem uzasadniana występowaniem minerałów, zawierających alkalia, albo też zatrzymywaniem alkali z roztworów przez substancje ilaste. Stosunkowo nieznaczne ilości innych składników jak: MgO , CaO , Fe_2O_3 , w bardzo słabym stopniu wpływają na charakterystykę badanego iłu.

Skład chemiczny iłu w porównaniu ze skałą słabo zmienioną (porfir przeobrażony — okaz 18), wykazuje dużo większą zawartość $+H_2O$ — o 548%; Al_2O_3 — o 111.9% oraz CaO — o 266.6%. Ten ostatni składnik występujący w ilościach skąpych (0.12—0.44%) gra niewielką rolę w obserwowanych zjawiskach. Krzemionki w ile jest znacznie mniej (—21.6%). Te wielkie różnice chemiczne stanowią podstawę wniosku, że są to dwie skały odmienne. Niewielka zawartość alkali nie jest dostateczną przyczyną stwierdzenia ich podobieństwa.

* * *

Il występuje jako wypełnienia szczelin i wolnych przestrzeni wśród porfirów oraz około północnej granicy złoża, gdzie znajduje się raczej w postaci spoiwa rumoszu porfirowego i skały sąsiadującej. Chemicznie zanalizowany il (Tab. 8) był zebrany z partii występujących wśród spękanych porfirów, zdala od skał sąsiadujących. Jako przypuszczalne warunki powstania skupień tego iłu przytoczyć można:

1. naniesienie przez wody krążące ze skał otaczających;
2. przez wietrzenie skaleni występujących w porfirze;
3. jako jeden z produktów procesu swoście przeobrażającego porfiry.

Przypuszczenie, że jest to il naniesiony przez wody krążące ze skał otaczających jest mało prawdopodobne. Obec-

na działalność tych wód zaznacza się infiltrowaniem łatwo rozpuszczalnych substancji limonitycznych z nadległych piasków jurajskich w szczeliny i spękania skały przeobrażonej. W pobliżu nie zaobserwowałem występowania większych ilości skał ilastych. Nagromadzenia substancji ilastych występują najczęściej wśród białych silnie spękanych porfirów. Skupienia nie wykazują uwarstwienia. Nie znalazłem wśród nich fragmentów skał innych poza porfirem. Materiał obcy złożu porfirowemu występuje obficie w iłach i rumoszu ograniczającym występowanie badanej skały od strony północnej. Skupienia iłu są rozmieszczone w sposób bardzo nieregularny, co również do pewnego stopnia wskazuje, że nie jest to produkt naniesiony, nagromadzony wyłącznie działaniem mechanicznym wód krążących. Przypuszczenie to jest natomiast prawdopodobne, jeżeli chodzi o iły występujące na poznanej granicy złoża porfirów przeobrażonych.

Wyniki badań chemicznych trzech odmian porfirów przeobrażonych wykazały, że skała ta nieuległa działaniu procesu wietrzenia ilastego, trudno więc z tym przypuszczeniem wiązać genezę iłów.

Pozostaje możliwość, że skała ilasta powstała jako jeden z produktów procesu, przez Z. R o z e n a nazwanego kalifikacją. Warunki powstania minerałów ilastych nie są ograniczone wyłącznie do procesów wietrzeniowych, znanych z badań produktów rozkładu skał, przebiegających pod wpływem czynników działających na powierzchni ziemi. Znane są liczne występowania minerałów ilastych, powstałych w innych warunkach np. na drodze hydrotermalnej [16]. Przypuszczenie to jest zgodne z wynikami badania rozpuszczalności porfirów przeobrażonych w kwasie siarkowym, węglanie sodowym i potasowym. We wszystkich tych przypadkach oddzieliłem ze skały część jej składników o składzie chemicznym podobnym do składu chemicznego iłów występujących w szczelinach. Porównawcze zestawienie porfirów w różnym stopniu przeobrażonych (Tab. 3) wykazało, że względna zawartość krzemionki wzrasta w miarę badania coraz bardziej przeobrażonych skał; zawartość tlenku glinowego zachowuje się chwiejnie. Doświadczenia te nie zaprzeczają możliwości oddzielenia i odprowadzenia

ze skały części krzemionki i tlenku glinowego w czasie jej przeobrażania; ilości jednak krzemionki muszą być stosunkowo mniejsze aniżeli tlenku glinowego. Takie wyniki dało badanie roztworu w 1%-wym K_2CO_3 , gdyż analiza przesączu (temperatura $+15^{\circ}C$, czas działania — 2 tygodnie) dała wyniki:

SiO_2	0.97%-wag. St. cząsteczkowy	0.0162
Al_2O_3	0.24%-wag. St. cząsteczkowy	0.0024
$SiO_2 : Al_2O_3$		6.58

Pod działaniem kwasu siarkowego i węglanu sodowego przeszła do roztworu znaczna część składników skały przeobrażonej. Stosunek $SiO_2 : Al_2O_3$ (w roztworze) wynosił:

skała słabo zmieniona (okaz 18) — 2.62,
skała silnie zmieniona (okaz 5) — 2.30.

Mimo to stosunek $SiO_2 : Al_2O_3$ w skale, pozostałej po działaniu tych rozpuszczalników, wzrósł:

skała słabo zmieniona (okaz 18) z 8.67 do 12.94,
skała silnie zmieniona (okaz 5) z 8.70 do 13.24.

Przypuszczenie, że badany ił, powstał równocześnie z przeobrażeniem porfiru drogą oddzielenia części składników ze skały przeobrażanej, jest pod względem chemicznym możliwe i nie jest sprzeczne z chemiczną charakterystyką przebiegu procesu przeobrażenia porfirów z Siedlec.

* * *

Występowanie iłu obok zmienionych porfirów, możliwość łącznego powstania iłu z przeobrażeniem porfirów, do pewnego stopnia rzucają światło na dalszy rozwój zmian chemicznych w wodach krążących działających na porfiry. Rozbiory chemiczne skał przeobrażonych wykazały, że z porfirów została odprowadzona znaczna część jego pierwotnych składników. Część ich (Na_2O , CaO , MgO , Fe_2O_3) jest łatwa do wylugowania ze skał i łatwa do utrzymania w roztworze mimo dość dużych zmian natury fizyko-chemicznej. Analizy skał przeobrażonych nie rzuciły pełnego światła na zachowanie się niektórych innych składników jak SiO_2 i Al_2O_3 , których zawartość albo względnie wzrosła, albo zachowała się chwiejnie. Obydwa te składniki są dość

trudno rozpuszczalne i mało podatne do dalekiego wodnego transportu. Skoro by więc roztwory działające na porfiry, podobnie jak laboratoryjnie użyty 1%-wy roztwór wodny węglanu potasowego, odprowadzały ze skały przeobrażanej część krzemionki i tlenku glinowego — to jest prawdopodobne, że wskutek zmiany stężenia roztworu, lub innych czynników np. spadku temperatury, roztwory te mogły wydzielić część składników i to w pierwszym rzędzie tak trudno rozpuszczalnych jak krzemionka lub tlenek glinowy.

W ten sposób, zmianą równowagi fizyko-chemicznej roztworów przeobrażających badane porfiry, możnaby wyjaśnić przyczynę powstania skupień ilastych wśród białych silnie przeobrażonych porfirów.

Rozdzielanie minerałów w cieczach ciężkich.

25 g porfiru rozkruszonego do największej wielkości ziarn 0.1 mm umieszczałem w lejku Harady i zalewałem czystym bromoformem. Po opadnięciu minerałów cięższych dodawałem stopniowo benzolu celem zmniejszenia ciężaru właściwego cieczy. Otrzymane ziarna, sklasyfikowane wedle ciężaru właściwego, przemywałem benzolem i suszyłem na powietrzu. Ciężar właściwy cieczy oznaczałem wskaźnikami V. Goldschmidta i sposobem piknometrycznym. Otrzymałem następujące wyniki:

Ciężar właściwy	Ilość minerałów %-wag.
+2.90	0.3— 1.5
2.64—2.90	2.1— 3.8
2.51—2.64	84.—89.7
—2.51	7.8—10.1

Podałem skrajne wyniki czterech prób rozdzielania minerałów z porfirów w różnym stopniu przeobrażonych. Minerałów ciężkich (głównie biotyту) najwięcej otrzymałem z okazu nr. 18, tj. z porfiru najmniej zmienionego. Ziarn o ciężarze właściwym 2.51—2.64 najwięcej dał kruchy porfir biały. Podobną ilość otrzymałem również z porfiru bia-

łego twardego (okaz 5). Ilościowo najobfitsze ziarno zawiera minerały o ciężarze właściwym odpowiadającym kwarcowi i skaleniom; wśród ziarna nieco cięższego główną rolę gra kwarczec.

W badaniu mikroskopowym oznaczyłem w ziarnie najcięższym: c y r k o n y — przeważnie o zarysach igiełkowatych, silnie wydłużone słupy z ostrymi bipiramidami; r u t y l, t u r m a l i n y, a p a t y t, m a g n e t y t. Z okazów skały słabiej przeobrażonej wydzieliłem b i o t y t y bądź zupełnie świeże, bądź w różnym stopniu zmienione. Ziarno lżejsze (2.64—2.90) składało się niemal wyłącznie z kwarców i rzadkich ułomków cyrkonu. W ziarnie o c. wł. 2.51—2.64 stwierdziłem k w a r c e, agregatowe skupienia minerału przejrzystego, reagującego na światło spolaryzowane, o niskiej dwójłomności, o współczynnikach załamania światła zbliżonych do 1.530. W agregatach tych stwierdziłem również występowanie minerału niereagującego na światło spolaryzowane, o znacznie mniejszym współczynniku załamania światła. Znaczniejsze ilości substancji izotropowej obserwowałem w ziarnie najlżejszym (c. wł. poniżej 2.51).

Z wyników obserwacji, wykonanych w czasie rozdzielania minerałów tworzących badany porfir, można wysnuć wniosek:

przeważna część skały (ponad 90⁰/₀-wag.) jest utworzona z minerałów o ciężarze właściwym mniejszym aniżeli 2.64, przy czym większa część składników (ponad 84⁰/₀-wag.) ma ciężar właściwy w granicach: 2.51—2.64.

Biorąc pod uwagę skład chemiczny, budowę skały oraz obserwowane zjawiska przeobrażania porfirów, można przypuszczać występowanie w nim znaczniejszych ilości minerałów z grupy miki, grupy SiO₂, skaleni potasowych i minerałów ilastych. Natomiast wyniki badania w cieczy ciężkiej wskazują, że prawdopodobnie skała zawiera przeważnie minerały grupy SiO₂ (kwarczec) i skałen potasowy, oraz mniejsze ilości minerałów ilastych. Poważniejsza zawartość minerałów z grupy miki jest mniej prawdopodobna, gdyż miki mają ciężary właściwe wyższe od 2.64. Blaszkowate okruszki miki mogą wprawdzie utrzymywać się na powierzchni cieczy o ciężarze właściwym mniejszym, lecz w badaniu mikroskopowym nie stwierdziłem ani obecności ciał o dwój-

łomności większej od kwarcu, ani też nie dostrzegłem ziarn o pokroju blaszkowatym.

Badania mikroskopowe.

Poszczególne odmiany skały przeobrażonej w badaniu mikroskopowym przedstawiają się podobnie. Na podstawie wstępnych badań wydzieliłem te dwie skrajne odmiany, które zostały poznane badaniami chemicznymi, są to:

okaz 18 — jasna skała barwy brązowawo-szarej z zachowanymi świeżymi prakryształami biotyty i zmienionymi skaleniami,

okaz 5 — i

okaz 6 — skały niemal zupełnie białe; wszystkie prakryształy zmienione.

We wszystkich odmianach skały przeobrażonej obserwowałem pod mikroskopem bardzo wyraźną różnicę między prakryształami a ciastem skalnym. Prakryształy występują częściowo zachowane (biotyty) lub zmienione (skalenie). Ilościowo ciasto skalne wysoko przeważa nad stosunkowo rzadkimi prakryształami.

Wśród prakryształów częstszy jest b i o t y t (osobniki do 1.5 mm), nie wykazujący zjawisk resorpcji magmatycznej. Zarysy krystalograficzne są na ogół dobrze zachowane z czystymi obrzeżami, wolnymi od ziarn tlenków metalicznych, tak obficie obserwowanych w porfirze z Miękinii. Wybitny pleochroizm w barwach od jasno-żółtej do ciemno-brunatnej, dwójłomność i współczynniki załamania nie wykazują odchyień od świeżych biotytów z porfirów miękińskich. Z równoległego położenia płaszczyzny osi optycznych względem ramion gwiazdy sześciopromiennej, otrzymanej uderzeniem ostrej igły [19] wnioskuje, że jest to typowy m e r o k s e n. Częste są prakryształy o dobrze rozwiniętych ścianach:

m (111), b (010) i c (001).

W odmianach silniej przeobrażonych biotyty przedstawiają odmienny obraz. Ich barwa zanika niekiedy w sposób zonalny na obrzeżu, lub od niektórych punktów wewnątrz płaszczyzny przekroju ziarna. W skale białej dostrzec można okiem nieuzbrojonym niemal srebrzysto-połyskliwe bla-

szki. Pod mikroskopem blaszki te okazują się niejednołitymi substancjami, których nie można określić jako miki jasne. Są to odbarwione produkty rozkładu biotyty [13], niekiedy zachowujące resztki dawnej barwy i pleochroizmu. Niektóre prakryształy ulegają zmianie w częściowo przekryształizowane agregaty krzemionkowe. Wszystkie zmienione biotyty zaznaczają się na tle skały czystymi liniami granicznymi i zarysami właściwymi niezmienionym biotytem. W porfirze słabiej zmienionym napotkałem niekiedy w ten sposób zmienione biotyty obok prakryształów świeżych biotytów i rozłożonych skaleni. Białe przeobrażony biotyt niekiedy wykazuje dawną budowę blaszkową, zachowuje ślady łupliwości. W tych przypadkach są to agregaty złożone częściowo ze składników dwójłomnych o bardzo niewielkiej różnicy współczynników załamania światła.

Istnienie prakryształów skaleni, nie częstszych od rzadkich biotytów, można przypuszczać po zachowanych zarysach krystalicznych. W posiadanym materiale nie stwierdziłem żadnego prakryształu skalenia w stanie choćby częściowego zachowania. Pomiarów mikroskopowe kątów między zarysami białych zmienionych prakryształów wskazują, że w skale świeżej prakryształy skaleni znajdowały się i były to osobniki normalnie rozwinięte, bez zjawisk korozji magmatycznej na szerszą skalę. Ziarna te są takie same jak opisane przez Z. R o z e n a [19] z porfirów skalifikowanych z Miękini. Makroskopowo białe zmętniałe prakryształy skaleni, przedstawiają w płytce cienkiej, badanej pod mikroskopem, swoisty obraz. Prakryształy te są ograniczone krawędziami ostrymi, przejrzyste, czyste, pozornie jednorodne, niekiedy zawierają minerały rzadkie jak: cyrkon, apatyt, rutyl. Między nikolami skrzyżowanymi pole prakryształu rozpada się na ziarnisty agregat, utworzony ze substancji o dwójłomności niższej od dwójłomności kwarcu. Substancja ta często jest włóknista, a niekiedy sferolityczna. Włókna tego minerału są wydłużone w kierunku najmniejszej sprężystości optycznej (c) — sferolity zatem reagują dodatnio z płytką gipsową. Na niektórych przekrojach obserwowałem zgodną orientację ziarn minerału włóknistego, osiadłych na ścianach dawnego prakryształu. W tych przy-

padkach ziarna te tworzą jakgdyby szczotkę, ostrzami zwróconą do wnętrza kryształu.

Prakryształy, występujące w porfirze z Siedlec, wyraźnie odcinają się na tle skały ostrymi, czystymi krawędziami i jednorodnością budowy oraz małym stopniem resorpcji i korozji magmatycznej. Mamy więc do czynienia ze skałą o typowej budowie porfirowej.

Przeważającą rolę w budowie badanej skały gra ciasto skalne, występujące w ilościach stanowiących ponad 90% powierzchni przekroji obserwowanych pod mikroskopem. Ciasto skalne różnych odmian porfiru przeobrażonego przedstawia się w badaniu mikroskopowym nieco odmiennie, wykazując związek pomiędzy swoim wykształceniem a przebiegiem procesu przeobrażającym porfir. We wszystkich jednak odmianach występuje część składników jednakowo wykształconych, wśród których najobfitszy jest *k w a r z e c* bardzo drobno krystaliczny (ziarna o wielkości mniejszej od 0.15 mm), wykształcony podobnie jak w cieście skalnym porfiru z Miękini. Obok kwarcu stwierdziłem, niekiedy wewnątrz prakryształów, dobrze rozwinięte kryształy *c y r k o n u* i *r u t y l u*. W odmianach mniej zmienionych występuje część *b i o t y t u* w postaci bardzo drobnych ziarn (kryształów), tkwiących w cieście skalnym oraz bardzo rzadkie minerały rudne (*h e m a t y t*) i kłaczkowate skupienia substancji limonitycznych. Minerały te w porfirze słabo przeobrażonym tkwią w substancji przeważnie reagującej na światło spolaryzowane, bardzo słabo dwójłomnej, niemal bez zarysów krystalicznych i śladów łupliwości. Tło skały jest zatem przeważnie krystaliczne, zbite. Odmiennie przedstawia się pod mikroskopem tło skały silnie przeobrażonej, białej. Jest ono jasne i niemal zupełnie wolne od składników femicznych. Na tym tle przy użyciu silniejszych powiększeń wyróżnić można znaczne ilości (równorzędne ilościom kwarcu) mikrolitów wydłużonych w formie prostokątów lub laseczek. Część mikrolitów, zwłaszcza mniejszych, jest wykształcona jako osobniki pojedyncze; większe zaś składają się przynajmniej z kilku osobników, lub wykazują wręcz budowę agregatową, przy czym orientacja optyczna poszczególnych osobników jest zbliżona, lecz niejednakowa i nie usystematyzowana. Mikrolity dostrzega

się dzięki różnicy współczynników załamania światła i pojawiających się skutkiem tego refleksów na granicy ziarn. Są one bezbarwne. Współczynniki załamania światła sodowego, pomierzone metodą imersyjną, wahają się między 1.525—1.530. Dwójłomność znacznie niższa aniżeli kwarcu, bowiem porównawcze pomiary dały wynik najwyższy 0.007. Wszystkie mikrolity wykazują wydłużenie w kierunku najmniejszej sprężystości optycznej, gdyż w porównaniu z płytką gipsową reagują jak ciała optycznie dodatnie. Znikanie światła wykazują pod bardzo niewielkim kątem, trudnym do dokładnego pomierzenia, pomiar przybliżony (sprawdzony płytką gipsową) dał wyniki niższe od 6° . Mikrolity są to te same ciała dwójłomne, które oddzieliły się w ziarnie o ciężarze właściwym 2.51—2.64 w czasie rozdzielania składników skały w bromoformie.

Własności chemiczne, własności fizyczne jak: ciężar właściwy, anizotropowość, wielkość dwójłomności, współczynniki załamania światła oraz kąt znikania światła wykazują, że mikrolity mają wymienione własności podobne do cech niektórych skaleni potasowych. Niewielkie poprzeczne wymiary mikrolitów pojedynczych, na ogół mniejsze od grubości płytki cienkiej, wynikające stąd trudności w dokładnym stwierdzeniu własności optycznych na przykład w świetle zbieżnym, utrudniają zdecydowane stwierdzenie, że są to mikrolity skalenia potasowego.

Badania mikroskopowe ujawniły, że pierwotna skała posiadała budowę porfirową o cieście skalnym podobnie wykształconym, jak w porfirze z Miękini. Krystalizacja magmy, po wydzieleniu minerałów nieistotnych (cyrkon, apatyt, rutyl obserwowane w prakryształach biotyту), postępowała po linii wydzielenia prakryształów biotyту, a następnie skaleni, których natury na podstawie posiadanego materiału nie można określić. Prakryształów kwarcu, mimo bardzo wysokiej zawartości krzemionki w skale, nie stwierdziłem. Kwarzec wydzielił się wśród ciasta skalnego w wykształceniu podobnym do kwarców z ciasta skalnego porfiru z Miękini. Prakrystały nie wykazują zjawisk obtopienia na większą skalę. Przypuszczać stąd można, że przebieg krystalizacji nie był zakłócony dopływem świeżej magmy. Krystalizacja zatem magmy porfirowej z Siedlec przebiegała

niedużo odmiennie, aniżeli magmy porfiru z Miękini, gdzie obserwuje się zjawiska korozji i resorpcji magmatycznej.

Proces przeobrażenia ogarnął wszystkie ulegające temu procesowi składniki porfiru, wykształcone zarówno jako prakryształy jak i jako ciasto skalne. Z powodu wysokiej przewagi ciasta skalnego w budowie skały, proces jego przeobrażenia ma silniejszy wpływ na ogólny skład chemiczny skały zmienionej aniżeli przeobrażenie prakryształów. W odmianach silniej zmienionych obserwowałem w cieście skalnym występowanie dużych ilości mikrolitów dwójłomnych. Stąd mniemać można, że silniejszy rozwój procesu przeobrażającego powoduje wytworzenie się nowych minerałów krystalicznych.

Przeobrażenie skały pod względem chemicznym określone jest wzrostem zawartości tlenku potasowego i krzemionki (Tab. 1, 3). Badania rozpuszczalności w stężonym kwasie siarkowym i węglanie sodowym (Tab. 6, 7) wykazały, że w miarę wzrostu zawartości tlenku potasowego, składnik ten jest wiązany w substancjach nie ulegających działaniu tych czynników chemicznych. Płytki cienkie, oglądane pod mikroskopem, ujawniły, że w bardziej zmienionych skałach powstają, w cieście skalnym, minerały krystaliczne, dwójłomne (mikrolity). Z tych spostrzeżeń wynika, że silniejszy rozwój procesu przeobrażającego porfiry powoduje wytworzenie się w skale zmienionej krystalicznych minerałów bogatych w tlenek potasowy, odpornych na działanie stężonego, gorącego kwasu siarkowego.

Wnioski.

Badania chemiczne i petrograficzne wykazały, że skała z Siedlec jest w różnym stopniu przeobrażonym porfirem, zbliżonym do porfirów z Zalas i Miękini. Zarówno podobieństwo petrograficzne jak i geologiczne (geograficzne) warunki występowania tego porfiru zezwalają na wysnucie przypuszczenia, że jest to jedna ze zróżnicowanych komagmatycznych law krakowskich, których odsłonięcia naturalne i sztuczne są zgrupowane na zachód od Krakowa. Porfiru świeżego w Siedlcach nie zdołałem uzyskać, dlatego też badania ograniczyły się z konieczności do poznania skał prze-

obrażonych. Skład skały świeżej, wywnioskowany z wyników badań produktów przeobrażenia oraz analogii z innymi kwaśnymi skałami wylewnymi okolic Krakowa, jest w ogólnych zarysach zbliżony do porfirów miękińskich i zalaskich. Przypuszczalnie była to skała o typowej budowie porfirowej z ciastem skalnym krystalicznym, być może mikrogranitowym, jak na to wskazuje podobne wykształcenie kwarcu w cieście skalnym porfirów z Siedlec i Miękini. Pod względem chemicznym była to skała niemniej kwaśna od porfiru miękińskiego, a może nieco kwaśniejsza. Wyższa zawartość krzemionki (Tab. 1, 2) w skale przeobrażonej z Siedlec, aniżeli w porfirze skalifikowanym z Miękini, wskazuje do pewnego stopnia na większą kwasotę skały świeżej, lecz jej nie dowodzi, gdyż wyższa zawartość krzemionki może być spowodowana procesami późniejszymi. Brak ziarn tlenków metalicznych i resorbcji prakryształów wskazuje, że magma z Siedlec była uboższa w tlenki metaliczne w porównaniu z porfirem z Miękini. Słabe obtapianie prakryształów ujawnia, że krystalizacja magmy przebiegała spokojnie.

Po skryształowaniu porfiru rozpoczął się proces przeobrażenia, który ogarnął całą masę porfiru, a więc zarówno prakryształy jak i ciasto skalne, występujące w wysokiej przewodzie. Stwierdzone zjawiska odprowadzania znacznej części składników (CaO , MgO , Fe_2O_3 , Na_2O ,) wskazują, że proces ten odbywał się przy współudziale wód jako czynnika odprowadzającego. Chociaż pod działaniem zupełnie nawet czystej wody skalenie mogą ulec rozkładowi hydrolitycznemu, jak to wskazuje praca *Schwarza i Tragesera* [20], to jednak przypuszczam, że były to wody o stężeniu jonów wodorowych właściwym dla rozbitcia połączeń żelazawych i oksydacji na związki żelazowe oraz zdolne do odprowadzenia P_2O_5 i innych składników. Badania chemiczne nad wpływem działania węglanu potasowego na przeobrażony porfir z Siedlec wykazały, że pod wpływem działania tego czynnika zawartość tlenku potasowego w skale może wzrosnąć. Obecność zatem węglanu potasowego w roztworze byłaby okolicznością korzystną dla rozwoju procesu; nie wynika z tego, by była ona koniecznością. Tlenek potasowy mógł zostać nagromadzony w skale skutkiem

np. zubożenia innych partii złoza porfirowego. G. B e r g [3] oblicza geochemicznie, że w litosferze mamy średnio:

2.40% K_2O i 2.63% Na_2O

a w wodach morskich:

0.06% KCl i 3.50% $NaCl$

z czego wnioskuje, że adsorbcyjne zatrzymywanie tlenku potasowego w przyrodzie jest szeroko rozpowszechnione. Moje doświadczenia laboratoryjne wykazały, że przeobrażony porfir z Siedlec zatrzymuje połączenia potasowe z ich wodnych roztworów.

Do odprowadzenia znacznych ilości składników konieczne było krążenia dużych ilości wód. Proces przeobrażenia skały z Siedlec nie zaznaczył się tak jak znane procesy wietrzenia powierzchniowego porfirów i granitów, zaznaczających się przede wszystkim silnym wzrostem zawartości Al_2O_3 i H_2O , zmniejszaniem się zawartości krzemionki i odprowadzaniem alkali [9]. Także proces przeobrażenia badanego porfiru nie jest zgodny z przebiegiem serycytyzacji obserwowanej przez J. B r o d e r a [5] na niektórych partiach lawy z Niedźwiedziej Góry. Jest on odmienny od wietrzenia części porfirów z Miękinii, w których stwierdziłem wzrost zawartości:

Al_2O_3 z 13.93%-wag. do 17.01%-wag.

H_2O z 3.30%-wag. do 4.10%-wag.,

z równoczesnym obniżeniem zawartości alkali. Z powyższego wysnuwam wniosek, że lawa z Siedlec jest przeobrażona pod wpływem działania lub współdziałania wód głębszych.

W obrębie badanego złoza porfiru stwierdziłem występowanie dwóch skał: porfir przeobrażony i ił. Z badań chemicznych i warunków występowania wynika brak dostatecznie silnego dowodu, by skały te można było genetycznie oddzielić od siebie. Badania te wykazały raczej możliwość ich równoczesnego powstania wskutek przebiegu jednego procesu, określonego przez Z. R o z e n a, mianem: kalifikacja. Łączne występowanie iłu i porfiru przeobrażonego, mimo możliwości współdziałania wód głębszych, do pewnego stopnia wskazuje, że temperatura, w której odbył się proces przeobrażenia porfiru nie była zbyt wysoka [22].

Przeobrażenie skały z Siedlec przebiegło podobnie do procesu przeobrażającego (kalifikacji) innych skał krakowskich według opracowania Z. R o z e n a. Pod względem chemicznym charakteryzuje się ten proces silnym wzrostem zawartości tlenku potasowego i krzemionki w skale, w mniejszym stopniu zmienia się zawartość Al_2O_3 i H_2O . Inne składniki są odprowadzane. W porównaniu z procesem kalifikacji, opisanym przez Z. R o z e n a, proces, któremu uległy porfiry z Siedlec, przynajmniej, o ile chodzi o skały zupełnie wybielone, różni się silniejszym wzrostem zawartości SiO_2 i to w sposób przewyższający nawet zmianę zawartości K_2O . Tlenek potasowy jest w miarę postępu przeobrażenia wiązany w coraz trwalsze połączenia, odporne na działanie gorącego kwasu siarkowego. W wiązaniu tlenku potasowego niewątpliwie bierze udział również Al_2O_3 i SiO_2 [14]. Silne wiązanie tlenku potasowego pociąga za sobą konieczność równie silnego związania części tlenku glinowego. Biała skała z Siedlec okazuje w odpowiednich warunkach zdolność do przyjęcia z roztworu dalszych ilości K_2O . Tymczasem w skale obserwujemy względny ubytek Al_2O_3 w stosunku do ilości K_2O i SiO_2 . Stąd wnioskuję, że wody krążące nie były zbyt zasobne w tlenek potasowy. Gdyby bowiem zawierały znacznie większe ilości połączeń potasowych, najprawdopodobniej tlenek potasowy zostałby z roztworu adsorbcyjnie zatrzymany i związany ze stosowną ilością tlenku glinowego oraz krzemionki.

Proces przeobrażenia obserwowany w obrębie prakryształów skaleni jest taki sam jak opisany przez Z. R o z e n a [19] na porfirze Miękini. Prakryształy biotyту odbarwiają się i budowa ich wykazuje zmiany w kierunku utworzenia srebrzystych produktów rozkładu, lub też powstania skupień substancji krzemionkowych, częściowo przekrystalizowanych. Zmiany zachodzące w obrębie prakryształów ilościowo mało wpływają na zmianę ogólnego składu chemicznego skały, a to dlatego, że ilość prakryształów w skale jest stosunkowo niewielka (poniżej 10%). Zmiany w obrębie ciasta skalnego, poza odprowadzaniem składników ferrytycznych, w badaniu mikroskopowym są trudniejsze do obserwacji z powodu niewielkich wymiarów ziarn. Kwarzec, występujący w cieście skalnym, jest podobnie wy-

kształcony do kwarców, występujących w cieście porfiru z Miękini; składnik ten nie wykazuje żadnych zmian. Pozostała część ciasta skalnego zachowuje się odmiennie u różnych odmian porfiru przeobrażonego. Badając skałę bardziej przeobrażoną dostrzegłem pojawianie się coraz większych ilości mikrolitów dwójłomnych, o współczynnikach załamania zbliżonych do 1.525 (dwójłomność około 0.007), wydłużonych w kierunku mniejszej sprężystości optycznej, ciężar właściwy 2.51—2.64, nie ulegających działaniu gorącego kwasu siarkowego i węgla sodowego. Jest to zatem składnik o własnościach takich, jak niektóre skalenie potasowe. Trudności obserwacji własności optycznych ziarn bardzo drobnych, często drobniejszych od grubości preparatu, nie zezwoliły na całkowicie pewne stwierdzenie, czy mikrolity pojawiające się w silnie przeobrażonej skale są mikrolitami skalenia potasowego, jakkolwiek na obecność jego do pewnego stopnia wskazują rezultaty badań chemicznych, fizycznych i niektórych oznaczeń optycznych.

Obok tych mikrolitów w cieście skalnym występuje znaczna ilość (do 20%) składników ulegających działaniu H_2SO_4 i Na_2CO_3 , lecz zmniejszająca się w miarę postępu przeobrażenia porfiru. Ich skład chemiczny jest zbliżony do składu chemicznego substancji ilastych występujących w szczelinach porfiru przeobrażonego. Składniki te przypuszczalnie zawierają zaadsorbowany tlenek potasowy, który przechodzi do roztworu pod działaniem kwasu siarkowego. Zjawisko zatrzymywania tlenu potasowego z gorącego roztworu węgla potasowego może być tłumaczone obecnością tych substancji, gdyż trudno przypuścić, by pozostałe minerały krystaliczne mogły w znacznie większych ilościach adsorbować tlenek potasowy [14].

Większa zawartość tlenu potasowego w skale białej, bardziej przeobrażonej, może być częściowo uzasadniona ługowaniem niektórych pierwotnych składników porfiru, ponieważ zaś adsorpcją tlenu potasowego z roztworów krążących.

Mimo wielkiej ilości odmian porfirów w różnym stopniu przeobrażania nie zdołałem znaleźć takiej odmiany, która by nie ulegała częściowo działaniu kwasu siarkowego i która by tlenku potasowego z roztworu nie zatrzymywała.

Proces przeobrażania skał krakowskich, cechujący się silnym wzrostem zawartości tlenu potasowego, uważany był przez Z. R o z e n a [19] za stadium „potasowe”, poprzedzające właściwą kaolinizację. Znacznie nowsze badania produktów wietrzenia i kaolinizacji skał kwaśnych (porfirów i granitów), ostatnio ujęte w monograficznej pracy G. G r o s s e r a [9], nie wykazały, by stadium „potasowe” występowało i poprzedzało kaolinizację. Badania J. B r o d e r a [5] stwierdziły serycytyzację skałeni w diabazie z Niedźwiedziej Góry. Doraźne moje oznaczenia na zwietrzałych porfirach z Miękini ujawniły postęp wietrzenia ilastego, przebiegający niezależnie od przeobrażenia kalifikacyjnego. Badania różnych odmian porfirów przeobrażonych z Siedlec wykazały, że proces wzbogacania w tlenek potasowy i odprowadzanie ze skały przeobrażanej wszystkich prócz tlenu potasowego i krzemionki składników może dać produkty znacznie bardziej zmienione, aniżeli miał to możliwość obserwować Z. R o z e n [20] przed laty trzydziestu na ówczesnie dostępnych materiałach. W odmianach porfiru najbardziej „skalifikowanego” nie stwierdziłem powiększania się zawartości minerałów ilastych lub powstawania kaolinu, przeciwnie — zmniejszanie się ich ilości w skale. Stwierdziłem też, że w odmianach silniej skalifikowanych (wybielonych) i do pewnego stopnia zsilifikowanych tlenek potasowy zostaje coraz mocniej wiązany w krystalicznych minerałach, nie ulegających działaniu silnych odczynników chemicznych np. kwas siarkowy. Badania mikroskopowe wykazały, że ten minerał ma własności podobne do niektórych skałeni potasowych. Jest to zatem proces swoisty.

Z przeprowadzonych badań chemicznych i fizycznych wynika, że minerały tworzące różne odmiany przeobrażonego porfiru można podzielić na cztery grupy:

1. kwarc (mniejsze znaczenie mają minerały ciężkie, np. cyrkon, turmalin, rutyl), który zachowuje się obojętnie w czasie przeobrażania skały. Ziarna te nie wykazują zmian pozostających w związku z procesem jakiemu uległa skała pierwotna,
2. szczątkowe formy minerałów ulegających przeobrażeniu, np. biotyt,

3. składniki ilaste, ulegające działaniu gorącego kwasu siarkowego i węglanu sodowego (Tab. 6 i 7), zawierające niewielką część tlenku potasowego,
4. substancje bogate w tlenek potasowy, tlenek glinowy i krzemionkę, odporne na działanie H_2SO_4 i Na_2CO_3 . W odmianach silniej przeobrażonych (wybielonych) jest to substancja tworząca mikrolity dwójłomne o własnościach zbliżonych do własności niektórych skałeni potasowych.

Role tych czterech grup składników skały zmienianej są różne. Czynny udział w przeobrażeniu skały bierze część minerałów, np. skalenie i miki, których sposób zmienienia decyduje o budowie skały przeobrażonej. W miarę obserwowania odmian silniej przeobrażonych dostrzega się coraz mniejsze ilości minerałów wymienionych pod p. 2, tj. ulegających działaniu czynników przeobrażających porfir. Zjawisko to jest łatwo dostrzegalne na biotytach, które można obserwować okiem nieuzbrojonym. Składników, ulegających działaniu H_2SO_4 i Na_2CO_3 (p. 3) jest we wszystkich znanych mi odmianach dość dużo, gdyż 16—20%-wag. Ilość ich jest mniejsza w odmianach silniej przeobrażonych (wybielonych), aniżeli w odmianach z zachowanymi prakryształami biotyту. Składników krystalicznych, zasobnych w tlenek potasowy (p. 4), jest natomiast znacznie więcej w odmianach uboższych w substancje ilaste (w skałach białych). Przypuszczalnie między tymi dwoma składnikami porfiru przeobrażonego zachodzi związek wynikający z kolejności powstawania:

1. ilaste produkty rozkładu minerałów pierwotnych,
2. zatrzymanie adsorbcyjne tlenku potasowego,
3. krystalizacja minerałów odpornych na działanie H_2SO_4 i Na_2CO_3 .

Rozpatrując produkty przeobrażenia porfirów oraz zmiany chemiczne w skale różnie zmienionej, wysnuć można następujące uwagi o charakterze procesu, jakiemu uległa badana skała:

1. we wszystkich odmianach skały z Siedlec stwierdziłem występowanie znacznych ilości substancji (minerałów), pod względem chemicznym i fizycznym odpowiadających substancjom ilastym. Ponieważ

w odmianach słabiej zmienionych składników tych jest więcej, aniżeli w skałach silnie zmienionych, przeto przypuszczać można, że początek procesu kalifikacyjnego zaznacza się rozkładem niektórych minerałów pierwotnych na bezpostaciowe substancje ilaste. Zawartość tych składników jest znaczna i na ich podstawie można przypuszczać pewne podobieństwo kalifikacji do wietrzenia ilastego;

2. odmiany bardziej zmienione zawierają większe ilości krzemionki. Stąd mniemać można o pewnym pokrewieństwie kalifikacji, względnie dalszego jej rozwoju, z procesem silifikacji;
3. cechą charakterystyczną badanych skał przeobrażonych jest wysoka zawartość tlenku potasowego i to znacznie wyższa aniżeli w skałach świeżych. Przeprowadzone badania wykazały, że w odmianach silniej przeobrażonych następuje wiązanie tlenku potasowego w minerałach krystalicznych, odpornych na czynniki chemiczne. Ta przeważająca cecha kalifikacji stanowi pewne podobieństwo do procesu feldspatyzacji [2, 1].

Poznane przeobrażone s k a l i f i k o w a n e odmiany porfiru z Siedlec wykazują zmiany, których nie można jednak podporządkować ani wietrzeniu ilastemu ani też feldspatyzacji lub silifikacji. Niszczące, w odniesieniu do pierwotnych minerałów, działanie czynników przeobrażających badaną lawę zaznaczyło się całkowitym lub częściowym zniszczeniem tych składników skały, które były podatne na ich wpływ, jak np. skalenie, miki. Z tych składników pozostały substancje ilaste i częściowo krzemionka, wypełniająca niektóre zmienione prakryształy biotyту. Skutkiem działania tych samych czynników w skale przeobrażonej powstały nowe minerały krystaliczne. Są to: mikrolity o własnościach chemicznych i fizycznych, odpowiadających własnościom niektórych skaleni potasowych oraz agregatowe skupienia krystalicznej krzemionki w obrębie dawnych prakryształów. We wszystkich znanych mi odmianach porfiru z Siedlec te dwie grupy składników występują obok siebie. W odmianach silniej przeobrażonych znacznie prze-

ważają nowopowstałe minerały krystaliczne — w odmianach świeższych ta przewaga jest słabsza.

W odróżnieniu od skał sfelspatyzowanych, skalifikowany porfir z Siedlec zawiera znaczne ilości substancji ilastych obok dużych ilości składników krystalicznych, zasobnych w tlenek potasowy, tlenek glinowy i krzemionkę. Różnice te mogą być spowodowane rozmaitymi przyczynami: roztwory działające na lawę z Siedlec mogły nie być zbyt zasobne w połączenia potasowe, na co wskazują również wyniki badań chemicznych; czynnikiem takim mogły być również różnice temperatury lub ciśnienia roztworu; mogło też być współdziałanie wód powierzchniowych.

Proces kalifikacyjny, zmieniający porfiry z Siedlec, wykazuje pokrewieństwo z procesem felspatyzacji oraz podobieństwo do wierzenia ilastego i nieco mniejsze do silifikacji. Przeprowadzone badania wskazują, że kalifikacja porfiru z Siedlec przebiega w związku z działalnością wód głębszych.

* * *

Praca ta została wykonana pod naukowym kierownictwem Prof. dr Stefana K r e u t z a; szereg cennych rad udzielił autorowi Prof. dr Jan N o w a k; badania zostały wykonane w Zakładzie Mineralogii i Petrografii Akademii Górniczej w Krakowie, pozostającym pod opieką Prof. dr Walerego G o e t l a, który żywo interesował się i stale z autorem omawiał tok badań.

Gdy kreślę ostatnie zdania tej pracy, miło mi jest złożyć Im serdeczne podziękowania zarówno za życzliwe zainteresowanie jak i za cenne wskazówki.

Zusammenfassung.

Die Eruptivgesteine des westlichen Gebietes von Kraków waren schon Staszic im Jahre 1815 bekannt. Seit dieser Zeit sind jene Gesteine geologisch und petrographisch bearbeitet worden. Im Jahre 1909 wurde von Z. Rozen eine monographische Arbeit: Die alten Laven im Gebiete von Krakau herausgegeben. Diese Arbeit umfasst alle damals bekannten Fundorte mit genauer

Beschreibung, illustriert mit Zeichnungen und Photos, ist neuzeitig petrographisch beschrieben, fundiert auf mehr als zwanzig Analysen und vielen mikroskopischen Beobachtungen. Im Resultate der Untersuchungen der metamorphisierten Eruptivgesteine und Tuffe fand Z. R o z e n, dass diese Gesteine sich in einem speziellen Prozess verwandelten, welchen er K a l i f i k a t i o n nannte.

Starke Konzentration von K_2O , passives Verhalten von SiO_2 und Al_2O_3 , und Auslaugung aller anderen geochemischen Elemente, welche sich im frischen Gestein befanden, das sind die charakteristischen Eigenschaften des K a l i f i k a t i o n s-Prozesses. Die grössten Kontraste zeigt K_2O , dessen Menge, im Melaphyr von Poręba von 2.58% bis zu 8.93% im metamorphisierten Gestein ansteigt.

Ich hatte Gelegenheit, im Jahre 1935 einen neuen Fundort der metamorphen Eruptivgesteine im Krakauer Gebiet zu finden, u. zw. in S i e d l e c bei Krzeszowice (6 km NO vom Bahnhof Krzeszowice, an der Bahnlinie Kraków—Katowice). Dieses Gestein wurde im Versuchsschacht „Maria“, unter einer 6 m Schichte von Jurasandstein gefunden. Der Schacht „Maria“ wurde bis 51 m vertieft und erreichte nicht das Liegende. Vom Maria-Schacht wurde nördlich eine Suchstrecke vorgetrieben und nach 10 m eine Breccie aus schwarzem Kalkstein erreicht, welcher keine kontaktmetamorphe Veränderungen zeigte. Bei diesen Untersuchungsarbeiten fand ich keine frischen Eruptivgesteine, dagegen aber viele Arten von metamorphisierten Laven. Die frischeste von ihnen ist ein helles, bräunlich-graues Gestein mit frischen Biotiten und veränderten Feldspaten. Das am meisten metamorphisierte Gestein ist ganz weiss. In Spalten fanden sich die limonitischen Infiltrationen und tonige Anhäufungen.

Im chemischen Verfahren wurden drei Gesteine untersucht, es waren:

Gestein nr. 18 — das frischeste Gestein,

Gestein nr. 5 — das weisse harte Gestein, und

Gestein nr. 6 — das weisse bröckelnde Gestein.

Die Ergebnisse gebe ich in Tabelle 1 (s. S. 8) an. Im Vergleich mit den Analysen von Z. R o z e n (Tabelle 2, s. S. 10) und seinen petrographischen Beschreibungen ergab sich,

dass das Gestein von Siedlec mit dem Porphyr aus Miękina und Zalas bei Krzeszowice verwandt ist. Wenn ich die am meisten veränderten Gesteine mit dem frischesten vergleiche, so zeigt sich vom chemischen Standpunkte aus, dass: SiO_2 — die Menge von SiO_2 steigt. Das Verhältnis $\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3$ vergrößert sich:

Siedlec 5/18 von 4.69 zu 4.85

„ 6/18 von 4.69 zu 5.01

K_2O — steigt. Die Zunahme ist kleiner als in den von Z. R o z e n beobachteten Fällen. Z. R o z e n verglich die metamorphen Gesteine mit den ganz frischen Gesteinen. Ich verglich nur drei Arten von verschiedenen metamorphen Gesteinen. Daher wahrscheinlich dieser Unterschied.

Al_2O_3 — in den relativen Werten verhält es sich veränderlich. Die Menge aller anderen geochemischen Elemente verringert sich zu ganz kleinen Werten.

Ich machte Untersuchungen über den Einfluss von 1% Lösung von K_2CO_3 in Temperaturen $+15^\circ\text{C}$, $+60^\circ\text{C}$ und $+100^\circ\text{C}$ auf diese Gesteine. Im Ergebnis erhielt ich die Zunahme des K_2O . Diese Zunahme wird bedingt durch zwei Faktoren:

1. das Auslaugen der Teile der ursprünglichen Elemente des Gesteines;
2. die Adsorption des K_2O aus der Lösung.

Die Adsorption des K_2O in niedrigen Temperaturen ist ganz gering — erst in $+100^\circ\text{C}$ bekam ich überzeugende Ergebnisse. Der Einfluss der Temperatur ist grösser als der Einfluss der Zeit:

$+100^\circ\text{C}$ im 24 St. K_2O steigt von 6.72 auf 7.54%

$+15^\circ$ in 4 Wochen K_2O steigt von 7.13 auf 7.28%

Um die chemische Verbindung des K_2O im untersuchten Gestein aufzuklären, versuchte ich das frischeste Gestein Nr. 18, und das weisse Gestein Nr. 5 in konzentrierter heisser H_2SO_4 und Na_2CO_3 aufzulösen. Die Ergebnisse der Analysen sind auf den Tab. 6 (s. S. 19) und 7 (s. S. 20) angegeben. Auf Grund dessen zeigt sich, dass die Veränderung des Porphyr von Siedlec nicht nur durch die Zunahme von K_2O

charakterisiert, sondern auch durch die Bindung des K_2O in Mineralsubstanzen, welche widerstandsfähig gegen die Wirkung der H_2SO_4 und Na_2CO_3 sind.

Die Resultate der chemischen Analysen der weissen Tonsubstanz, welche sich in Klüften und Spalten der metamorphen Porphyre fanden, sind in der Tabelle 8 (s. S. 22) angegeben.

Aus den Erwägungen der Ergebnisse der chemischen Untersuchungen der metamorphen Porphyre und Tonsubstanz ergab sich die Möglichkeit der Entstehung dieser beiden Gesteine in einem Prozess, welcher die frischen Porphyre umwandelte.

Die Trennung der Mineralien in schwerer Lösung, die ich mit vier verschiedenen Porphyrrproben ausführte, ergab folgende Resultate:

Sp. Gewicht	Menge in Gew.-%
+ 2.90	0.3 — 1.5
2.64 — 2.90	2.1 — 3.8
2.51 — 2.64	84.4 — 89.7
— 2.51	7.8 — 10.1

In schwerer Fraktion befanden sich die Biotite (nur aus frischesten Gesteinen), Zirkon, Rutil, Turmalin, Apatit und Magnetit. Die Fraktion 2.64 — 2.90 besteht aus Quarz (hat selten Fragmente von Zirkon); 2.51 — 2.64 besteht auch aus Quarz und einem gewissen Mineral, welches anisotrop ist, mit geringer Doppelbrechung und Brechungsexponenten beiläufig 1.530. Neben diesem Mineral beobachtete man ein isotropes Mineral, welches einen niedrigen Lichtbrechungsexponenten besitzt.

In Bezug auf die chemische Zusammenstellung, die Metamorphisierung des Porphyrs und die Trennungsergebnisse nehme ich an, dass die metamorphen Gesteine aus Mineralien der Gruppe SiO_2 (Quarz), Kalifeldspat und aus Tonmineralien bestehen. Grössere Mengen von Glimmer sind wahrscheinlich nicht vorhanden.

Die Dünnschliffe zeigen unter dem Mikroskop einen grossen Unterschied zwischen den Kristallen und der

Grundmasse. In frischesten Gesteinen erhielten sich nur die gut erhaltenen Biotite. In allen andern Fällen sind die Kristalle ganz verändert. Die Biotite ergaben ein weisses, silberiges Produkt oder eine Pseudomorphose des SiO_2 . Die Feldspate sind umgewandelt und verhalten sich eigenartig. Im gewöhnlichen Lichte verhalten sie sich wie frische, klare Feldspate; zwischen gekreuzten Nikolen zerfallen sie in Aggregate der isotropen und anisotropen Substanz, welche eine niedrigere Doppelbrechung haben als Quarz. Quarzeindringlinge wurden nicht bemerkt. Die klaren Umrisse zeigen, dass das frische Gestein eine typische Porphystruktur hat. Die Grundmasse hat in ihren Abarten verschiedene Struktur. Ein Teil der Grundmasse, wie Quarz, Zirkon u. a. verhält sich unveränderlich. Die Grundmasse der frischesten Gesteine enthält Biotite und femische Komponenten. Ausserdem ist die Grundmasse kompakt, in welcher bei starker Vergrösserung die anisotropen Mikroliten zu unterscheiden sind, die ähnliche optische Eigenschaften haben, wie manche Kalifeldspate. Die Menge der Mikroliten ist in weissen, stark umgewandelten Porphyren viel grösser als in frischeren Gesteinen. Die definitive Bestimmung dieser Substanz ist sehr schwer, da sie dünner als die Dünnschliffe sind. Die Aenderungen der Grundmasse, welche mehr als 90% des Porphyrs ausmachen, entscheiden über den Bau des Produktes der Metamorphisierung.

Auf Grund der vorgenommenen Untersuchungen und der geologischen Position nehme ich an, dass das Gestein von Siedlec ein metamorphisierter Porphyr und komagmatisch mit anderen Krakauer Eruptivgesteinen ist. Dieses unbekannte frische Gestein hatte wahrscheinlich eine typische Porphystruktur mit mikrogranitischer Grundmasse. Die Bestandteile des metamorphen Porphyrs können wir in 4 Gruppen einteilen:

1. Quarz (eine geringere Rolle spielen die Mineralien wie Zirkon, Rutil usw.) verhält sich neutral, während des Prozesses;
2. restliche Formen gewisser Mineralien wie Biotit;
3. Tonsubstanzen, welche man mit heissem H_2SO_4 und Na_2CO_3 auslaugen kann;

4. neue kristallische Mineralien, die reich an K_2O , SiO_2 und Al_2O_3 sind, und welche gegen die Wirkung von H_2SO_4 und Na_2CO_3 widerstandsfähig sind.

Die Rolle dieser vier Gruppen ist verschieden. Diese Gesteinsmineralien, welche verändert wurden, geben das Material für den 2, 3 und 4 Teil der Komponenten. In frischeren Gesteinen sind mehr restliche Mineralien und Tonsubstanzen, als im weissen Porphy. Die Menge der kristallischen neuformigen Mineralien verhält sich umgekehrt. Wahrscheinlich besteht zwischen diesen zwei Gruppen eine gewisse Genesefolge:

- a. Tonsubstanz als Zersetzungsprodukt,
- b. Sorption des K_2O ,
- c. Kristallisation neuer Mineralien, reich an K_2O , SiO_2 und Al_2O_3 .

Alle anderen geochemischen Elemente wurden abgezogen.

Hinsichtlich der Art der Prozesse (K a l i f i k a t i o n), welche diesen Porphy umwandeln kann ich bemerken:

1. in allen metamorphisierten Gesteinen von Siedlec befinden sich grössere Mengen von Tonsubstanz (16—20%). Das ist ein Grund zur Annahme der Verwandtschaft der Kalifikation und Tonverwitterung;
2. grössere Mengen von SiO_2 in weissen, stark silifizierten Porphyren als in frischen Gesteinen zeigt eine Aehnlichkeit zwischen Kalifikation und Silifikation;
3. aber das grösste charakteristische Kennzeichen der Kalifikation ist die starke Steigerung der K_2O -Menge. Dieses K_2O ist in kristallischen, gegen die Wirkung des H_2SO_4 und Na_2CO_3 widerstandsfähigen Mineralien gebunden. Das gibt eine Aehnlichkeit mit der Feldspatisation.

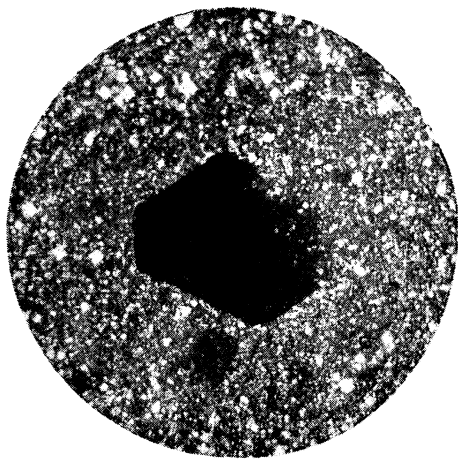
Die Kalifikation kann man keinem dieser drei Prozesse unterstellen, obgleich die Kalifikation ihnen nahesteht. Die Differenz konnte durch physisch-chemische Bedingungen der einwirkenden Lösungen entstehen. Der Kalifikationsprozess ist wahrscheinlich mit der Tiefwasserzone verbunden.

L i t e r a t u r a.

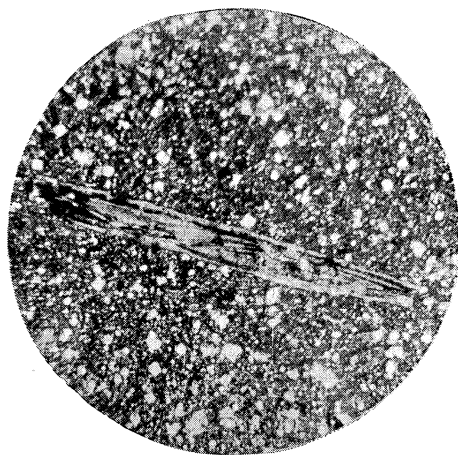
1. A n g e l F., S c h a r i z e r R. Grundriss der Mineralparagenese. Wien, 1932. — 2. B e h r e n d F., B e r g G. Chemische Geologie. Stuttgart, 1922. — 3. B e r g G. Vorkommen und Geochemie der mineralischen Rohstoffe. Leipzig, 1929. — 4. B o l e w s k i A. O pewnej skale przeobrażonej z okolic Krzeszowic. Sur une roche modifiée des environs de Krzeszowice. Pos. Nauk. P. Inst. Geol. Warszawa, 1936. — 5. B r o d e r J. Diabaze von Niedźwiedzia Góra bei Krzeszowice und sie begleitenden Gebilde. Bull. Intern. de l'Acad. Sc. et Lettres. Cracovie, 1931. — 6. D i t t l e r E. Gesteinsanalytisches Praktikum. Berlin, 1933. — 7. D o e l t e r C. Handbuch der Mineralchemie. Leipzig, 1924. — 8. G o e t e l W. Kontakt diabazu z piaskowcem permskim na Niedźwiedziej Górze w Krakowskiem. Spraw. P. Inst. Geol. Warszawa, 1921, t. I. — 9. G r o s s e r G. Die Veränderungen im Chemismus der Eruptivgesteine durch die Verwitterung. Chemie der Erde. XI. Jena, 1937. — 10. J a c o b J. Anteilung zur chemischen Gesteinsanalyse. Berlin, 1928. — 11. K u h l J. Tuf porfirowy z Filipowic jako tras. Porphyrtuff von Filipowice als Tras. Rocznik Pol. Tow. Geol. An. Soc. Géol. Pol. XII. Kraków, 1936. — 12. L a r s e n E. S. The microscopic determination of the nonopaque minerals. Washington, 1921. — 13. M e m e l M. Ab- und Umbau am Biotit. Chemie der Erde. XI. Jena, 1937. — 14. N o l l W. Die Sorption des Kaliums in tonigen Sedimenten und ihre Bedeutung für die Bildung des Kaliglimmers bei der Metamorphose. Chemie der Erde. VI. Jena, 1931. — 15. N o l l W. Ueber die geochemische Rolle der Sorption. Chemie der Erde VI. Jena, 1931. — 16. N o l l W. Synthese von Montmorilloniten. Chemie der Erde. X. Jena, 1936. — 17. P h i l i p s b o r n v. H. Tabellen zur Berechnung von Mineral und Gesteinsanalysen. Leipzig, 1933. — 18. R o s e n b u s c h H. Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien. Stuttgart, 1925. — 19. R o z e n Z. Stare lawy W. Ks. Krakowskiego. Die alten Laven im Gebiete von Krakau. Bull. de l'Acad. Pol. de Sciences de Cracovie. Cracovie, 1909. — 20. R o z e n Z. Pilolit z Miękini. Rozpr. Akademii Umiejętności. Kraków, 1914. — 21. R u t k o w s k i F. O budowie paleozoicznego grzbietu Dębnickiego. On the structure of the paleozoic dome of Dębnie near Cracow. Sprawozd. P. Inst. Geolog. IV. Warszawa, 1928. — 22. S e i f e r t H. Geologische Termometer. Fortschr. d. Mineralogie usw. XIV. Berlin, 1929. — 23. S c h w a r z, T r a g e s e r. Ueber die künstliche Umwandlung von Feldspat in Kaolin. Tonindustrie Z. 1934. Berlin. — 24. T h u g u t t St. J. O rozpuszczalności kwarcu w wodzie przekroplonej. Sur la solubilité du quartz dans l'eau. Archiwum Mineral. W. T. N. Archive de Mineralogie. V. Warszawa, 1929. — 25. Z a r ę c z n y St. Atlas geologiczny Galicji z. III. Mapa geologiczna krakowskiego okręgu. Części szczegółowej arkusz I. Oświęcim, Chrzanów, Krzeszowice. 1:75.000.

O b j a ś n i e n i e d o T a b l. I.
Erklärung zu Tafel I.

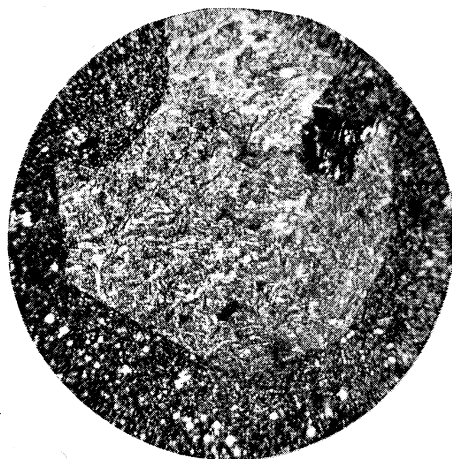
1. Porfir najslabiej zmieniony (okaz 18) — prakryształ biotyту. Nikole skrzyżowane. Pow. 60 ×.
Am wenigsten veränderter Porphyр (nr. 18) — frischer Biotit. Gekreutzte Nikols. Vergr. 60 ×.
 2. Porfir wybielony (silnie skalifikowany) — zmieniony prakryształ biotyту. Nikole skrzyżowane. Pow. 44 ×.
Gebilechter Porphyр (stark kalifiziert) — veränderter Biotit. Gekreutzte Nikols. Vergr. 44 ×.
 3. Porfir wybielony (silnie skalifikowany) — przeobrażony prakryształ skalenia — rozpada się na agregat produktów wtórnych. Nikole skrzyżowane. Pow. 25 ×.
Gebilechter Porphyр (stark kalifiziert) — veränderter Feldspat — zerfällt auf ein Agregat. Gekreutzte Nikols. Vergr. 25 ×.
 4. Porfir wybielony (silnie skalifikowany) — mikrolity w cieście skalnym. Światło spolaryzowane. Pow. 1380 ×.
Gebilechter Porphyр (stark kalifiziert) — Mikroliten in der Grundmasse. Polarisiertes Licht. Vergr. 1380 ×.
 5. To samo — Nikole skrzyżowane. Pow. 1380 ×.
Wie vorher — Gekreutzte Nikols. Vergr. 1380 ×.
-



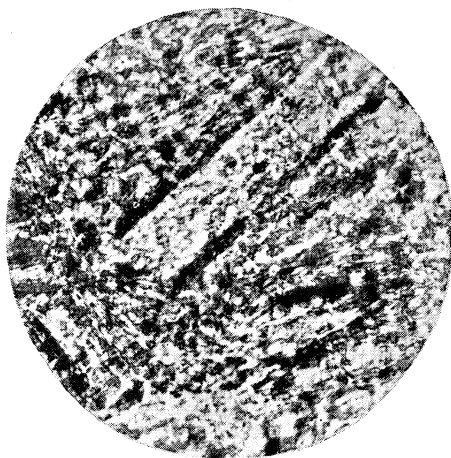
1.



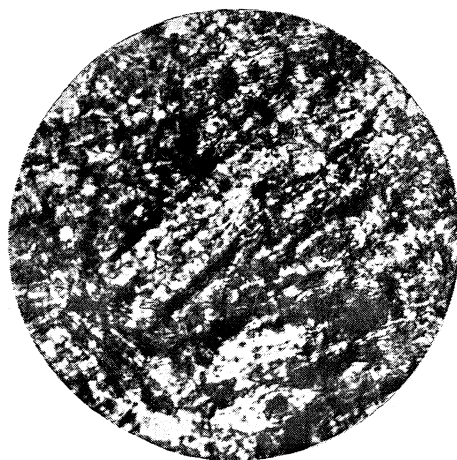
2.



3.



4.



5.