Tadeusz KAPUŚCIŃSKI¹, Maria PROBIERZ²

BADANIA MINERALOGICZNO-PETROGRAFICZNE TUFÓW BAZALTOWYCH TOWARZYSZĄCYCH ZŁOŻOM BAZALTOIDÓW Z DOLNEGO ŚLĄSKA ZE WSKAZANIEM KIERUNKÓW UTYLIZACJI

Streszczenie. Zbadano pod względem mineralogiczno-petrograficznym tufy bazaltowe ze złoża bazaltu w Męcince. Na podstawie badań mikroskopowych, chemicznych, rentgenograficznych i termiczno-różnicowych określono skład fazowy i chemiczny występującego tufu. Wśród składników tufu wydzielono lapille, bomby i szlaki wulkaniczne reprezentowane przez przeobrażony chemicznie bazalt oliwinowo-piroksenowy z udziałem zasadowego szkliwa wulkanicznego. Wyznaczono kierunki przeobrażeń chemicznych (zeolityzacji i montmoryllonityzacji). Wskazano na możliwości utylizacji frakcji piaskowej i pylastej tufu bazaltowego.

MINERALOGIC AND PETROGRAPHIC INVESTIGATIONS ON BASALT TUFFS ACCOMPANYING BASALTOID DEPOSITS FROM LOWER SILESIA WITH SUGGESTIONS OF WAYS OF THEIR UTILIZATION

Summary. Mineralogical and petrographical compound of tuff formations from basalt deposit in Męcinka were investigated. Microscopic, chemical, X-ray and DTA analysis determine phase and chemical components of the tuff. There are lapilli, volcanic bombs and porous volcanic slags represented by chemically transformed basalt with alkaline lave. The chemical changes, leading to occurrence of montmorillonites and zeolites, were determined. There was indicated the direction of utilisation of the examined tuffs.

¹Instytyt Materiałów Ogniotrwałych –Gliwice,² Katedra Geologii Stosowanej , Wydział Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej.

1. Wstęp

Przedstawione w pracy badania tufów bazaltowych ze złoża Męcinka Autorzy traktują jako pierwszy etap zaplanowanego przez nich rozpoznania petrograficznego tufów bazaltowych formacji bazaltowej Dolnego Śląska. Znaczenie badań utworów tufowych (piroklastycznych) wiąże się głównie z dwoma celami:

- możliwością utylizacji w gospodarce,
- przydatnością w rozważaniach genetycznych dotyczących dyferencjacji lawy bazaltowej i kierunków przeobrażenia chemicznego, biorąc pod uwagę szczególną podatność utworów tufowych na wietrzenie.

Tufy bazaltowe Dolnego Śląska badane były dotychczas wycinkowo. Brak również w dokumentacjach geologicznych złóż bazaltów bardziej szczegółowych danych dotyczących form występowania i badań petrograficznych tych utworów, stanowiących niepożądany odpad przy eksploatacji bazaltów jako kamienia budowlanego.

Z ważniejszych badań z tego zakresu wymienić można prace Birkenmajera K.(1966), Smulikowskiego K.(1962), Szpili K.(1962), Parachoniaka W.(1957), Chodynieckiej L., Kapuścińskiego T.(1967,1968), Chodynieckiej L., Gabzdyla W., Kapuścińskiego T.(1978). Od roku 1971 podjęte zostały bardziej intensywne badania zwietrzelin skał bazaltowych, obejmujących również zwietrzeliny utworów piroklastycznych. Wyniki tych prac przedstawione zostały w wielu publikacjach, m. in. Rutkowski M., Stajszczyk K. (1971), Stoch L. i inni (1977), Kościówko H.,Morawski T. (1986), Kaczmarek B. i inni (1993), Kaczmarek B. (1997).

Utwory te cechują się zwykle obecnością zasadowego szkliwa wulkanicznego o podwyższonym współczynniku załamania światła z domieszką faz krystalicznych, wśród których występują w różnym udziale pirokseny, plagioklazy, nefelin i oliwin. Znaczna podatność na przeobrażenia chemiczne, często z wytworzeniem przydatnych w praktyce faz mineralnych, np. montmorillonitu, kaolinitu, zeolitów itp. poszerza znacznie zakres i możliwości utylizacji tych utworów. W porównaniu do piroklastycznych utworów związanych z kwaśnymi lawami tufy bazaltowe będą wymagać jednak zastosowania pewnych zabiegów przeróbczych ze względu na niejednorodne uziarnienie i skład fazowy. Utwory tufowe związane z bazaltami ujawniają zwykle, w porównaniu z właściwymi bazaltami, odmienny, bardziej kwaśny charakter chemiczny spowodowany zróżnicowaniem się lawy w fazie erupcji. Występujące różnice wykorzystywane są jako jeden z parametrów określających sposób i kierunki dyferencjacji law bazaltowych (Kapuściński T., Pozzi M. 1981; Kapuściński T. 1989).

Omawiane utwory tufowe ze złoża bazaltu w Męcince charakteryzują się znacznym stopniem przeobrażenia chemicznego i zmienną granulacją od frakcji pylastej do gruboziarnistej. Wśród dominującej drobnoziarnistej, brunatnej zwietrzeliny piroklastycznej występują typowe dla tych utworów zwięzłe, wydłużone lapille i kuliste bomby wulkaniczne oraz charakterystyczne dla spieczonych partii law zasadowych uwarstwione, strzępiaste, porowate szlaki wulkaniczne.

2. Metodyka badań

Z powodu zróżnicowanego pod względem uziarnienia i stopnia przeobrażenia chemicznego materiału badawczego w eksperymentach wykorzystano kompleksowo metody analityczne - chemiczne, mikroskopowe, rentgenograficzne i derywatograficzne. W celu określenia stopnia i kierunku przeobrażenia chemicznego wydzielono z pobranego materiału wyróżniające się makroskopowo odmiany w kolejności wzrastającego rozkładu chemicznego. Odmiany te poddano analizie chemicznej, a następnie wyliczono wg metody Milotta i Bonifasa (1955) zmiany zawartości poszczególnych składników chemicznych przypadających na tę samą objętość skały. Metoda ta pozwoliła na ustalenie stopnia przeobrażeń chemicznych oraz migracji pierwiastków w procesie wietrzenia. W przybliżeniu pozwoliła również ustalić pierwotny skład chemiczny materiału piroklastycznego.

3. Skład fazowy

3.1. Materiał gruboziarnisty (lapille, gruz i bomby wulkaniczne)

Pod względem makroskopowym przedstawiają zwięzłe, kuliste lub wydłużone fragmenty lawy barwy brunatno-wiśniowej powierzchniowo pokrytej zwietrzeliną (fot. 1). W płytkach cienkich ujawniają typową dla bazaltu strukturę porfirową (fot. 4, 5). Wśród prakryształów wielkości 0.05 mm do 1.5 mm (średnio 0.5 mm) wyróżnić można kryształy oliwin zachowane w różnym stopniu. Nieliczne występują w stanie nieprzeobrażonym. Większość uległa



Fot.1. Materiał gruboziarnisty (lapille, gruz i bomby wulkaniczne) Photo 1. Coarse-grained material (lapilli, debris and volcanic bombs)



Fot. 2. Szlaka wulkaniczna Photo 2. Volcanic slag





- Fot. 4. Obraz mikroskopowy próbki 1. Mikrostruktura porfirowa z prakryształami oliwinu (1) i piroksenów (2). Ciasto skalne krystaliczne piroksenowo-plagioklazowe o strukturze fluidalnej Nikole skrzyżowane. Pow.200 x.
- Photo 4. Microscopic picture of sample 1. Porphyric microtexture with phenokrystales of olivine (1) and pyroxenes (2). Crystalline pyroxene-plagiclasic groundmass with a fluidic structure Crossed nicols, magnification 200x



- Fot. 5. Obraz mikroskopowy próbki 1. Mikrostruktura porfirowa z prakryształami piroksenów, oliwinu i plagioklazu (3). Ciasto skalne piroksenowo-plagioklazowe, wolne przestrzenie wypełnia szkliwo wulkaniczne. Nikole skrzyżowane. Pow. 200 x.
- Photo 5. Microscopic picture of sample 1.Porfiric microtexture with pyroxene, olivine and plagioclase pracrystals (3).Pyroxene-plagioclasic groundmass, free spaces are filled with volcanic glaze. Crossed nicols, magnification 200x.



94

serpentynizacji, często występują obwódki iddingsytu. Charakterystyczna jest znaczna nietypowa dla właściwych bazaltów zawartość prakryształów piroksenowych, często o budowie pasowej lub klepsydrowej. Kąt ściemniania światła $z / \gamma = 38^{\circ}$ wskazywał na augit diopsydowy. Ciasto skalne jest krystaliczne, zbudowane w podstawowej masie z drobnych kryształów piroksenowych i plagioklazów. Wolne przestrzenie między kryształami piroksenów i plagioklazów wypełnia brunatne, izotropowe szkliwo wulkaniczne częściowo zdewitryfikowane (fot. 5).Ciasto skalne przetkane jest drobnymi ziarnami magnetytu.

Przebieg krzywej DTA (rys. 1, próbka 1) wskazuje na pewien stopień przeobrażenia chemicznego. Słabe efekty endotermiczne w temp. 110°C i 510°C oraz przegięcie krzywej w temp. 870°C mogą dowodzić początku procesu zeolityzacji i montmorillonityzacji. Potwierdza go również niewielki ubytek masy 9.3%.

3.2. Szlaka wulkaniczna (fot. 2)

Przedstawia pod względem makroskopowym uwarstwiony, silnie porowaty materiał piroklastyczny barwy brunatnej. W mikroskopie ujawnia strukturę mikroporfirową (fot. 6, 7) i teksturę porowatą. Wśród prakryształów występują w znacznym stopniu przeobrażone kryształy oliwinu. Ciasto skalne, przesycone ziarnami magnetytu i uwodnionymi tlenkami żelaza barwy brunatnej, zawiera nieliczne, wydłużone listewkowe kryształy piroksenów i



Fot. 6. Obraz mikroskopowy próbki 2. W podstawowej masie piroksenowo-plagioklazowej widoczne w środku pola widzenia zeolity o budowie koncentryczno-włóknistej. Nikole skrzyżowane. Pow. 200 x.

Photo 6. Microscopic picture of sample 2. In the basic pyroxene-plagioclase mass the zeolites of concentric fibrous structure have been seen in the middle of the visual field. Crossed nicols, magnification 200x.



Fot. 7. Obraz mikroskopowy próbki 2. Na pierwszym planie widoczny por, na granicy wydzielone zeolity o budowie koncentrycznej. Nikole skrzyżowane. Pow. 200 x.

Photo 7. Microscopic picture of sample 2. At the first stage the crack is seen with zeolites of concentric structure separated at the border. Crossed nicols, magnification 200x.

plagioklazów. Charakterystyczna jest obecność związanych ze szkliwem wulkanicznym koncentryczno-włóknistych skupień o cechach optycznych zeolitów. Koncentrują się one często na granicy porów (fot. 7). Obecność zeolitu może potwierdzić przebieg krzywej DTA (rys.1, próbka 2), szczególnie w zakresie 150°C -500°C .Dowodzi on występowania dwóch faz . Efekt endotermiczny w temp. 150°C,510°C, 810°C i 900°C wskazuje na obecność montmorillonitu. Podwójne załamanie natomiast w temp. 200°C - 500°C na krzywych DTG i TG świadczące o zmianie szybkości odwodnienia jest typowe dla rozkładu zeolitów (Ciciszwili G.W., i inni 1990). Na obecność zeolitu wskazują również słabe linie dyfrakcyjne odpowiadające fazie chabazytu w wykonanym rentgenogramie (tab. 1).

3.3. Piasek wulkaniczny

Makroskopowo frakcja ta przedstawia silnie przeobrażony, słabozwięzły materiał piroklastyczny barwy brunatno-wiśniowej z jaśniejszymi przerostami składników barwy żółtej (fot. 3). Podstawowa masa jest silnie porowata, w znacznym stopniu przesycona tlenkami żelaza (fot. 8). Nielicznie zachowane kryształy oliwinu przeobrażone są w



- Fot. 8. Obraz mikroskopowy próbki 3. W podstawowej masie piroksenowo-plagioklazowej w znacznym stopniu przeobrażonej widoczne nieliczne zmienione chemicznie prakryształy oliwinu i piroksenów. Na granicy porów widoczne obwódki zeolitowe. 1 Nikol. Pow. 200 x.
- Photo 8. Microscopic picture of sample 3. There are sparse chemically transformed phenokrystals of olivine and pyroxenes in the basic pyroxene-plagioclasic mass. At the pore border the zeolite fringe is seen. 1 nicol, magnification 200x.

iddingsyt. W masie podstawowej i na granicy porów występują drobnołuseczkowate produkty przeobrażenia materiału piroklastycznego zidentyfikowane jako nontronit z domieszką zeolitów.

Derywatogram (rys. 2, próbka 3) wykazuje zbliżony przebieg zmian termicznych do próbki szlaki wulkanicznej. Wyraźniej zaznaczony jest efekt egzotermiczny w temp. 900⁰C, co wskazywałoby na pewien wzrost zawartości zeolitu. Podwyższony stopień przeobrażenia wyrażony jest większym ubytkiem masy ok.18% na krzywej TG.

3.4. Popiół wulkaniczny

Makroskopowo przedstawia pylasty, drobnołuseczkowaty materiał ilasty, pęczniejący pod wpływem zawilgocenia. Wykonany rentgenogram (tab. 1) i derywatogram (rys. 2, próbka 4) wskazuje na dominację montmorillonitu (nontronitu) z pewną zawartością skaleni oraz tlenków żelaza.Często nontronit występuje w formie nieregularnych żyłek w masie skalnej (fot. 9).





- Fot. 9. Obraz mikroskopowy próbki 4. Pierwotna struktura tufu poprzecinana żyłkami montmorillonitu. Nikole skrzyżowane. Pow. 200 x.
- Photo 9. Microscopic picture of sample 4. Primary structure of tuff intersected by montmorillonite mapping. Crossed nicols, magnification 200x.

Tabela 1

Szlaka wulkaniczna		Piasek wulkaniczny		Popiół wulkaniczny	
Id _{hkl}	Identyfikacja	Id _{hk1}	Identyfikacja	Id _{hk1}	Identyfikacja
13.1	Montmoril.	13.2	Montmoril.	15.4	Montmoril.
7.3	Haloizyt	7.38	Serpentyn	4.47	Montmoril.
6.89	Chabazite				
4.44	Montmoril.	7.14	Kaolinit,	3.77	Skaleń
	Haloizyt		Serpentyn		
4.32	Chabazite	4.45	Montmoril.	3.19	Skaleń
4.03	Skaleń	4.29	Montmoril.	2.93	Skaleń
4.05	Chabazite				
3.70	Skaleń	3.69	Serpentyn	2.77	Montmoril.
3.29	Skaleń	3.54	Kaolinit,	2.50	Montmoril.
3.23	Chabazite		Serpentyn		
2.92	Skaleń	3.25	Skaleń	2.50	Skaleń
	Chabazite				
2.55	Haloizyt	2.55	Kaolinit		
2.54	Skaleń	2.55	Montmoril.		
2.37	Haloizyt				
2.12	Skaleń				
1.73	Haloizyt				

Wyniki badań dyfraktogramów wybranych próbek tufu bazaltowego z Męcinki

4. Skład chemiczny

Skład chemiczny wytypowanych próbek tufu zestawiono w tab.2. Potwierdza on występujące, różne w poszczególnych próbkach, chemiczne przeobrażenia, przejawiające się we wzroście zawartości składników lotnych (H_2O) i niskich ilościach alkaliów. Charakterystyczna jest wysoka stosunkowo zawartość Fe₂O₃.

Dla przedstawienia ilościowych zmian poszczególnych składników w próbkach o różnym stopniu przeobrażenia chemicznego wyliczono metodą Millota i Bonifasa [1955] ich zawartości, przypadające na tę samą objętość skały. Wyniki analiz i odpowiednich przeliczeń przedstawiono w tab. 2 i 3.

Tabela 2

Składniki	Próbka 1	Próbka 2	Próbka 3	Próbka 4
chemiczne	% wag.	% wag.	% wag.	% wag.
SiO ₂	42.68	42.19	43.28	40.72
Al ₂ O ₃	14.58	16.64	13.34	14.60
Fe ₂ O ₃	15.12	14.18	12.13	14.73
TiO ₂	0.27	0.18	0.21	0.20
CaO	10.18	5.93	6.26	7.00
MgO	5.52	4.26	4.05	5.03
MnO	0.12	0.10	0.10	0.10
Na ₂ O	0.08	0.06	0.07	0.08
K ₂ O	0.06	0.06	0.06	0.08
H ₂ O	10.74	16.39	19.23	17.81
Suma	99.35	99.99	98.73	100.35

Skład chemiczny wytypowanych próbek tufu bazaltowego ze złoża bazaltu w Męcince

Z przeliczeń tych wynika stopniowy spadek zawartości SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO i MgO oraz alkaliów przy jednoczesnym wzroście zawartości H₂O . Występujące ubytki, ściśle skorelowane ze wzrostem zawartości wody, wskazują na hydatogeniczne przeobrażenia prowadzące do zeolityzacji i montmorillonityzacji tufu najprawdopodobnie pod wpływem roztworów hydrotermalnych. Przypuszczalne zmiany ubytków składników chemicznych w procesie przeobrażeń próbki 1 przedstawiono w tabeli 4. Skład materiału piroklastycznego wyliczono z analizy 1 (o najniższym stopniu przeobrażenia). Biorąc w analizach pod uwagę przypadające na zawartość H₂O przypuszczalne ubytki SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO,MgO (tab.4) przeliczono analizę 1 do 100% po odjęciu zawartości H₂O i dodaniu przypadających na tę ilość H₂O ubytków ww. składników. Przypuszczalny skład chemiczny pierwotnego materiału klastycznego przedstawiono w tab.5.

Tabela 3

Składniki	Próbka 1	Próbka 2	Próbka 3	Próbka 4
chemiczne				
SiO ₂	84.93	69.20	66.65	58.64
Al ₂ O ₃	29.01	27.28	20.19	21.02
Fe ₂ O ₃	30.09	23.25	18.68	21.21
TiO ₂	0.54	0.29	0.32	0.29
CaO	20.26	9.72	9.64	10.08
MgO	10.98	6.99	6.24	7.24
MnO	0.24	0.16	0.15	0.14
Na ₂ O	0.16	0.10	0.11	0.11
K ₂ O	0.12	0.10	0.09	0.11
H ₂ O	21.37	26.88	29.61	25.64
Gęstość pozorna	1.99	1.64	1.54	1.44
ρ , 10 ³ kg /m ³				

Ilościowe zmiany zawartości podstawowych składników chemicznych przypadające na 10⁻⁴ m³ skały

Tabela 4

Przypuszczalne zmiany podstawowych składników chemicznych w procesie wietrzenia próbki 1

Składniki	Próbka 1	Próbka 4	Ubytek	Ubytki	Ubytki
			(1-4)	% wag.	% wag
				na	na 10.74%
% wag.	10^3 kg/m ³	10^3 kg/m ³	10^3 kg/m ³	1%	H ₂ 0
				H ₂ O	
SiO ₂	84.93	58.64	26.29	6.17	66.22
Al ₂ O ₃	29.01	21.02	7.99	1.87	20.13
Fe ₂ O ₃	30.08	21.21	8.88	2.08	22.38
CaO	20.26	10.08	10.18	2.39	25.70
MgO	10.98	7.24	3.74	0.87	9.44
TiO ₂	0.54	0.29	0.25	0.06	0.65
MnO	0.24	0.14	0.10	0.02	0.25
Na ₂ O	0.16	0.11	0.05	0.01	0.15
K ₂ O	0.12	0.11	0.01	0.009	0.01
H ₂ 0	21.37	25.64	4.27	1.00	10.74

Tabela 5

Składniki	Pierwotny materiał	Bazalt	
% wag.	piroklastyczny	[Kapuściński T;	
_	% wag.	Pozzi M.1985]	
SiO ₂	46.85	44.10	
Al ₂ O ₃	14.92	13.86	
Fe ₂ O ₃	15.70	13.96	
TiO ₂	0.39	3.50	
CaO	15.43	11.93	
MgO	6.43	9.40	
MnO	0.16	0.18	
Na ₂ O	0.09	2.59	
K ₂ O	0.03	0.09	
Suma	100.00	99.61	

Przypuszczalny skład chemiczny pierwotnego materiału klastycznego

Jak wynika z tabeli 5, pierwotny skład szklistego materiału piroklastycznego wykazuje zdecydowany, kwaśniejszy charakter chemiczny w stosunku do głównej masy bazaltowej, odpowiadający trachybazaltowi. Wysoka zawartość CaO (15.43 %) wskazuje na podwyższoną zawartość skaleni, a wyniki tej analizy na występującą w fazie erupcji dyferencjację grawitacyjną.

Podsumowanie

- Analizowane w pracy utwory tufowe występujące w złożu bazaltu w Męcince reprezentują w znacznym stopniu przeobrażony chemicznie materiał piroklastyczny z obecnością nielicznie zachowanych lapilli, bomb wulkanicznych oraz charakterystycznych dla law zasadowych porowatych szlak wulkanicznych.
- 2. Wydzielone stosunkowo najmniej przeobrażone lapille i bomby wulkaniczne ujawniają mikrostruktury porfirowe. Charakterystyczna jest podwyższona zawartość prakryształów diopsydu augitowego obok oliwinu. Ciasto skalne piroksenowo-plagioklazowe zawiera podwyższone ilości zdewitryfikowanego szkliwa wulkanicznego.
- Drobnoziarnisty materiał piroklastyczny o wyróżniającym się makroskopowo podwyższonym stopniu przeobrażenia reprezentowany jest głównie przez montmorillonit (nontronit) z domieszkami oliwinu, piroksenów i plagioklazów oraz tlenków żelaza (magnetytu, hematytu).

- 4. Przeprowadzone analizy: mikroskopowa, chemiczna, rentgenograficzna i derywatograficzna próbek tufu uszeregowanych w kolejności postępującego stopnia przeobrażenia chemicznego, pozwoliły, przy zastosowaniu metody Millota i Bonifasa, określić kierunek tego przeobrażenia. Wykazane zmiany w składzie chemicznym odniesione do tej samej objętości skały wskazują na hydatogeniczne przeobrażenia związane z zeolityzacją i montmorillonityzacją materiału piroklastycznego.
- 5. Wykorzystując metodę Millota i Bonifasa, wyliczono z analizy chemicznej przypuszczalny,pierwotny skład materiału piroklastycznego. Cechuje go podwyższona zawartość SiO₂ (46.85%), CaO (15.43%) i Fe₂O₃ (15.70%). Skład ten zdecydowanie kwaśniejszy niż główna masa bazaltowa odpowiada trachybazaltowi (tab.5),wskazuje na występującą w fazie erupcji dyferencjację grawitacyjną wzbogacającą materiał piroklastyczny w skalenie i szkliwo wulkaniczne.
- 6. Wykazane cechy fizyczne (niska gęstość i drobne uziarnienie) oraz skład fazowy i chemiczny frakcji piaskowej i pylastej ukierunkowują ich utylizację do produkcji lekkiego kruszywa oraz jako topnika trudnospiekających się mas ceramicznych (wysoka zawartość topników).

LITERATURA

- Birkenmajer K.: Bazaltowe formy wulkaniczne Dolnego Śląska. Wszechświat, nr 7 8, str.171-175. Kraków 1966.
- Chodyniecka L., Kapuściński T.: Pokrywy bazaltowe i towarzyszące im tufy w miedzionośnej niecce północno-sudeckiej. Cz. I. Bazalty z kopalni "L". Zeszyty Nauk. Pol.Śl. s.Górnictwo, z.21,1967.
- Chodyniecka L., m Kapuściński T.: Cz.II. Bazalty i tufy z kopalni "K". Zeszyty Nauk. Pol.Śl. s.Górnictwo, z.22,1967.
- Chodyniecka L., Kapuściński T.: O montmorylonityzacji tufów bazaltowych z rejonu miedzionośnej niecki północnosudeckiej. Zeszyty Nauk. Pol. Śl. s. Górnictwo, z.30, 1968.
- Chodyniecka L., Gabzdyl W., Kapuściński T.: Bazałty Śląskie jako baza surowcowa do produkcji wełny mineralnej. Zeszyty Nauk. Pol. Śl. s. Chemia z.83,1978.
- Ciciszwili G.W. i inni: Zeolity naturalne. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne.Warszawa 1990.

- Kaczmarek B. i inni: Ocena jakościowo-ilościowa zwietrzelin bazaltowych jako surowców bentonitowych dla różnych zastosowań. Opr. w ramach 3p. 405 028 05, 1993.
- Kaczmarek B.: Zwietrzeliny bazaltowe obszaru Leśna Miłoszów (Dolny Śląsk) oraz próba ich wykorzystania. Gosp. Sur. Min. T. 13 z. 1. 1997.
- Kapuściński T., Pozzi M.: Przyczynek do poznania dyferencjacji masywu gabrowo-diabazowego w rejonie Słupca. Kwart. Geol.. nr 35, s. 233-242,1981.
- Kapuściński T.: The occurrence of anorthocllase basalit (mugearite) in the area of Leśna – Brzozy (Lower Silesia).Min. Polonica 20.Nr.2 .1989.
- Kościówko H., Morawski T.: Charakterystyka litologiczna zwietrzelin skał bazałtowych Dolnego Śląska i możliwości ich wykorzystania. Arch. Min. 103 - 110, 1986.
- Millot G., Bonifas M.: Transformations isovolumetriques dans les phenommenes de laterisation et bauxitisation. Bull du serv.de la Carte Geol. d'Alsace et de Lorraine, 8, fasc.1, 1955.
- Rutkowski M., Stajszczyk K.: Badania przydatności krajowych iłów bentonitowych jako surowców do produkcji ziem odbarwiających i mas formirskich. Pr.Pol. Wr. Nr 4.,1971.
- 14. Smulikowski K.: Regionalna geologia Polski. T. 3, cz. 2, Warszawa 1962.
- Stoch L. i inni: Dolnośląskie zwietrzeliny bazaltowe. Prace Mineralogiczne PAN. Nr 58 Ossolineum, 1977.
- Szpila K.: Pierwiastki śladowe w zasadowych wulkanitach Dolnego Śląska. Arch. Miner.
 23, nr 2, str.431-452.Warszawa 1962.

Recenzent: Prof. dr inż. Józef Sawków

Abstract

Investigations embraced tuff formations present in the basalt deposit of Męcinka. These formations represent highly chemically transformed sand and volcanic ash. Rarely the bigger fragments of lapilli, volcanic bombs and porous volcanic slags, characteristic for alkaline laves, are preserved. Separated relatively the least transformed lapilli and volcanic bombs perform porphurc microtextures. The presence of increased amount of olivine and pyroxenes (augite diopside) among the phenocrystales is characteristic. The pyroxene-plagioclase rocky groundmass is enriched with devitrificated volcanic glaze. Sand and volcanic ash perform the

high step of chemical transformation The main products are montmorillonites, zeolites and iron oxides. From the primary components of tuff mainly plagioclases, magnetite and low amounts of transformed olivine and pyroxene are left. Analysis of the direction of chemical changes of tuff samples in order of their progressive transformation show the hydatogenic changes due to the zeolitization and montmorillonization processes of the primary pyroclastic material. On the basis of the migration of chemical components in the process of transformation of investigated tuff, estimated by Millot and Bonifas's method, the primary presumable composition of the pyroclastic material was established. It has got increased content of SiO₂ (46.85%), CaO (15.43%) and Fe₂O₃ (15.70%). This composition is unquestionably more acidic in comparison to the mean composition of basalt sediment and refers to trachybasalt. It indicates that gravitational differentiation takes place during a volcanic eruption, which enriches pyroclastic material in feldspars and volcanic glaze. The determined physical properties indicate the direction of utilisation of investigated tuff towards the production of light aggregate or fluxes for hardly sintering ceramic masses.