



Z GŁĘBI ZIEMI!



Gliwice 2016

STUDENCKIE KOŁO NAUKOWE GEOLOGÓW SILESIAŃ
POLITECHNIKA ŚLĄSKA
INSTYTUT GEOLOGII STOSOWANEJ

Z GŁĘBI ZIEMI

Materiały konferencyjne
**II Studenckiej Konferencji Naukowej
GEO-FLOW**
Studencki przepływ wiedzy!

Gliwice 2016

Projekt okładki i opracowanie graficzne: Walentyna RESPONDEK

Redakcja techniczna: Alicja SWEBODZIŃSKA
Walentyna RESPONDEK

ISBN

Konferencja pod honorowym patronatem
Jego Magnificencji **Rektora Politechniki Śląskiej**
prof. dr hab. inż. Arkadiusza Mężyka

Komitety organizacyjny

Paulina PACA

Joanna KOMOR

Walentyna RESPONDEK

Alicja SWEBODZIŃSKA

Aleksandra SZWAJA

Komitety naukowy

Małgorzata LABUS

Alicja BAKALARZ

Magdalena DUCHNOWSKA

Ewa KRZESZOWSKA

Organizatorzy Konferencji:

**Studenckie Koło Naukowe
Geologów SILESIAN**
Politechnika Śląska



www.silesian.polsl.pl

**Studenckie Koło Naukowe
GÓRNIK**
Politechnika Wroclawska



www.skngornik.pwr.edu.pl

Instytucje wspierające:

**Instytut Geologii
Stosowanej**
Politechnika Śląska



Koło zakładowe SITG
przy Politechnice Śląskiej



**Instytut Nauk
Geologicznych**
Polskiej Akademii Nauk



Sponsorzy:



Z głębi Ziemi...

... to temat II Studenckiej Konferencji Naukowej z cyklu „Geo-Flow – Studencki przepływ wiedzy!”, organizowanej wspólnie przez dwa studenckie koła naukowe: Koło „Silesian”, reprezentujące Politechnikę Śląską, zrzeszające studentów geologii, i koło „Górnik”, reprezentujące Politechnikę Wrocławską, zrzeszające studentów kierunków górniczych. Celem tej współpracy było umożliwienie wymiany doświadczeń pomiędzy studentami uniwersytetów i uczelni technicznych, studiującymi na kierunkach geologicznych, górniczych i pokrewnych. To **Z GŁĘBI ZIEMI** młodzi naukowcy czerpali inspiracje do zaprezentowanych prac z dziedziny *górnictwa, geologii, hydrogeologii i mineralogii*. Niniejsze opracowanie stanowi zbiór referatów wygłoszonych w ramach Konferencji, która odbyła się w dniach 13-15 listopada 2016 roku w Kletnie koło Stronia Śląskiego.

SPIS TREŚCI

Chmura A., Charakterystyka skarpy osadów rzecznych w dolinie Wisły na terenie OZG „Dwory-Libet II” w Oświęcimiu.....	9
Czaja K., Szarowski M., Paleobazalty wyżyny Śląsko-Krakowskiej w świetle badań mössbauerowskich	19
Karpińska N., Bagiński M., W poszukiwaniu śląskich paleoskarbów – Studencki Obóz Poszukiwawczy PAN – Miedary.....	29
Konieczna M., Aktualne osiągnięcia w zakresie poprawy jakości taśm przenośnikowych.....	41
Paca P., Respondek W., Fulguryty – skamieniałe pioruny?	49
Raczko J., Wstępna analiza możliwości wykorzystania ilów warwowych z okolic warszawy do wytwarzania ceramicznych filtrów piankowych z dodatkiem SiC.....	59
Swebodzińska A., Pązik P., Szwaja A., Wpływ przedozowania spieniacza na wynik flotacji łupka miedzionośnego	67
ABSTRAKTY	
Andrychowicz A., Modelowanie współdziałania wód podziemnych i powierzchniowych na terenach przeobrażonych antropogenicznie	77
Bieńko T., Mikroskop optyczny – skaningowy mikroskop elektronowy – mikrosonda elektronowa, czyli jak racjonalnie wykorzystać dostępne technologie analityczne do badań próbek geologicznych.....	79

Blajda P., Co nowego w Kletnie? Wtórne minerały złoża polimetalicznego.....	81
Buszta K., Warunki hydrogeologiczne rejonu chmielnika (województwo świętokrzyskie)	83
Goryl M., Marynowski L., Dystrybucja <i>n</i> -alkanów charakterystyczna dla materii organicznej pochodzenia lądowego w ediakarskich skałach osadowych platformy wschodnioeuropejskiej.....	85
Jędrych M., Pieńkowska A., Ofiolity jako dowody na obdukcję dna oceanicznego – omówienie sekwencji na podstawie ofiolitu Sewan-Akera w Armenii	87
Kawa K., Zmienność chemiczna wód mineralnych Lubatówki k. Iwonicza-Zdrój	89
Malata M., Krążenie wód podziemnych w południowej części masywu Babiej Góry.....	91

Anna CHMURA

SKNG Silesian, Politechnika Śląska

CHARAKTERYSTYKA SKARPY OSADÓW RZECZNYCH W DOLNIE WISŁY NA TERENIE OZG „DWORY-LIBET II” W OŚWIĘCIMIU

Streszczenie: Celem pracy była charakterystyka osadów rzecznych w dolinie Wisły, na terenie OZG „Dwory-Libet II” w Oświęcimiu. Badaniu zostało poddane sztuczne odsłonięcie, gdzie pobrano próbki i scharakteryzowano wydzielone litologiczne. Analizę składu mineralnego dokonano poprzez: opis makroskopowy, badania mikroskopowe w świetle przechodzącym, w tym analizę minerałów ciężkich, analizę termiczną, oraz badanie rentgenowskie. Badane osady charakteryzują się zmiennym składem mineralnym i dużą zmiennością teksturalną. Głównym składnikiem występującym we wszystkich osadach jest kwarc zabarwiony związkami żelaza. Stwierdzono również obecność takich składników mineralnych jak: biotyt, skalenie potasowe, min. ilaste i substancja organiczna. Uzyskane wyniki badań wskazują na duże zróżnicowanie osadów w profilu, świadczące o zmieniającym się przebiegu koryta rzeki.

CHARACTERISTICS OF ALLUVIUM IN THE VALLEY OF THE VISTULA RIVER IN THE OPENCAST MINE "DWORY-LIBET II" IN OŚWIĘCIM

Summary: The aim of the work is characteristics of alluvial deposits in the valley of the Vistula river in the Opencast Mine "Dwory-Libet II" in Oświęcim. The exposed artificial escarpment lithology was described and sampled. The following analysis were performed: macroscopic description, mineral composition (including heavy minerals) description with use of transmitted light microscopy, thermal analysis, and XRD. The studied sediments are differentiated regarding texture and mineral composition. The main component present in all sediments is quartz, which grains are coated with iron compounds. There was also stated the presence of other minerals, as: biotite, potassium feldspar, clay minerals as well as organic matter. The obtained results indicate a wide variation of sediment in profile, showing the changing course of the river.

1. Wstęp

Obszar badań znajduje się na terenie Odkrywkowego Zakładu Górniczego „Dwory-Libet II” w Oświęcimiu, w województwie małopolskim. Przedmiotem eksploatacji jest kruszywo naturalne, przede wszystkim żwir, pospółka oraz piasek. Pod względem położenia geograficznego, jest to zachodnia część makroregionu Kotlina Oświęcimska, Dolina Górnej Wisły (odcinek oświęcimski - rozpoznany jako fragment holocenijskiej terasy rzeki Wisły). Pod względem morfologicznym obszar ten stanowi wyrównaną powierzchnię. Rzędne terenu wahają się od 225,0 - 227,5 m n.p.m., natomiast zwierciadła wody znajdują się na poziomie od 214 do 215 m n.p.m. Teren jest całkowicie pokryty łąkami i nieużytkami rolnymi.

Koryto rzeki Wisły w jej górnym biegu jest uregulowane, poprzez skrócenie biegu i umocnienie brzegów obwałowaniami (Ciszewski, Czajka, 2009). W okolicy Oświęcimia równinę aluwialną buduje 2-2,5 metrowe ogniwo gliniasto-piaszczyste osadów pozakorytowych, podścielonych 8-10 metrową warstwą piasków i żwirów (Starkel, 2001). Przed regulacją rzeki przebieg koryta zmieniał się, co powoduje zróżnicowanie profili osadów.

Już od początku XIX wieku, wraz z rozwojem przemysłu w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym rzeka obciążona była zrzutami ścieków przemysłowych. Mimo zmniejszającego się w ostatnich latach zanieczyszczenia, wody rzeki Wisły w jej górnym biegu należą do V klasy czystości, a osady są silnie zanieczyszczone kadmem i cynkiem (Helios-Rybicka i in., 2001; Ciszewski, Czajka, 2009). W osadach piaszczystych koncentracja kadmu i cynku jest kilkakrotnie większa niż powinna występować w naturalnych warunkach. Ciekawym zjawiskiem jest wyraźna aktywność izotopu ^{137}Cs , co jest interpretowane jako wynik eksperymentów nuklearnych prowadzonych od 1954 roku (Czajka, 2007).

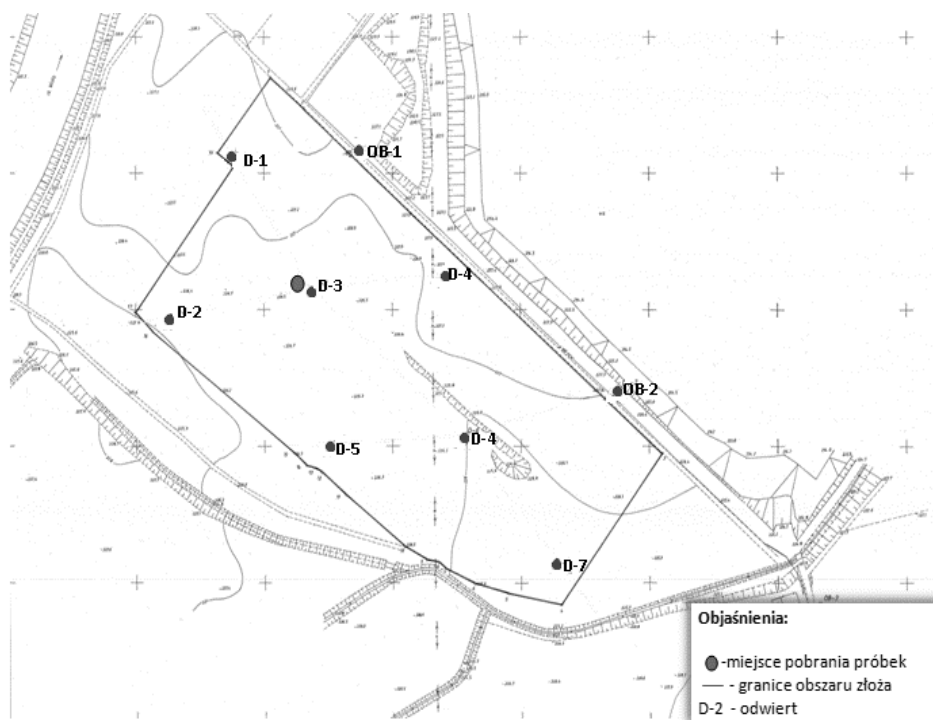
Najstarszymi osadami badanej serii złożowej są mioceńskie utwory ilaste, na których spoczywają bezpośrednio utwory holocenu. Na żwirach dawnej łachy korytowej stwierdzono masywne utwory pylaste, które pokrywają piaski średnioziarniste i drobnoziarniste, przewarstwione wkładkami pylastymi. Ponad lustrem wody występują rdzawe osady żwirowe i piaszczyste wraz z pospółką. W części stropowej rozpoznano jasne piaski średnioziarniste, przewarstwione ciemnymi mułkami, o sporej zawartości materii organicznej wraz z okruchami węgla widocznymi makroskopowo. Najmłodszymi osadami na badanym obszarze są holocenijskie utwory (gliniaste, gliniasto-pylaste i gliniasto-piaszczyste) oraz warstwa gleby.

2. Opróbowanie i metody badawcze

Badaniem zostało objęte sztuczne odsłonięcie, znajdujące się w okolicach odwiertu geologicznego D-3 na terenie odkrywki (ryc. 1).

Analiza składu mineralnego została przeprowadzona przy użyciu:

- metody mikroskopowej (wraz z analizą minerałów ciężkich);
- analizy termicznej;
- metody rentgenowskiej.



Ryc. 1. Szkic sytuacyjny odkrywki, wraz z lokalizacją odwiertów wykonanych przez zakład „Dwory-Libet II”

Z analizowanej skarpy pobrano 10 próbek skał, po jednej z każdej wydzielonej warstwy. Próbki zostały opisane makroskopowo, a wybrane z nich – poddane dalszym badaniom. W obrębie analizowanej skarpy stwierdzono występowanie piasków drobno i średnioziarnistych, żwiru, pyłu oraz osadów gliniastych.

Badania mikroskopowe wykonane zostały w świetle przechodzącym, na preparatach proszkowych, przy pomocy mikroskopu optycznego polaryzacyjnego Axioskop firmy Zeiss, w Instytucie Geologii Stosowanej Politechniki Śląskiej.

Dodatkowe badania przeprowadzono z wykorzystaniem metody separacji minerałów ciężkich. W wyniku różnic gęstości dochodzi do rozdzielenia minerałów lżejszych, które utrzymują się na powierzchni cieczy, od minerałów ciężkich opadających na dno. Do separacji został wykorzystany bromoform (CHBr_3) o maksymalnej gęstości $2,89 \text{ g/cm}^3$.

Analizę termiczną przeprowadzono za pomocą analizatora termicznego firmy NETZSCH, model STA 449 F3 Jupiter, który umożliwia analizy symultaniczne TG-DTA i zamiennie TG-DSC. Analiza termiczna obejmowała następujące metody termoanalityczne:

- DSC (różnicowa kalorymetria skaningowa, umożliwiająca pomiar różnicy przepływu ciepła);
- TG (termogravimetria, umożliwiająca pomiar zmiany masy badanej próbki w trakcie ogrzewania).

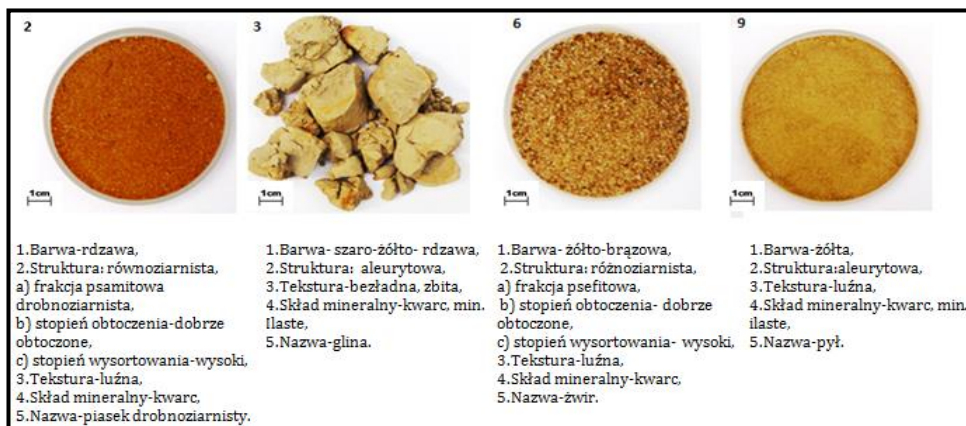
Parametry pomiarów to: dynamiczny przepływ powietrza syntetycznego z prędkością 50 ml/min , tempo grzania 10°C/min , w przedziale temperatur $40\text{-}1030^\circ\text{C}$, wraz zapisem przebiegu chłodzenia. Analizę wykonano w Instytucie Geologii Stosowanej Politechniki Śląskiej.

Analizę rentgenowską wykonano za pomocą dyfraktometru Empirian firmy Panalytical. Pomiarów wykonano przy zastosowaniu lampy Cu, napięcie wynosiło 40 kV , a natężenie 30 mA . Badania wykonano w Śląskim Międzyuczelnianym Centrum Edukacji i Badań Interdyscyplinarnych w Chorzowie.

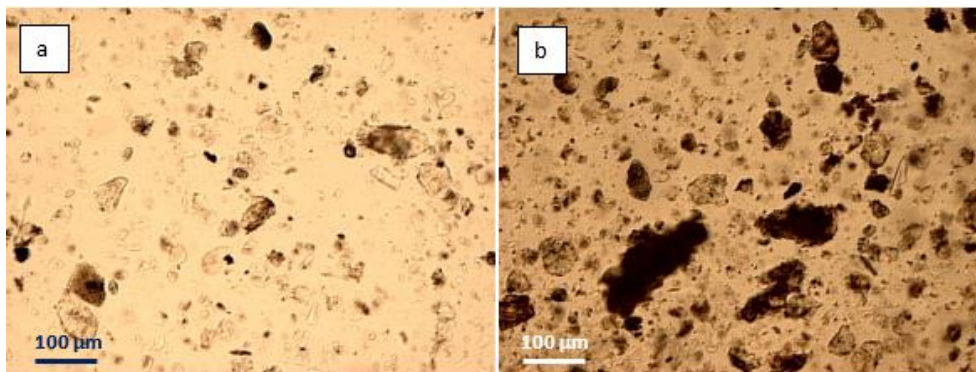
3. Wyniki badań

3.1. Analiza makroskopowa i mikroskopowa

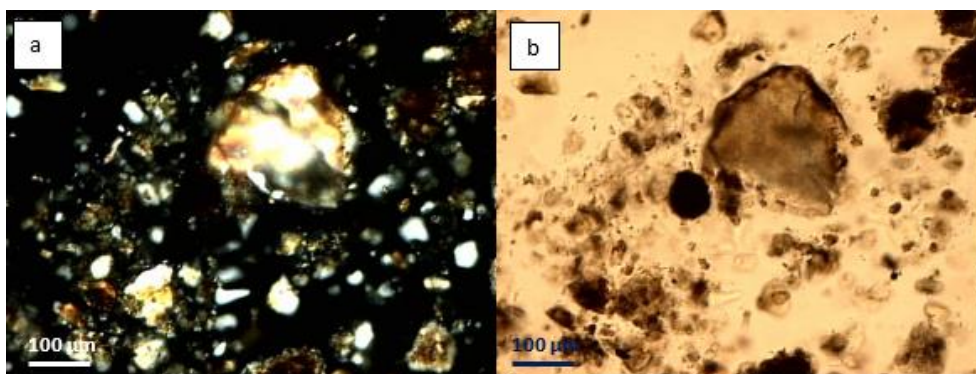
Pobrane próbki reprezentowały piaski (o różnym zabarwieniu i zróżnicowanym uziarnieniu) oraz gliny. Przykładowe skały, wraz z ich charakterystyką makroskopową przedstawiono na ryc. 2.



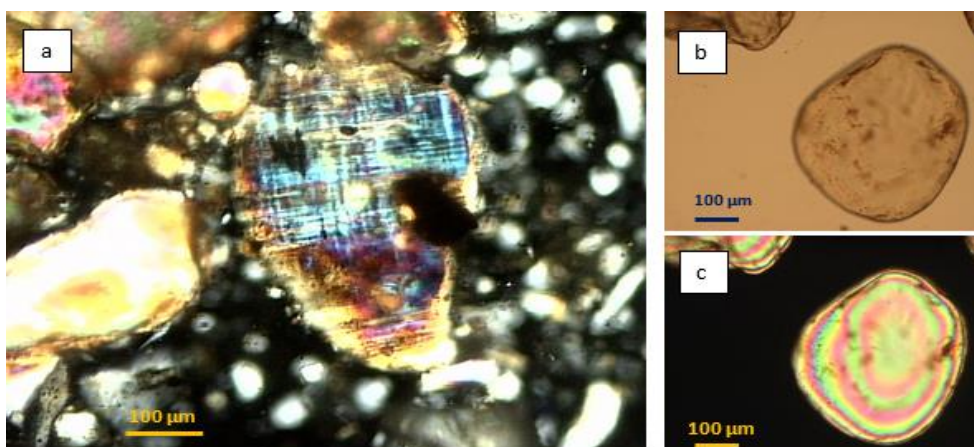
Ryc. 2. Charakterystyka makroskopowa wybranych próbek skał pobranych w skarpie wyrobiska



Ryc. 3. Obrazy mikroskopowe gliny w świetle przechodzącym (nikole II), a) próbka 3, b) próbka 5



Ryc. 4. Ziarna kwarcu, minerałów ilastych i substancji żelazistej w próbce 5 (glina), a) nikole II, b) nikole X



Ryc. 5. Obrazy mikroskopowe próbki 2 (piasek) w świetle przechodzącym: a) ziarno mikroklinu, nikole X, b) dobrze obtoczone ziarno kwarcu (nikole II) i c) nikole X

Próbki 3 i 5 reprezentują osady gliniaste. W obrazie mikroskopowym (ryc. 3 i 4) widać zróżnicowane rozmiary ziarn, a także ich słaby stopień obtoczenia. Ziarna kwarcu mają rozmiary od 0,1 mm, aż po pył kwarcowy (ryc. 4). Stwierdzono również obecność tlenków i wodorotlenków żelaza, prawdopodobnie hematytu i limonitu. W próbce 5 występuje biotyt -widoczna wyraźna jednokierunkowa łupliwość i zielonkawe zabarwienie przy jednym nikolu (ryc.3). Podczas obserwacji pod mikroskopem optycznym wyróżniono także niewielkie czarne okruchy materii organicznej.

Próbka 2, makroskopowo rozpoznana jako piasek drobnoziarnisty, zdecydowanie różni się od poprzednich. Ziarna kwarcu są większych rozmiarów, mają one zdecydowaną przewagę w składzie mineralnym skały. Charakteryzują się dobrym stopniem obtoczenia (ryc. 5 b i c). Oprócz kwarcu sporadycznie występują ziarna skaleni, np. mikroklinu (ryc. 5a). Widoczne wysokie barwy interferencyjne minerałów wynikają z faktu, iż obserwowany preparat jest preparatem proszkowym, a ziarna kwarcu i innych minerałów mają stosunkowo duże średnice. W analizowanym preparacie nie stwierdzono występowania substancji organicznej.

Metodą była separacji minerałów ciężkich z luźnego osadu z próbki 2 otrzymano niewielką ilość wyseparowanych minerałów. Z wydzielonych ziarn został sporządzony preparat proszkowy, który następnie zbadano w świetle przechodzącym, w mikroskopie polaryzacyjnym. Analiza mikroskopowa wykazała występowanie cyrkonu, magnetytu oraz dużej ilości większych ziarenek kwarcu.

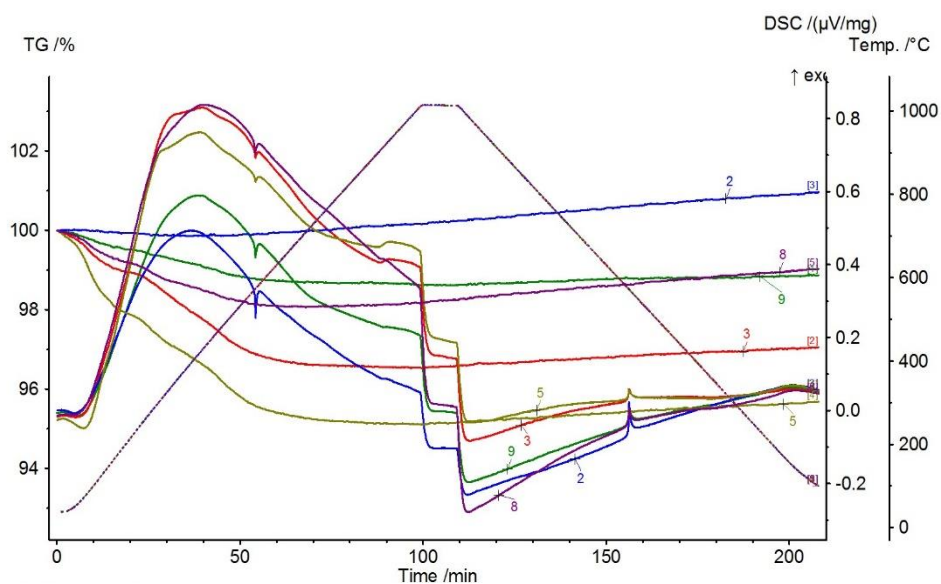
3.2. Analiza termiczna

W wyniku analizy termicznej, wykonanej za pomocą analizatora STA 449 F3 Jupiter uzyskuje się krzywe TG (zmiany masy próbki), DSC (różnica przepływu ciepła) i T (temperatura) (ryc. 6). Istotne dla interpretacji składu mineralnego są fragmenty krzywych uzyskane w procesie ogrzewania próbki. Przebieg chłodzenia pozwala jedynie na identyfikację procesów odwracalnych (np. przemiana polimorficzna kwarcu). Obecność kwarcu w próbce można łatwo zidentyfikować na krzywych DSC w postaci niewielkiej asymetrycznej endotermii (piku skierowanego w dół) z maksimum w temperaturze 573°C (Wyrwicki, 1988). Jest to tzw. „pik kwarcowy”, wynikający z przemiany polimorficznej kwarcu trygonalnego (β) w heksagonalny (α). Jest to proces odwracalny, co można zaobserwować na krzywych chłodzenia.

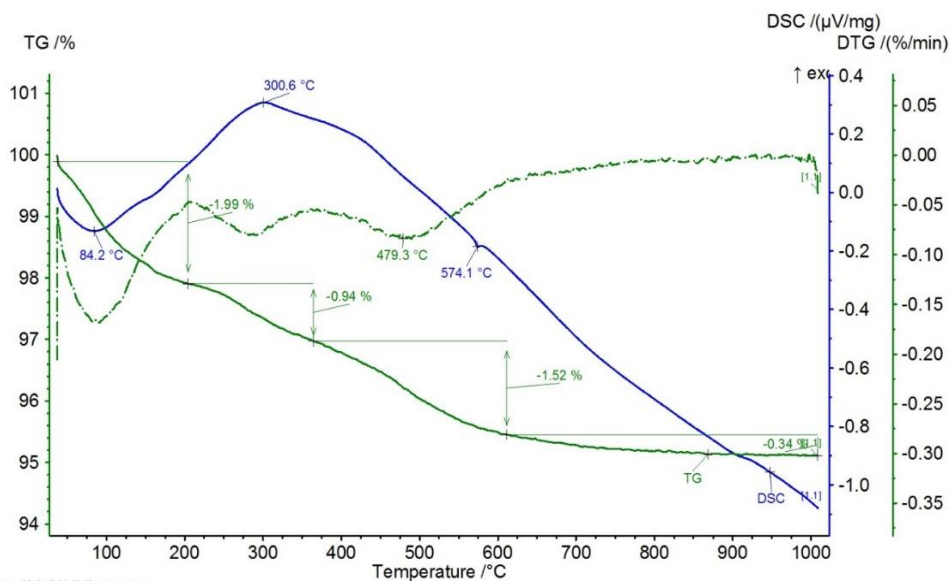
Jak widać na ryc. 6, przebieg krzywych DSC i TG dla wszystkich badanych próbek jest podobny, co wskazuje na zbliżony skład mineralny. Największe ubytki masy (łącznie ok. 3 – 5%) uzyskano w przypadku próbek 3 i 5. Również krzywe DSC dla tych próbek są najbardziej złożone, dlatego też poniżej zostanie szczegółowo omówiony przebieg reakcji dla jednej z tych próbek (ryc.7).

Pierwszą obserwowaną reakcją jest dehydratacja minerałów ilastych. W przypadku próbki 5 (ryc. 7) zachodzi ona w przedziale od 40°C (założony początek każdego pomiaru) do ok. 210°C z maksimum w temperaturze 84°C. Jest to reakcja endotermiczna, której towarzyszy ubytek masy ok. 2%. Kolejna reakcja, dająca efekt egzotermiczny na krzywej DSC zachodzi w przedziale temperatur 210-370°C i związana jest z ubytkiem masy ok. 1%. Jest to najprawdopodobniej efekt spalania substancji organicznej obecnej w próbce. Kolejna reakcja, najwyraźniej zaznaczająca się na krzywej DTG, przebiega w przedziale temperatur 370-600°C, z maksimum w temp. 479°C. Jest to reakcja dehydroksylacji minerałów ilastych, najprawdopodobniej illitu, na co wskazuje zakres temperatur. Na tą ostatnią reakcję nałożony jest „pik kwarcowy” (574°C), nie wiążący się ze zmianami masy w próbce.

Na podstawie analizy krzywych TG-DSC we wszystkich badanych próbkach stwierdzono obecność kwarcu, a w próbkach: 3, 5 i 8 dodatkowo illit i substancję organiczną.



Ryc. 6. Wyniki analizy TG-DSC dla próbek 2, 3, 5, 8 i 9. Profil temperaturowy (krzywa T) podzielony jest na 3 odcinki: grzanie, odcinek izotermiczny, chłodzenie



Ryc. 7. Wyniki analizy TG-DSC dla próbki 5. Widoczny jest tylko przebieg krzywych w trakcie ogrzewania próbki. Dodano krzywą DTG dla łatwiejszego określenia maksimum poszczególnych reakcji

3.3. Analiza rentgenowska

Przeprowadzone badanie rentgenowskie potwierdziło, że zdecydowaną większość składu mineralnego w badanych próbkach stanowi kwarc. Oprócz charakterystycznych pików kwarcowych zidentyfikowano także obecność muskowitu, który nie został stwierdzony innymi metodami.

4. Wnioski

Celem przeprowadzonych badań była charakterystyka składu mineralnego osadów rzecznych na obszarze Odkrywkowego Zakładu Górniczego „Dwory-Libet II” w Oświęcimiu. Nagromadzone osady zostały naniesione przez rzekę, na co wskazuje pozycja skarpy, z której pobrano próbki do analiz, znajdującej się w bezpośrednim sąsiedztwie koryta rzeki Wisły. O istotnym wpływie działalności człowieka na badane osady świadczą obserwowane makroskopowo, w stropowej części profilu, okruchy węgla kamiennego, pochodzącego z odpadów antropogenicznych, powstałych w XIX lub XX wieku.

Obserwacje badanej skarpy oraz analiza makroskopowa próbek wskazują na duże zróżnicowanie osadów w profilu, co z kolei świadczy o zmieniającym się przebiegu koryta rzeki. Analiza mikroskopowa preparatów proszkowych, wykonanych z próbek 2, 3 i 5 wykazuje duże zróżnicowanie poszczególnych osadów; charakteryzują się one znaczną zmiennością obtoczenia oraz różnią składem mineralnym. Głównym minerałem występujących we wszystkich osadach jest kwarc, często zabarwiony związkami żelaza. Tlenki i wodorotlenki żelaza (hematyt, limonit) nadają badanym skałom barwy od żółtej po rdzawą. Pozostałe stwierdzone składniki to: biotyt, muskowit, skalenie potasowe (m.in. mikroklin), tlenki i wodorotlenki żelaza, minerały ciężkie (cyrkon, magnetyt) oraz substancja organiczna. Analiza termiczna potwierdziła występowanie kwarcu i substancji organicznej, a także wykazała obecność minerałów ilastych, najprawdopodobniej illitu.

Podziękowania

Autorka pragnie serdecznie podziękować panu dr inż. Jackowi Nowakowi za pomoc i umożliwienie wykonania analiz dyfrakcyjnych (XRD).

Bibliografia

- CISZEWSKI D., CZAJKA A., 2009, Akumulacja osadów na równinach zalewowych rzek silnie zmienionych antropogenicznie: górna Wisła i Odra, *Przeł. Geol.* 57, 576-583.
- CZAJKA A., 2007, Środowisko sedymentacji osadów przykorytowych rzek uregulowanych na przykładzie górnej Odry i górnej Wisły. Wyd. UŚ, Katowice.
- HELIOS-RYBICKA E., WARDAS M., ADAMIEC E., STRZEBOŃSKA M., 2001, Ocena zanieczyszczenia rzek Odry i Wisły – przeszłość i teraźniejszość. *Geol. AGH*, 27, 559-671.
- STARKEL L., 2001, Historia doliny Wisły od ostatniego zlodowacenia do dziś, PAN, Warszawa.
- WYRWICKI R., 1988, Analiza derywatograficzna skał ilastych, Wyd. UW, Warszawa.

Katarzyna CZAJA, Marcin SZAROWSKI

SKNG Silesian, Politechnika Śląska

PALEOBAZALTY WYŻYNY ŚLĄSKO-KRAKOWSKIEJ W ŚWIETLE BADAŃ MÖSSBAUEROWSKICH

Streszczenie: Celem niniejszej pracy jest charakterystyka permjskich melafirów występujących w pobliżu Alwerni mająca określić ich skład mineralny, ze szczególnym uwzględnieniem wyników analizy mössbauerowskiej. Przeprowadzone badania obejmowały opis makroskopowy, obserwacje mikroskopowe, analizę XRD oraz badania mössbauerowskie. Przeprowadzona analiza wskazuje, iż dominującymi składnikami są plagioklasy i pirokseny, wchodzące w skład ciasta skalnego. Występujące minerały wtórne to kalcyt, iddingsyt, chalcedon oraz heulandyt. Spektroskopia mössbauerowska pozwoliła na uzupełnienie analiz, potwierdzając obecność związków żelaza w minerałach wraz z określeniem jego wartościowości oraz procentowym udziałem żelaza w poszczególnych składnikach.

PALEOBASALTS OF SILESIAN-KRAKOW UPLAND IN THE LIGHT OF MÖSSBAUER SPECTROSCOPY

Summary: The aim of this study is to characterize the Permian melaphyres occurring in the vicinity of Alvernia town, aimed to determine their mineral composition, with particular emphasis on the Mössbauer analysis. The study included macroscopic description, microscopic observations, XRD analysis, and Mössbauer spectroscopy. The analysis shows that the dominant components of the rocks are plagioclase and pyroxene, which are part of the rock matrix. Existing secondary minerals are: calcite, iddingsite, chalcedony and heulandite. Mössbauer spectroscopy allowed to supplement the analysis, confirming the presence of iron compounds in the minerals together with an indication of its valence, and the percentage share of iron in the individual components.

1. Wprowadzenie

Paleobazalty (powszechnie używana w Polsce nazwa melafir została zdyskredytowana i wycofana z użycia przez IUGS, odnosiła się ona do karbońsko-permskiego wieku skał (Majerowicz, i in., 1990) należą do najbardziej

rozpowszechnionych skał wylewnych klasy gabra i bazaltu. Wykazują zazwyczaj barwę czarną, z odcieniem czerwonym, czasem szarozielonym, brunatnym, strukturę afanitową bądź porfirową. Cechą charakterystyczną tych skał jest migdałowcowa tekstura. Puste przestrzenie wypełniają bowiem minerały wtórne, barwy białej, żółtej bądź zielonkawej. Najczęściej są to kwarc, chalcedon, kalcyt, zeolity. Prakryształy tworzą plagioklasy, augit i oliwin. Ciasto skalne zawiera również plagioklasy, pirokseny, hematyt oraz pewną ilość szkliwa.

Melafiry występują w Polsce na Dolnym Śląsku i w rejonie krakowskim, w Rudnie, Regulicach i Alwerni. Są to skały barwy ciemnoszarej, wykazujące fioletowy odcień. Występują także odmiany wiśniowe, wykazujące teksturę migdałowcową, w których pęcherzyki wypełnione są chlorytem, kalcytem i zeolitami (głównie heulandyt). W składzie mineralnym melafirów rejonu krakowskiego przeważają augit i plagioklasy (głównie albit, andezyn, labrador). Występuje także iddingsyt, który tworzy pseudomorfozy po oliwinie. Cechą charakterystyczną melafirów jest fluidalna tekstura. Eksploatacja tych skał została już zaprzestana (Chodyniecka i in., 1993).

2. Opróbowanie

Skały będące przedmiotem niniejszych badań występują na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej, będącej z kolei częścią wyżyny Śląsko-Krakowskiej. Próbkę pobrane zostały z terenów Garbu Tenczyńskiego. Na tym terenie starsze skały magmowe pochodzące z dewonu, karbonu i permu (do którego należą paleobazalty) odsłaniają się spod wapieni górnourajskich. Kulminację Garbu Tenczyńskiego tworzy twardzielcowy pagór melafirowy w Rudnie obok Tenczynka, sięgający 411 m n.p.m. (Kondracki, 2011).

Próbki skał przeznaczone do badań pobrane zostały z trzech lokalizacji. Pierwszą wytypowaną lokalizacją była naturalna wychodnia melafirów położona w bezpośrednim sąsiedztwie Kościoła pw. Stygmatów św. Franciszka z Asyżu na ulicy Klasztornej w Alwerni. Pobranych zostało trzynaście próbek, ponumerowanych i oznaczonych symbolem A.

Jako druga lokalizacja wytypowany został nieczynny kamieniołom melafirów przy ulicy Melafirowej w Regulicach. Pobranych zostało sześć próbek, oznaczonych symbolem B.

Ostatnią lokalizację stanowił nieczynny kamieniołom umiejscowiony na zachodnim zboczu Góry Zamkowej (411 m n.p.m.), na której wzniesiony został zamek Tenczyn, w miejscowości Rudno. Pobranych zostało pięć próbek, oznaczonych symbolem C.

3. Metodyka badań

Badania pobranych próbek melafirów obejmowały charakterystykę makroskopową, badania mikroskopowe w świetle przechodzącym, identyfikację faz metodą XRD oraz badania przy zastosowaniu spektroskopii mössbauerowskiej. Do badań wytypowano trzy reprezentacyjne próbki o symbolach A6, B14 i C23, z których każda pochodziła z jednej lokalizacji.

W obserwacjach mikroskopowych w świetle przechodzącym użyto mikroskopu polaryzacyjnego AXIOSKOP firmy Zeiss. Badanie wykonano w Instytucie Geologii Stosowanej na wydziale Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej. Obserwacje były prowadzone w powiększeniach x100 i x200. W przypadku próbki B14 badania mikroskopowe przeprowadzone zostały na preparacie proszkowym, ze względu na trudności w otrzymaniu szlif.

Analizę XRD wykonano za pomocą dyfraktometru Empirian firmy Panalytical. Pomiar wykonano przy zastosowaniu lampy Cu, napięcie wynosiło 40 kV, a natężenie 30 mA. Badania wykonano w Śląskim Międzyuczelnianym Centrum Edukacji i Badań Interdyscyplinarnych w Chorzowie.

Widma mössbauerowskie uzyskano techniką transmisyjną, stosując jako źródło promieniowania izotop $^{57}\text{Co}:\text{Rh}$ o aktywności około 10 mCi. Kalibrację spektrometru prowadzono przy pomocy standardu mössbauerowskiego $\alpha\text{-Fe}$. Wszystkie pomiary wykonano w temperaturze pokojowej na sproszkowanych próbkach. Ze względu na naturę wykorzystywanego zjawiska fizycznego możliwe było określenie tylko tych składników, które zawierają w swoim składzie żelazo. Analiza numeryczna widm mössbauerowskich została wykonana za pomocą programu komputerowego WMOSS. Interpretacja mineralogiczna uzyskanych widm została wykonana na podstawie „Mössbauer Mineral Handbook” [Stevens i in. (eds.), 2005]. Badanie zostało wykonane w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach.

4. Wyniki badań

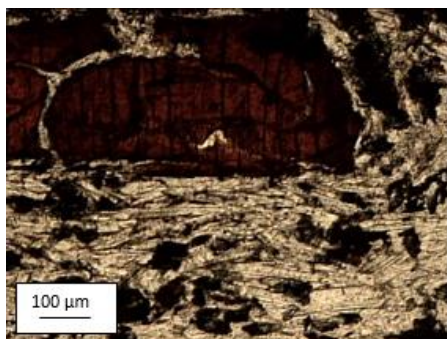
Próbki pobrane z pierwszej lokalizacji (próbki A, wychodnia przy ulicy Klasztornej) wykazywały bardzo małe zróżnicowanie. Wszystkie charakteryzowały



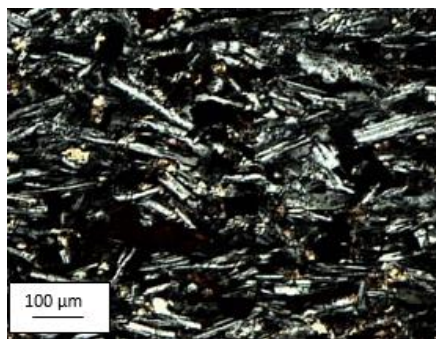
Ryc.1. Próbką A6



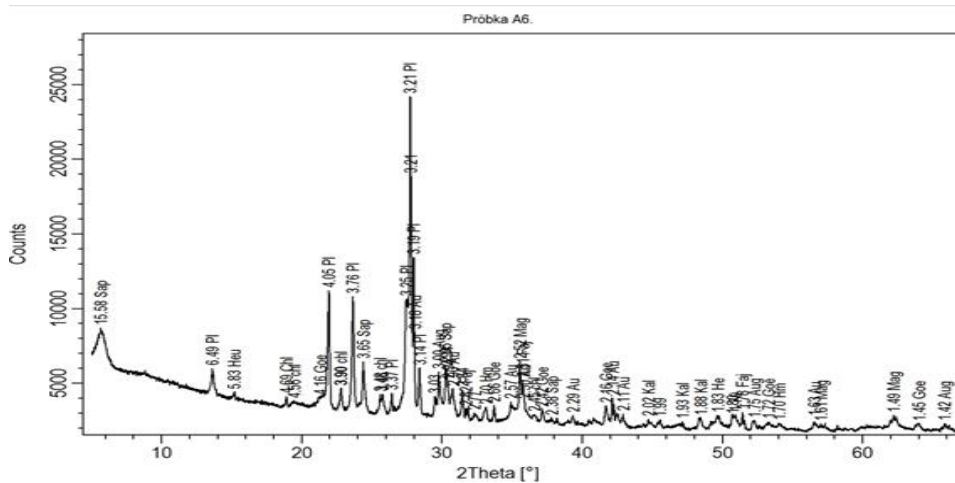
Ryc.2. Próbką C23



Ryc. 1. Obraz mikroskopowy paleobazaltu (XN), pow. 100x.



Ryc. 2. Obraz mikroskopowy paleobazaltu (IN), pow. 100x.



Ryc. 5. Dyfraktogram rentgenowski próbki A6. Objasnienia: Au-augit, Chl-chloryt, Faj-fajalit, Goe-goethyt, Heu-heulandyt, Hm-hematyt, Kal-kalcyt, Mag-magnetyt, Pl-plagioklaz, Px-piroksen, Sap-saponit.

się dużą zwięzłością, barwą szarą z odcieniem fioletowym, afanitową strukturą, z nielicznymi pustkami, wypełnionymi zwietrzałymi minerałami wtórnymi (ryc. 1). Tekstura wykazywała lekko kierunkowy charakter. Skała wykazuje obecność żyłek wypełnionych minerałami wtórnymi, głównie kalcytem. Skład mineralny ciasta skalnego był makroskopowo trudny do jednoznacznej identyfikacji.

Próbki pobrane z kamieniołomu przy ulicy Melafirowej (próbki B) wykazywały znacznie większą różnorodność, niż w przypadku pierwszej lokalizacji. Skały wykazywały mniejszą zwięzłość, barwa ciasta skalnego przybierała różne odcienie od wiśniowego, przez fiolet i odcienie zielonkawe po odcienie szarości.

Przeważały skały o porfirowej strukturze i migdałowcowej teksturze, jednakowoż lokalnie melafiry pod względem struktury i tekstury są zbliżone do melafirów z wychodni przy ulicy Klasztornej. Skład mineralny ciasta skalnego był makroskopowo trudny do jednoznacznej identyfikacji. W pustkach i spękaniach występowały minerały wtórne (głównie kalcyt, zeolity, chalcedon oraz zielonkawe minerały, prawdopodobnie sepiolit lub chloryt).

Próbki skał z kamieniołomu w Rudnie wykazywały zróżnicowanie zabarwienia (ryc. 2). Charakteryzowały się barwą szarą, z odcieniami fioletu, zieleni i koloru wiśniowego. Melafiry te mają afanitową strukturę i teksturę zbitą, wykazują miejscami lekko kierunkowy charakter. Prócz tego pobrane zostały próbki o strukturze porfirowej i migdałowcowej teksturze. Skład mineralny ciasta skalnego był trudny do jednoznacznej identyfikacji makroskopowej. W pustkach skalnych występował kalcyt, zeolity a na powierzchniach spękań spore ilości zielonkawych minerałów, prawdopodobnie sepiolitu lub chlorytu.

W obrazie mikroskopowym badane próbki A i C odznaczały się mikroporfirową strukturą oraz charakterystyczną teksturą fluidalną. W przypadku preparatu proszkowego (próbka B) niemożliwe było określenie tych cech.

W wyniku obserwacji mikroskopowych stwierdzono, że prakryształy stanowią pseudomorfozy iddingsytu po oliwinie. Stwierdzono również, iż dominującym składnikiem tła skalnego są przezroczyste, wydłużone, prawie równoległe ułożone listewki plagioklazów, pomiędzy którymi występują ziarna piroksenów (ryc. 3 i 4).

W tle skalnym obecne były składniki nieprzezroczyste, trudne do identyfikacji w świetle przechodzącym, najprawdopodobniej były to tlenki żelaza (magnetyt, hematyt). Pustki skalne wypełnione były minerałami wtórnymi, do których należą głównie kalcyt, chalcedon oraz rzadziej zeolity.

Tab. 1. Parametry mössbauerowskie próbki A6. Objaśnienia: IS-przesunięcie izomeryczne, QS-rozsunięcie kwadrupolowe, H-pole nadsubtelne, G-szerokość linii widmowej, A-zawartość Fe w fazie

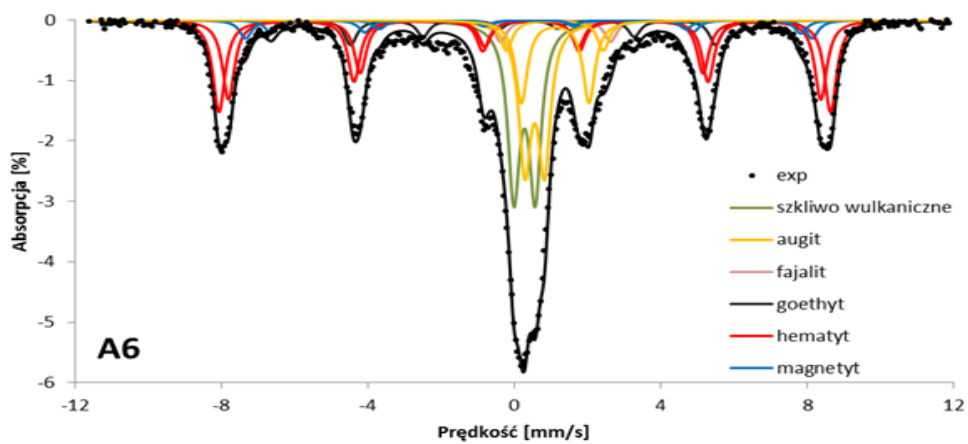
	IS[mm/s]	QS[mm/s]	H[T]	G[mm/s]	A[%]
Szklivo wulkaniczne Fe ³⁺	0,27	0,58	-	0,40	18,82
Augit Fe ³⁺	0,55	0,53	-	0,40	15,87
Augit Fe ²⁺	1,10	2,65	-	0,40	3,36
Augit Fe ²⁺	1,11	1,85	-	0,40	9,15
Fajalit	1,12	3,00	-	0,40	2,44
Goethyt	0,45	0,12	0,31	0,40	5,49
Hematyt	0,36	-0,17	52,00	0,40	20,34
Hematyt	0,37	-0,19	50,40	0,40	17,50
Magnetyt	0,39	0,00	0,42	0,40	4,07
Magnetyt	0,54	0,09	45,00	0,40	2,95

Tab. 2. Parametry mössbauerowskie próbki B14. Objaśnienia: IS-przesunięcie izomeryczne, QS-rozsunięcie kwadrupolowe, H-pole nadsubtelne, G-szerokość linii widmowej, A-zawartość Fe w fazie

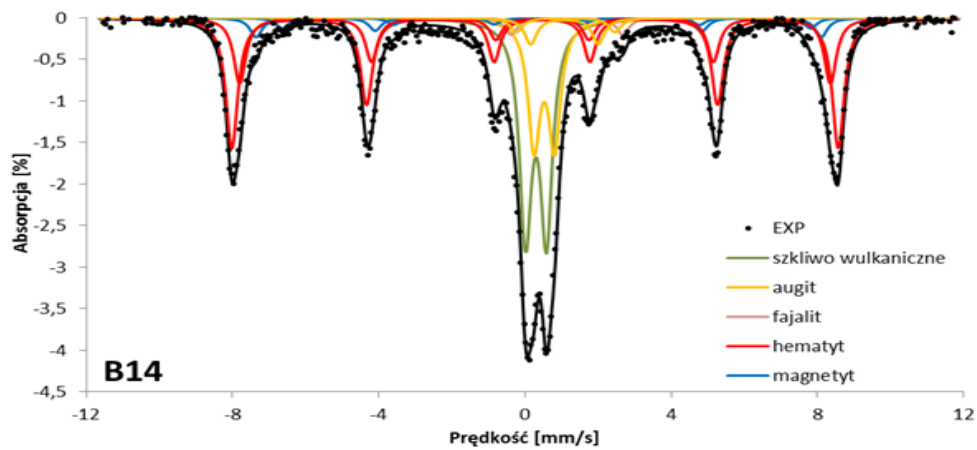
	IS[mm/s]	QS[mm/s]	H[T]	G[mm/s]	A[%]
Szklivo wulkaniczne Fe ³⁺	0,30	0,57	-	0,40	25,24
Augit Fe ²⁺	1,11	2,70	-	0,40	1,76
Augit Fe ²⁺	1,08	1,85	-	0,40	3,09
Augit Fe ³⁺	0,53	0,56	-	0,40	14,77
Fajalit	1,15	3,05	-	0,40	4,20
Hematyt	0,37	-0,19	51,7	0,40	30,64
Hematyt	0,37	-0,20	50,30	0,40	15,47
Magnetyt	0,37	-0,02	48,10	0,40	4,59
Magnetyt	0,59	0,00	45,00	0,40	2,49

Tab. 3. Parametry mössbauerowskie próbki C23. Objaśnienia: IS-przesunięcie izomeryczne, QS-rozsunięcie kwadrupolowe, H-pole nadsubtelne, G-szerokość linii widmowej, A-zawartość Fe w fazie

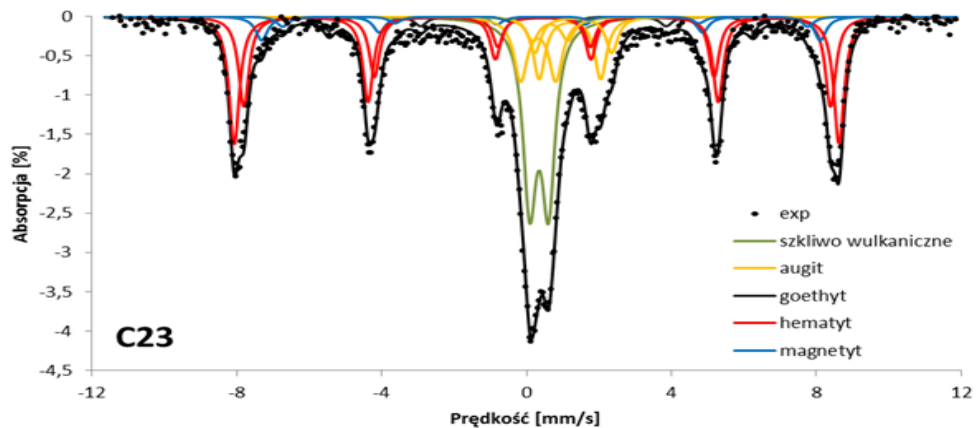
	IS[mm/s]	QS[mm/s]	H[T]	G[mm/s]	A[%]
Szklivo wulkaniczne Fe ³⁺	0,29	0,57	-	0,40	18,48
Augit Fe ³⁺	0,54	0,53	-	0,40	13,23
Augit Fe ²⁺	1,11	2,70	-	0,40	3,33
Augit Fe ²⁺	1,08	1,80	-	0,40	5,35
Augit Fe ²⁺	1,16	2,00	-	0,40	3,53
Goethyt	0,36	0,12	36,60	0,40	3,53
Hematyt	0,37	-0,18	51,80	0,40	29,70
Hematyt	0,39	-0,19	50,30	0,40	16,97
Magnetyt	0,55	-0,05	47,00	0,40	2,42
Magnetyt	0,30	0,00	47,20	0,40	3,43



Ryc. 8. Widmo mössbauerowskie próbki A6



Ryc. 9. Widmo mössbauerowskie próbki B14



Ryc. 10. Widmo mössbauerowskie próbki C23

Przeprowadzona identyfikacja faz metodą XRD pozwoliła na potwierdzenie wniosków płynących z obserwacji mikroskopowych, a także na uzupełnienie informacji dotyczących składu mineralnego badanych próbek, w zakresie minerałów trudnych do identyfikacji podczas badań w świetle przechodzącym. Analiza dyfraktogramów pozwoliła na uściślenie szeregu plagioklazów (plagioklazów sodowych).

Na dyfraktogramach badanych próbek stwierdzono obecność charakterystycznych refleksów pochodzących od: hematytu, magnetytu i goethytu, a także saponitu i chlorytu (ryc. 5 - 7), a dodatkowo w próbkach A i B - oliwinu. Potwierdzono także obecność kalcytu i chalcedonu. Najprawdopodobniej mieszanina zidentyfikowanego goethytu, chlorytu i saponitu stanowi iddingsyt. Badanie te potwierdziło także występowanie zeolitu, w postaci heulandytu.

Badania mössbauerowskie pozwoliły na rozszerzenie informacji na temat badanych skał. Określone zostały procentowe ilości żelaza występujące w poszczególnych składnikach. Wyniki zostały przedstawione w tabelach 1 - 3 oraz na rycinach 8 - 10.

Jak wskazują wyniki badań mössbauerowskich, żelazo zawarte w tlenkach żelaza (magnetyt, hematyt) stanowi od 45% do 53% całkowitego udziału żelaza w próbce, podczas gdy w fazach krzemianowych (augit, fajalit) występuje w ilościach od 24% do 31%. Istotnym składnikiem zawierającym żelazo jest szkliwo wulkaniczne, w którym udział żelaza w próbkach A i C wynosi ok. 19%, zaś w próbce B jest najwyższy i wynosi 25%.

Wykorzystanie spektroskopii mössbauerowskiej pozwoliło na potwierdzenie obecności w badanych skałach szkliwa wulkanicznego zawierającego w składzie Fe^{3+} , co stanowi nowość w badaniach melafirów Wyżyny Śląsko-Krakowskiej.

5. Wnioski

Pobrane próbki, w zależności od miejsca ich pochodzenia, wykazywały różnicowanie cech zewnętrznych, takich jak barwa, struktura, zwięzłość. Przeprowadzone badania wykazały bardzo małe różnice w składzie mineralnym skał. W każdym analizowanym przypadku prakryształami były pseudomorfozy iddingsytu po oliwinie, zaś składnikami ciasta skalnego były plagioklasy i pirokseny (augit), jak również hematyt i magnetyt. Minerale wtórne reprezentowane były natomiast przez chalcedon, kalcyt. Iddingsyt stanowił mieszaninę chlorytu, goethytu i saponitu. Zidentyfikowano również w badanych melafirach heulandyt. Analiza mössbauerowska pozwoliła na potwierdzenie obecności szkliwa wulkanicznego, zawierającego żelazo trójwartościowe.

Podziękowania

Autorzy pragną złożyć serdeczne podziękowania Panu dr hab. Zdzisławowi Adamczykowi, prof. nzw. w Pol. Śl., Pani dr Marioli Kądziołce-Gaweł oraz Panu dr inż. Jackowi Nowakowi za okazaną pomoc i życzliwość.

Bibliografia

- CHODYNIECKA L., GABZDYL W., KAPUŚCIŃSKI T., 1993, *Mineralogia i petrografia*. Skrypt nr 1714. Wyd. Pol. Śl., Gliwice
- KONDRACKI J., 2011, *Geografia regionalna Polski*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa
- MAJEROWICZ A., WIERZCHOŁOWSKI B., 1990, *Petrologia skał magmowych*, Wyd. Geologiczne, Warszawa
- J. STEVENS, A. KHASANOW, J. MILLER, H. POLLAK, Z. LI (eds.), 2005, *Mössbauer Mineral Handbook*, Mössbauer Effect Data Center, Asheville

Nadzieja KARPIŃSKA¹, Mateusz BAGIŃSKI²

¹ SKNG Silesian, Politechnika Śląska

² SKNG Silesian, CEMEX Polska

W POSZUKIWANIU ŚLĄSKICH PALEOSKARBÓW – STUDENCKI OBÓZ POSZUKIWAWCZY PAN – MIEDARY

Streszczenie: Od roku 2000 Instytut Paleobiologii Polskiej Akademii Nauk, we współpracy z Uniwersytetami Warszawskim i Opolskim organizuje Studenckie Obozy Poszukiwawcze, podczas których studenci z różnych uczelni szukają skamieniałości mezozoicznej fauny. Dotychczas wykopiska prowadzono w Krasiejowie, Lipiu Śląskim – Lisowicach, Woźnikach, Zawierciu, Porębie i Miedarach na Śląsku oraz w rejonie Opoczna. W Miedarach, gdzie szczątki kręgowców triasowych, żyjących w środowisku marginalno-morskim lub lądowym, odkryte zostały w warstwach datowanych na dolny kajper (ladyn), od roku 2015 prowadzone są prace wykopaliskowe w ramach Studenckich Obozów Poszukiwawczych. Stanowisko to obfituje w kości gadów, płazów, ryb oraz bezkręgowców, występujące w trzech wydzieleniach, różniących się składem petrograficznym, miąższością oraz zawartością skamieniałości. Szczególnie ważnymi odkryciami z Miedar wydają się być kości kręgowe gada z rodzaju *Tanystropheus* oraz kości łopatkowo-krucze płaza tarczogłowego z rodzaju *Mastodonsaurus*.

IN SEARCH OF THE SILESIAN PALEO-TREASURES – STUDENT EXCAVATION CAMP OF POLISH ACADEMY OF SCIENCES IN MIEDARY

Summary: From 2000, Institute of Paleobiology of Polish Academy of Sciences in cooperation with University of Warsaw and Universitas Opoliensis organises Student Excavation Camps, during which students from different universities search for fossils of mesozoic fauna. To this day, excavations took place in Krasiejów, Lipie Śląskie – Lisowice, Woźniki, Zawiercie, Poręba, and Miedary in Silesia and in Opoczno region. In Miedary, from 2015 excavations are conducted during Student Excavation Camps. Site in Miedary, where remains of triassic vertebrates that lived in marginal-marine or continental environment were found in lower Keuper (Ladinian) sediments, is rich in reptiles, amphibians, fishes, and invertebrates bones. Fossils are present in three horizons, differentiated by petrographic composition, thickness, and fossil content.

Particularly important discoveries are vertebral bones of reptile from *Tanystropheus* genus and scapula-coracoid bone of amphibian from subclass Labyrinthodontia, genus *Mastodonsaurus*.

1. Wykopaliska paleontologiczne w Polsce

W ostatnich latach paleontologia w Polsce przeżywa swoisty renesans, w odpowiedzi na rosnące zainteresowanie powstają liczne parki tematyczne, poświęcone zwierzętom wymarłym w minionych okresach geologicznych, a źródła wiedzy na ich temat stają się coraz łatwiej dostępne. Przez lata Polska nie stanowiła, jak choćby Mongolia, terenu atrakcyjnego dla poszukiwaczy szczątków kopalnych kręgowców, jednak odkrycia dokonane na początku XXI wieku spowodowały, że obszar Śląska, gdzie prowadzi się dziś intensywne badania triasowej fauny, stał się znaczącym miejscem na paleontologicznej mapie Europy. Niemalą zasługę mają w tym rzesze studentów uczestniczących w wakacyjnych Studenckich Obozach Poszukiwawczych, organizowanych przez Instytut Paleobiologii Polskiej Akademii Nauk, we współpracy z Uniwersytetem Warszawskim oraz Opolskim.

Pierwszy Obóz odbył się w roku 2000 w Krasiejowie, pierwszym ważnym, późnotriasowym stanowisku paleontologicznym na Śląsku Opolskim. Dziś jest to już dobrze poznane i udokumentowane miejsce, w którym powstał Park Nauki i Rozrywki. W Krasiejowie, w pokładzie obfitym w duże fragmenty szkieletów lądowych oraz jeziornych kręgowców, studenci odnaleźli m.in kości najstarszego europejskiego dinozauromorfa – *Silesaurus opolensis*, aetozaurów, fitozaurów oraz labiryntodontów (metopozaurów, cyklotozaurów).

Studenckie Obozy Poszukiwawcze pozwoliły również na udokumentowanie, odkrytych przez polskich paleontologów, zróżnicowanych pod względem składu faunistycznego, stanowisk w Lipiu Śląskim - Lisowicach, Woźnikach, Zawierciu, Porębie oraz Miedarach.

Z Lipia Śląskiego – Lisowic pochodzą szczątki największego w Europie archozaura - Smoka Wawelskiego i najstarszego znanego roślinożernego gada ssakokształtnego - dicynodonta. W Woźnikach odnaleziono szczątki archozaurów, dicynodontów, płazów tarczogłowych, rekinów, fitozaurów oraz ryb dwudysznych, równowiekowych znaleziskom z Krasiejowa, jednak reprezentujących odmienne środowisko. W Zawierciu – Marciszowie studenci odkryli zęby oraz elementy szkieletu pozaczaszkowego archozaura. Z Poręby pochodzą natomiast pancerze najstarszych znanych, w pełni opancerzonych żółwi.

Aktualnie prace poszukiwawcze pod egidą PAN, w obrębie triasu śląskiego prowadzone są już tylko w Miedarach koło Tarnowskich Gór. Stanowisko to prawdopodobnie pozwoli na uzupełnienie informacji o zapisie kopalnym kręgowców z najniższej części kajpru. Inne czynne, atrakcyjne stanowisko wykopaliskowe, zlokalizowane poza Śląskiem, stanowi kamieniołom Owadów – Brzezinki koło Opoczna, gdzie studenci poszukują szczątków późnojurajskich organizmów morskich i lądowych: skrzypłoczy, pterozaurów, praważek oraz ryb chrzęstnoszkieletowych i promieniopłetwych.

2. Charakterystyka geologiczna stanowiska w Miedarach

Stanowisko zawierające fragmenty kopalnych kręgowców z okresu triasu zlokalizowane jest we wsi Miedary, w powiecie tarnogórskim, w odległości ok. 6 km od miasta Tarnowskie Góry. Jest to obszar opuszczonej cegielni, a dokładniej wyrobiska, w którym eksploatowano zielonkawę i szare ily używane przy produkcji cegieł.

Miedary leżą w obrębie monokliny śląsko-krakowskiej, gdzie na powierzchni odsłaniają się utwory wapienia muszlowego. W rejonie Miedar ponad utworami wapienia muszlowego występują ponadto warstwy miedarskie, odsłaniające się w opuszczonym wyrobisku dawnej cegielni.

Warstwy miedarskie, zalegające na warstwach boruszowickich z zachowaną ciągłością sedymentacyjną, według podziału litostratygraficznego triasu w Polsce i Niemczech, datowane są na najwyższą część górnego wapienia muszlowego. Osady te znane są z obszaru cegielni znajdującej się w miejscowości Laryszów w odległości ok. 1 km od Miedar. Odsłaniający się tam profil litologiczny obejmuje ciemnoszare, dolomityczne mułowce i iłowce z przeławiczeniami dolomitów, będące przedmiotem badań Kotlickiego oraz Szulca (1991). W warstwach tych znalezione zostały skamieniałości morskich bezkręgowców – małży, lingulidów oraz głowonogów. Występują w nich ponadto kości gadów takich, jak *Tanystropheus*, *Pachygosaurus* oraz należących do nadrzędu zauropterygów: *Placodus*, *Nothosaurus*, *Pistosaurus*. Warstwy te bogate są również w szczątki ryb takich jak *hybodonty* oraz ryby promieniopłetwe.

Warstwy miedarskie stanowią nieformalną jednostkę litostratygraficzną, wyróżnioną na obszarze Górnego Śląska. Są odpowiednikiem dolnego kajpru w Niemczech, a także warstw sulechowskich występujących na Niziu Polskim.



Fot. 1. Uczestnicy Studenckiego Obozu Poszukiwawczego w Miedarach udostępniający warstwy kościonośne (Fot. T. Sulej, 2015)



Fot. 2. Studenci pracujący w warstwie bogatej w kości (Fot. P. Paca, 2016)

Na podstawie badań palinologicznych na próbkach pochodzących z otworu Lubliniec IG 1 datowane zostały na dolny kajper. Na podstawie próbek pobranych z omawianego odsłonięcia, z szarych ilastych osadów, zawierających spory i pyłki, stwierdzono ich podobieństwo pod względem palinologicznym z osadami środkowotriasowymi facji germańskiej i alpejskiej oraz osadami warstw miedarskich z otworu Lubliniec IG 1 (Sulej, 2012). Badania te potwierdziły późnoladyński wiek omawianych warstw.

W nakładzie warstw miedarskich można wyróżnić kolejne wydzielania kajpru dolnego (Kotlicki, 1974) lub też najniższej części kajpru górnego (Kotlicki i Siewniak – Madej, 1982).

W odsłonięciu wyróżnia się trzy różne horyzonty litologiczne kręgowców. Pierwszy z nich pojawia się w drobnoziarnistych piaskowcach, gdzie zostały znalezione wkładki z częściowo zachowanymi, licznymi, ale znacznie rozczłonkowanymi szczątkami ryb, głównie łusek.

Drugi horyzont występuje w żółtawych dolomitach i piaskowcach dolomitycznych, gdzie znalezione zostały słabo zachowane skamieniałości bezkręgowców takich, jak: ramienionogi, małże i ślimaki, a także mikroskamieniałości (foraminifera, ostracods).

W warstwie tej znalezione zostały również szczątki gadów: kręgi oraz kości długie notozaura, a także liczne makro- i mikroszczątki ryb, takich jak zęby rekinów: *Acrodus lateralis*, *Acrodus* sp., *Paleobates* sp., *Lissodus* sp., czy łuski ryb ganoidowych.

Ostatnim horyzontem kościonośnym są szarawo-żółtawe, zielonkawe i czerwone iłowce oraz mułowce, w których odkryte zostały kości temnospondyli, tanystrofów, rauizuchów oraz notozaurów.

Stanowisko z fauną triasową w Miedarach wykazuje pewne podobieństwa do zespołów kręgowców znanych z dolnego kajpru Niemiec, a także lądynu południowej Europy.

3. Przebieg Studenckiego Obozu Poszukiwawczego

W latach 2008, 2013 oraz 2014 na terenie starej cegielni w Miedarach prowadzone były prace rekonesansowe, podczas których pobrano próbki, na podstawie których stwierdzono lądynski wiek utworów tam występujących. Pierwsze prace wykopaliskowe miały miejsce latem 2015 roku. Instytut Paleobiologii Państwowej Akademii Nauk, przy współudziale Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego, zorganizował wówczas wakacyjny obóz poszukiwawczy, podczas którego pasjonaci z całego kraju, reprezentujący głównie kierunki biologiczne

i geologiczne, podzieleni na dwa turnusy, mogli przez dwa tygodnie próbować swoich sił, jako paleontolodzy. Obóz, który okazał się sukcesem, powtórzono w sierpniu 2016 r. Podczas obydwu obozów studenci wydobyli ze skał setki skamieniałości, przy czym należy zauważyć, że w roku 2015 wykonywano głównie prace udostępniające złożę kostne (Fot. 1), natomiast rok później prace odbywały się już w docelowej, zasobnej warstwie (Fot. 2). Prace wykopaliskowe prowadzone były przez 6,5 godziny dziennie (za wyjątkiem niedziel). Każdy z uczestników pracował na wydzielonym sektorze o wymiarach metr na metr. Znajdowane skamieniałości oddzielane były od skały za pomocą dłut, następnie wzmacniane klejem lub jeśli było to konieczne, łączone z kilku elementów, a na koniec odpowiednio zabezpieczane i opisywane, aby nie uległy zniszczeniu w trakcie transportu do Instytutu Paleobiologii PAN, gdzie były poddawane dalszym badaniom. Większe fragmenty szkieletowe zabezpieczano w postaci „kukieł gipsowych” i wydobywano z warstwy kościonośnej.

4. Charakterystyka faunistyczna stanowiska w Miedarach

Jednym z gadów, zamieszkujących obszar obecnych Miedar w środkowym triasie, był *Tanystropheus*. Należał on do gromady Reptilia, rzędu Protorosauria i rodziny *Tanystropheidae*. Wg Wilda do gatunku *Tanystropheus* należeć powinno co najmniej pięć gatunków: *Tanystropheus antiquus*, pochodzący z pstrego piaskowca oraz dolnego wapienia muszlowego w Niemczech, *Tanystropheus longobardicus* (Bassani, 1886), znaleziony w utworach anizyku w Szwajcarii i Włoszech, *Tanystropheus conspicuus* z górnego wapienia muszlowego Niemiec, *Tanystropheus meridensis* (Wild, 1980) z lądynu Szwajcarii oraz *Tanystropheus fossai* znaleziony we Włoszech, datowany na noryk. Jednak na podstawie późniejszych badań, przeprowadzonych na szkieletach (głównie kręgach szyjnych) *Tanystropheus fossai* oraz *Tanystropheus antiquus*, stwierdzono, że nie pasują one do ogólnej budowy rodzaju *Tanystropheus*.

Większość zapisów kopalnych rodzaju *Tanystropheus* pochodzi z utworów wapienia muszlowego Europy (Hiszpanii, Francji, Niemiec, Transylwanii) lub Izraela. Ponadto okazy znajdowane były w górnym anizyku i lądynie (Szwajcaria, Włochy). Stwierdzono również występowanie fragmentów kręgów szyjnych w utworach środkowego triasu Arabii Saudyjskiej.

Tanystropheusy były gadami mierzącymi 6 metrów długości. Posiadały długą, sztywną szyję, stanowiącą połowę długości ciała osobnika. W jej skład wchodziło 12 – 13 wyjątkowo wydłużonych kręgów szyjnych, z bardzo zredukowanymi wyrostkami kolczystymi, w szczególności w środkowej części

każdego kręgu. Oś kręgów ułożona była w pozycji zbliżonej do poziomej. Słabo rozwinięte wyrostki kolczyste sugerują, że szyja nie miała S-kształtnej krzywizny, a muskulatura była częściowo zredukowana. Za ruch szyi odpowiedzialne były więc wewnętrzne mięśnie pleców. Ponadto w budowie kręgosłupa *tanystropheusa* wyróżnić można 13 kręgów grzbietowych, dwa kręgi krzyżowe oraz kręgi ogonowe. Żebra szyjne były wyjątkowo cienkie i wydłużone. Ich trzony były ponad dwukrotnie dłuższe, niż najdłuższe kręgi szyjne. Kończyny przednie były wyraźnie mniejsze od tylnych, co pozwala przypuszczać, że środek masy *tanystropheusa* znajdował się bliżej miednicy. Pysk drapieźnika wyposażony był w długie, wąskie i ostre zęby.

Środowisko życia *tanystropheusów* ciekawiło badaczy od momentu znalezienia pierwszego okazu. Specyficzna budowa gada spowodowała powstanie szeregu hipotez dotyczących środowiska jego życia.

W oparciu o fragmentaryczne znaleziska, składające się z wydłużonych, ale rozczłonkowanych kości, pierwsza hipoteza zakładała, że *Tanystropheus* był gadem latającym (Bassani 1886). Kolejną z hipotez wysunął Peyer (1931), który uważał *tanystropheusa* za gada ziemnego o długiej szyi i niezdarnym, powolnym, przypominającym charakterystyczny dla jaszczurek sposób poruszania się. Zakładał on, iż osobnik posiada dość ruchomą szyję, utrzymaną w pozycji poziomej. Wg Peyers'a *Tanystropheus* mógł polować na ryby lub inne zwierzęta morskie z brzegu, trzymając szyję nad wodą, uważając by nie paść ofiarą potencjalnego drapieźnika. Wild (1973) zasugerował natomiast, że *tanystropheusy* zmieniały swój tryb życia w ciągu ich rozwoju. Młode osobniki, o stosunkowo małych rozmiarach, mogły być lądowymi drapieźnikami żywiącymi się owadami, podczas gdy starsze osobniki żyły wyłącznie w środowisku wodnym, polując na ryby i głowonogi. Zgodnie z tą teorią *Tanystropheus*, żyjąc na lądzie, był zdolny do znacznego podniesienia szyi, która ułożona była pod kątem do tułowia i nieznacznie zakrzywiona.



Fot. 3. Kręgoszyjny gada z rodzaju *Tanystropheus* (Fot. T. Sulej, 2015)



Fot. 4. Ząb płaza triasowego – prawdopodobnie mastodonzaura (Fot. N. Karpińska, 2016)

Kummer (1975) podważył teorię poprzednika, uważając, że taki kształt szyi powodowałby brak równowagi i upadek zwierzęcia na głowę. Sam zaproponował, że *Tanystropheus* żyjący na lądzie miał bardziej zakrzywiony kształt szyi, przypominający „znak zapytania” lub „łabędzią szyję”. Tschanz (1986, 1988) na podstawie badań stwierdził natomiast, że kilka elementów budowy nie pozwala tanystropheusowi podnieść szyi powyżej linii barków. Zgodnie z tym założeniem, tanystropheus mógł jedynie utrzymywać głowę poziomo, tuż nad ziemią. Taka, praktycznie nieelastyczna, wydłużona szyja mogła stanowić poważną przeszkodę dla zwierzęcia lądowego w poruszaniu się i przyczyniać się do braku równowagi, co w konsekwencji powodowało przechylenie osobnika głową w dół. W rezultacie Tschanz odrzucił hipotezę, z której wynikało, że młode osobniki mogły prowadzić lądowy tryb życia. Zasugerował, iż tanystropheusy całe życie spędzały wyłącznie w zbiornikach wodnych. Na temat środowiska życia tego gada powstało jeszcze wiele innych hipotez, jednak aktualnie przyjmuje się pogląd, iż *Tanystropheus* żył w środowisku marginalno-morskim, co potwierdza fakt występowania większości skamieniałości w warstwach powstałych w warunkach przybrzeżnych. Wyjaśnia to również nieobecność szczątków tanystropheusów w Środkowej Europie w górnym triasie, kiedy to środowiska przybrzeżne przechodziły w typowo kontynentalne.

W Miedarach znalezione zostały fragmenty szkieletu gada z rodzaju *Tanystropheus*, a dokładniej kręgi szyjne (Fot. 3), kręgi grzbietowe, kości kulszowe, kość łonowa, kość krucza, a także żebra. Odkryty kręgi szyjny jest niemal identyczny z kręgami szyjnymi gatunku *Tanystropheus Conspicius*, jednak jego długość – 32 cm, sprawia, że jest to najdłuższy kręgi spośród znalezionych do tej pory na świecie. Znaleziona kość kulszowa różni się nieznacznie od kości kulszowej najbardziej znanego gatunku *Tanystropheus Longobardicus*. Zebrany materiał jest pierwszym na świecie tak dobrze zachowanym w trójwymiarze, co umożliwia dokładniejszą rekonstrukcję całego szkieletu. Miedary stanowią najbardziej wysunięte na wschód stanowisko z okazami tanystropheusa w Europie. Innym, odnalezionym w Miedarach przedstawicielem późnotriasowej fauny jest mastodonzaur, należący do podgromady labiryntodontów – płazów tarczogłowych, z rzędu temnospondyli. Rodzaj ten został odkryty w roku 1828 przez G. F. Jaegara. *Mastodonsaurus* znane są m.in. z formacji piaskowcowej Bromsgrove w Anglii, formacji Sully Beds w Walii oraz z formacji Erfurt w Niemczech i formacji Bukobay w Rosji. Okres występowania tych płazów przypada na czas od anizyku do retyku – stanowiły one jeden ze schyłkowych rodzajów labiryntodontów. W związku z tym *Mastodonsaurus* charakteryzował się dużymi rozmiarami ciała – osiągał od 4 do 6 m długości, przy czym jego czaszka w największych osobnikach osiągała ok. 1,25 m,

natomiast ogon był relatywnie krótki. Waga tych labiryntodontów mogła sięgać 600 kg. Charakterystyczna dla mastodonzaurów była trójkątna czaszka, pokryta kośćmi skórnymi, z długimi, owalnymi oczodołami, zlokalizowanymi w połowie jej długości. Płazy tarczogłowe z rodzaju *Mastodonsaurus* cechują mocno zredukowane kości kończyn oraz słabo wykształcone stawy, co wskazuje na ich typowo wodny tryb życia. Argumentem potwierdzającym brak dostosowania do życia w warunkach lądowych może być fakt odnajdywania dużych ilości szczątków tych płazów na obszarach, których litologia sugeruje wysychanie terenów zabagnionych. Mastodonzaurow żywiły się głównie rybami, w mniejszym stopniu zwierzętami lądowymi – np. archozaurami, co potwierdzają badania koprolitów. Skamieniałości mniejszych gatunków innych płazów tarczogłowych noszą ślady zębów mastodonzaurów, co wskazywać może na obronę swojego terytorium przed przedstawicielami innych rodzajów labiryntodontów.

Podczas wykopalisk w Miedarach w latach 2015 i 2016 odnaleziono m.in. zebra, trzony kręgowce, kości obręczy kończyn oraz fragmenty żuchwy mastodonzaura (Fot. 4). Na szczególną uwagę zasługują odkrycie z ostatniego dnia tegorocznych wykopalisk – kość łopatkowo-krucza, o wielkości 30 – 40 cm, prawdopodobnie największa na świecie.

5. Podsumowanie

Studenckie Obozy Poszukiwawcze, organizowane od ponad 15 lat przez Instytut Paleobiologii PAN, niezmiennie cieszą się dużym zainteresowaniem wśród młodych pasjonatów paleontologii. Wakacyjne prace wykopaliskowe, prowadzone pod opieką naukowców z PAN przez studentów reprezentujących różne kierunki, od geologii, przez weterynarię, aż po matematykę, praktycznie od początku obfitują w odkrycia istotne dla polskiej paleontologii. Choć stanowiska, jak na przykład Lipie Śląskie – Lisowice, czy Woźniki, zostały już dobrze udokumentowane, a wykopaliska w tych miejscach dobiegły końca, młodzi paleontolodzy nie mogą narzekać na brak materiału, na którym mogą doskonalić swoje umiejętności poszukiwawcze. Odkrywane są nowe stanowiska, jak choćby to w Miedarach, które ze względu na liczne występowanie dobrze zachowanych trójwymiarowo, tylko nieznacznie zniekształconych kości kręgowców, w szczególności gadów z rodzaju *Tanystropheus* i płazów tarczogłowych z rodzaju *Mastodonsaurus*, stanowi perspektywiczny obszar dla badań paleontologicznych. Kto wie, czy mała wieś pod Tarnowskimi Górami nie stanie się za ich sprawą nowym Krasiejowem?

Bibliografia

- DZIK J., SULEJ T., KAIM A., NIEDŹWIEDZKI R., 2000, *Późnotriasowe cmentarzysko kręgowców lądowych w Krasiejowie na Śląsku Opolskim*, Przegląd geologiczny, vol. 48, nr 3, 2000, s. 226 – 235.
- DZIK J., 2003, *Dzieje życia na Ziemi*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- DALLA VECCHIA F. M., 2000, *Tanystropheus (Archosauromorpha, prolacertiformes) remains from the triassic of the northern Friuli (NE Italy)*. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 106: 135-140.
- PREHISTORIC WILDLIFE, 2016, *Mastodonsaurus*. [dostępny w Internecie: <http://www.prehistoricwildlife.com/species/m/mastodonsaurus.html>, [dostęp: 28.09.2016].
- RENESTO S., 2005. *A new specimen of tanystropheus (reptilia protosauria) from the middle triassic of switzerland and the ecology of the genus*. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 111: 377-394.
- SENNIKOV A.G., 2011, *New Tanystropheids (Reptilia: Archosauromorpha) from the Triassic of Europe*. Paleontological Journal, 45: 90-104.
- SULEJ T., NIEDŹWIEDZKI G., NIEDŹWIEDZKI R., SURMIK D., STACHACZ M., 2011, *Nowy zespół kręgowców z marginalno morskich i lądowych osadów dolnego kajpru (ladyn, środkowy trias) z Miedar na Śląsku*, Przegląd Geologiczny, vol. 59, nr 5, s. 426 – 430.
- SULEJ T., NIEDŹWIEDZKI G., SZCZYGIELSKI T., TAŁANDA M., 2016, *A new Triassic (ladinian) association with a large temnospondyl sauropterygians, a gigantic prolacertiform, and an archosauriform in Miedary (Southern Poland)*. Poster.
- TYBOROWSKI D., BŁAŻEJOWSKI B., KRYSZEK M., 2016, *Szczałki gadów z górnourajskich wapieni w kamieniołomie Owadów – Brzezinki (Polska środkowa)*, Przegląd geologiczny, vol. 64, nr 8, s. 564 – 569.
- WIŚNIEWSKA – ŻELICHOWSKA M., 1966, *Paleontologia*. Wyd. Geologiczne, Warszawa.

Martyna KONIECZNA

Zakład Systemów Maszynowych, Politechnika Wrocławska

AKTUALNE OSIĄGNIĘCIA W ZAKRESIE POPRAWY JAKOŚCI TAŚM PRZENOŚNIKOWYCH

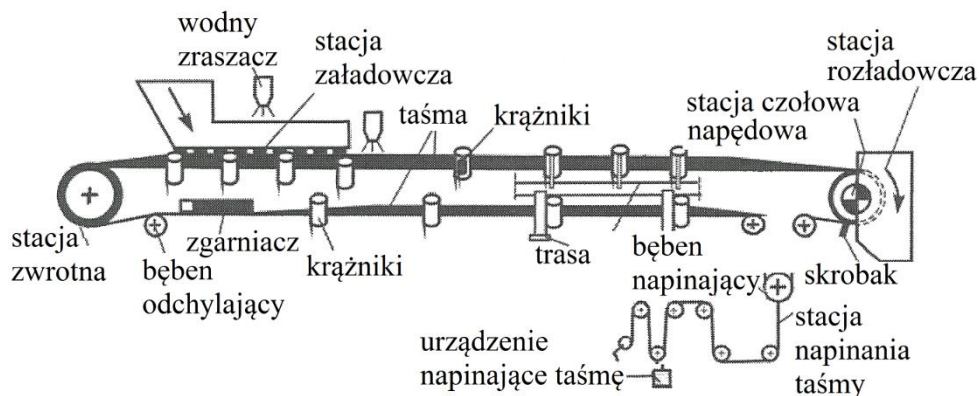
Streszczenie: Przenośniki taśmowe stanowią podstawowy środek transportu w kopalniach podziemnych i odkrywkowych. Funkcjonowanie tych urządzeń w zakładach górniczych generuje wysokie koszty związane z konstrukcją oraz utrzymaniem ruchu, dlatego tak ważne jest poszukiwanie nowych rozwiązań, umożliwiających ekonomiczną pracę przenośników bez obniżenia ich jakości. Coraz większą popularność zyskują taśmy energooszczędne, pozwalające obniżyć opory ruchu występujące na przenośniku, a co za tym idzie zmniejszające wydatki ponoszone na ich utrzymanie. W pracy scharakteryzowano obecnie stosowane taśmy przenośnikowe oraz przeanalizowano wpływ temperatury taśmy na generowane wartości oporów. Zwrócono uwagę na złożoność zagadnienia, jakim są energooszczędne przenośniki taśmowe i konieczność świadomego doboru podzespołów przenośnika.

RECENT ACHIEVEMENTS IN IMPROVING THE QUALITY OF CONVEYOR BELTS

Summary: Conveyor belts are the most common way of mechanical handling equipment not only in underground and open-pit mines but also in many other branches of industry. Construction and maintenance of conveyor belts create high costs, therefore looking new cost-efficient solutions is so important. In recent years energy savings belts have become popular; they allows to decrease primary resistance, and as a result - reduce energy consumption and generate savings. To make it possible, it is necessary to making advanced theoretical analysis and conducting researches in laboratory conditions. This helps to verified the real energy consumption of conveyor belts and also determined new parameters responsible for quality of belts. In this paper currently used bels and impact of temperature to them were described. The author also highlighted the importance and complexity of energy saving conveyor belts.

1. Wstęp

Przenośniki taśmowe są głównym środkiem transportu w górnictwie, przede wszystkim ze względu na możliwość transportowania materiałów na bardzo duże odległości, zdolność do pracy w trudnych warunkach eksploatacyjnych, oraz odporność na zmienne warunki środowiskowe w porównaniu z innymi sposobami transportu. Mimo iż przenośniki taśmowe stanowią często najbardziej ekonomiczny środek transportu w kopalniach, to jednak ich budowa i utrzymanie w dalszym ciągu generują wysokie koszty (Drenkelford, 2015). Skalę problemu można zobrazować na przykładzie KWB Bełchatów, gdzie transport przenośnikowy pochłania blisko 50% energii elektrycznej wykorzystywanej przez kopalnię. Z tego względu zarówno producenci jak i odbiorcy poszukują rozwiązań, które ograniczą energochłonność transportu taśmowego. Jedną z możliwości jest stosowanie nowych, energooszczędnych taśm przenośnikowych (Bajda i Hardygóra, 2011). Wykorzystanie taśm energooszczędnych wiąże się ze zmniejszeniem oporów ruchu, a co za tym idzie z ograniczeniem strat (rozpraszania) energii. Zostało to wielokrotnie potwierdzone eksperymentalnie między innymi w procesie cyklicznego ściskania czy na stanowisku z równią pochyłą (badania prowadzone na Politechnice Wrocławskiej). Wprowadzanie na rynek udoskonalonych rozwiązań wymaga stałego przeprowadzania coraz to nowszych badań laboratoryjnych oraz analiz teoretycznych. Na ryc. 1. przedstawiono uproszczony schemat przenośnika taśmowego z zaznaczonymi najważniejszymi elementami (Gładysiewicz, 2003).



Ryc. 1. Schemat przenośnika taśmowego (Antoniak, 2007)

2. Opory ruchu przenośnika taśmowego

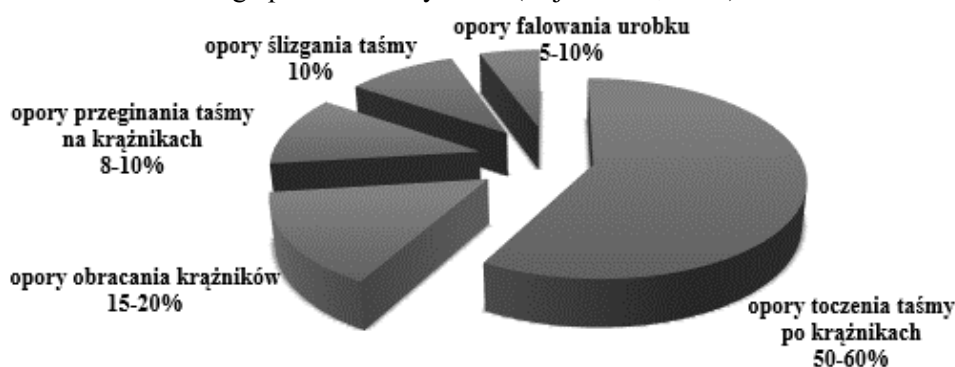
Pracy przenośnika taśmowego stale towarzyszą zjawiska generujące przemiany energii. Za każdą z nich odpowiadają opory ruchu, które dzielą się na trzy główne grupy:

- opory skupione (występują na stacji czołowej, napędowej, zwrotnej, napinającej oraz załadowniczej),
- opory główne (towarzyszą ruchowi taśmy wzdłuż całej trasy przenośnika),
- opory podnoszenia taśmy i urobku (występują na nachylonych odcinkach trasy) (Gładysiewicz, 2003).

Opory główne, które zależą między innymi od konstrukcji, stanu oraz jakości montażu taśmy przenośnikowej i krążników, dzielą się na:

- opory obracania krążników,
- opory toczenia taśmy po krążnikach,
- opory przeginania taśmy,
- opory falowania urobku,
- opory tarcia taśmy o krążniki.

Każda z powyższych grup generuje straty energii w inny sposób. Opory obracania krążników powodują rozpraszanie energii w węzłach łożyskowych oraz uszczelnieniach krążników. Z kolei za opór przeginania taśmy odpowiadają cykliczne przegięcia taśmy między zestawami krążnikowymi. Natomiast opór falowania urobku jest spowodowany deformacjami strugi urobku, które towarzyszą przeginaniu taśmy. Opór toczenia taśmy, nazywany również oporem wgnięcia taśmy w krążnik, występuje w strefie kontaktu krążnika z okładką bieżną taśmy. Procentowy udział wszystkich składowych oporów głównych dla cięgna górnego przenośnika taśmowego przedstawia rycina 2 (Bajda i inni, 2007).



Ryc. 2. Przybliżone wartości składowych oporów głównych przenośnika taśmowego (opracowanie własne na podstawie Bajdy i innych (2007))

Poszukiwanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych mających na celu zminimalizowanie oporów (co jest równoznaczne z obniżeniem kosztów transportu przenośnikowego) powinno się zacząć od stosowania taśm oraz krążników absorbujących jak najmniej energii, adekwatnych do danych warunków pracy (Gładysiewicz i Konieczna, 2016). W przypadku długich przenośników (powyżej 80 m) dominującą składową oporów ruchu są opory główne. Z kolei opory toczenia mogą stanowić nawet 60% spośród całych oporów głównych. Drugą co do wielkości składową są opory obracania krążników (Bajda i inni, 2007). Natomiast w przypadku przenośników krótszych niż 80 m, ze względu na większą częstotliwość przechodzenia taśmy przez newralgiczne punkty takie jak stacje czołowe, zwrotne czy urządzenia napinające – dominujące są opory skupione. Ponadto krótkie przenośniki taśmowe niejednokrotnie współpracują bezpośrednio z maszynami takimi jak koparki kołowe czy łańcuchowe, gdzie na taśmę z dużą siłą spada świeżo odspojony (często ostrokrawędzisty) materiał. Taśma pracująca w takich warunkach bardzo szybko ulega zużyciu, stąd nie jest opłacalne ani poddawanie jej regeneracji, ani też montowanie na tego typu przenośnikach taśm energooszczędnych (Konieczna, 2015).

3. Kryteria podziału taśm przenośnikowych

Podstawowym zadaniem taśm przenośnikowych jest transport materiału oraz przekazywanie sił wzdłużnych umożliwiających pokonanie oporów, wyjątkiem są przenośniki, w których zastosowano dodatkowe ciągnio pędne. Taśmy muszą odznaczać się odpowiednią wytrzymałością na rozciąganie oraz elastycznością (w kierunku wzdłużnym oraz poprzecznym), trwałością, odpornością na uszkodzenia mechaniczne oraz zmienne warunki atmosferyczne (Hardygóra, 1999). W pracy dokonano charakterystyki taśm ognio i olejoodpornych, a także taśm energooszczędnych.

3.1. Taśmy ognio i olejoodporne

Taśmy ognio i olejoodporne można podzielić na pięć podstawowych grup (ryc. 3.). Pierwsza z nich, to taśmy zwykłe, mogące pracować w przedziale temperatur od -25°C do +60°C. Największe zapotrzebowanie na tego typu taśmy mają odkrywkowe kopalnie węgla, kruszyw, surowców mineralnych, zakłady przerobcze, przemysł hutniczy, chemiczny czy papierniczy. Są to więc zakłady w których zagrożenie pożarowe jest niewielkie, lub dostęp do przenośników nie jest utrudniony. Kolejną grupą są taśmy trudno zapalne, które znajdują zastosowanie

w zakładach o podwyższonym ryzyku pożarowym, zlokalizowanych na powierzchni, takich jak elektrociepłownie czy elektrownie węglowe. Następnie wyróżniamy taśmy trudno palne, spełniające kryteria bezpieczeństwa pożarowego, zaprojektowane do pracy w kopalniach podziemnych węgla kamiennego oraz rud miedzi. Wyróżnia się ponadto taśmy odporne na ciepło, mogące transportować materiały w temperaturze przekraczającej 60°C; są przystosowane do pracy w koksowniach, hutach oraz cementowniach. Ostatnią grupą są taśmy olejoodporne, które znajdują zastosowanie w przemyśle chemicznym i spożywczym, a więc wszędzie tam, gdzie możemy mieć do czynienia z substancjami olejowymi (Hardygóra, 1999).



Ryc. 3. Kryteria podziału taśm ze względu na ich zastosowanie (Hardygóra, 1999)

3.2. Taśmy energooszczędne

Taśmy energooszczędne generują obniżone wartości oporów ruchu w porównaniu do taśm tradycyjnych (Gładysiewicz i Konieczna, 2016). W taśmach energooszczędnych opory toczenia mogą być zmniejszone przez odpowiedni dobór okładki bieżnej oraz jej konstrukcję pod kątem warunków, w jakich dana taśma ma pracować (Bajda i Hardygóra, 2011). Tabela 1. przedstawia szacowane oszczędności, jakie można uzyskać w skutek zmniejszenia oporów ruchu na przenośnikach poprzez zastosowanie taśm energooszczędnych.

Tab. 4. Szacowane oszczędności wynikające ze zmniejszenia oporów ruchu przenośnika taśmowego (Bajda i inni, 2007)

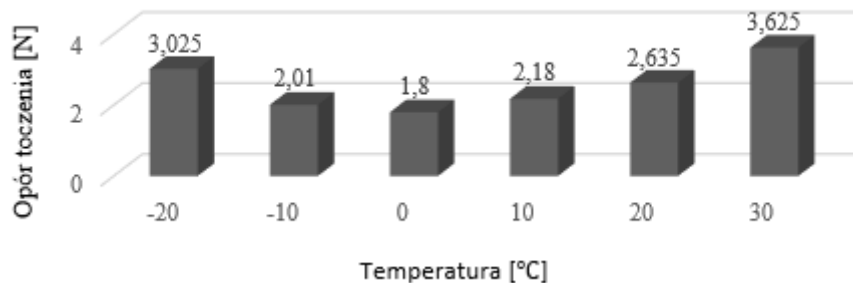
Zmniejszenie oporów [%]	5	10	15	20	25	30
Oszczędności [mln zł]	4,69	9,38	14,06	18,75	23,44	28,13

Zmniejszenie całkowitych oporów ruchu występujących na przenośniku nawet o kilka procent, obniży wydatki ponoszone na energię elektryczną nawet o kilka milionów złotych w skali roku. Aby było to możliwe, konieczna jest racjonalna gospodarka taśmami oraz zastosowanie ich zgodnie z przeznaczeniem.

Należy pamiętać, że podstawą przy tworzeniu i pracy taśm przenośnikowych jest bezpieczeństwo ich użytkowania. Projektując taśmy energooszczędne, za punkt wyjścia przyjmuje się zatem taśmy zwykłe (ogólnego przeznaczenia) mogące pracować między innymi w kopalniach odkrywkowych w temperaturach od -25°C do $+60^{\circ}\text{C}$ (Bajda i inni, 2007).

Zarówno opory toczenia taśmy jak i opory obracania krążników w znacznym stopniu zależą od temperatury. Na rycinie 4. przedstawiono wykres zależności oporów toczenia taśmy od temperatury. Pomiarzy zostały wykonane według metodyki opracowanej na Politechnice Wrocławskiej (Woźniak i inni, 2016) na próbce taśmy z linkami stalowymi; przez producenta została ona określona jako energooszczędna. Najniższe opory toczenia zarejestrowano w przedziale od -10 do $+10^{\circ}\text{C}$, oznacza to, że skrajnie dodatnie jak i ujemne temperatury wpływają na zwiększenie energochłonności transportu taśmowego.

Przy projektowaniu przenośników energooszczędnych należy pamiętać o drugiej składowej oporów ruchu – oporach obracania krążników. Na zmianę oporów generowanych przez krążniki mają wpływ ich parametry konstrukcyjne, oraz jakość i ilość zastosowanego smaru. Do pracy w niskich temperaturach najlepiej nadają się smary mrozo odporne, jednakże ze względów konstrukcyjnych i ilości krążników pracujących w kopalniach nie jest możliwa zmiana smaru na tradycyjny, gdy temperatura wzrośnie (Gładysiewicz i inni, 2016). W przypadku oporów toczenia taśmy spadek temperatury powoduje zwiększenie sztywności gumy (wzrasta moduł sprężystości) i taśma uzyskuje lepsze warunki do toczenia się po krążniku, jednocześnie wzrasta współczynnik tłumienia okładki bieżnej, co w efekcie wpływa negatywnie na wartość oporów (Bajda i inni, 2007). Natomiast w przypadku oporu obracania krążników, zmianom temperatury towarzyszą zmiany parametrów pracy smaru; przy spadku temperatury z $+20^{\circ}\text{C}$ do -10°C lepkość smaru może wzrosnąć nawet kilkadziesiąt razy (Antoniak, 2004). Najprościej zatem byłoby projektować taśmy i całe przenośniki pod konkretne warunki temperaturowe, jednak w zakładach odkrywkowych kluczowe znaczenie mają wysokie roczne, a czasami nawet dobowe amplitudy temperatur (Rudolphi, 2008).



Ryc. 4. Wpływ temperatury na opór toczenia taśmy (opracowanie własne)

Biorąc pod uwagę powyższe uwarunkowania, najlepszym rozwiązaniem jest stosowanie krążników z zaaplikowanym smarem o możliwie najmniejszej zmianie lepkości przy dużych wahaniami temperatur. Natomiast okładkę bieżną taśmy dobierać tak, by charakteryzowała się niskimi oporami toczenia w możliwie największym zakresie temperatur, przy jednoczesnym zachowaniu jej parametrów wytrzymałościowych. Jest to niezwykle trudne zadanie, ponieważ taśmy o obniżonej energochłonności są często bardziej wrażliwe na zmiany temperatury niż taśmy tradycyjne (Bajda i inni. 2007).

4. Wnioski

Niezwykle trudnym zadaniem jest stworzenie uniwersalnej, energooszczędnej taśmy przenośnikowej, mogącej pracować w dużym zakresie temperatur. W związku z tym, projektując taśmy bazuje się na całorocznym spektrum warunków eksploatacyjnych. Oszczędności wynikające z zastosowania taśm energooszczędnych łatwiej jest osiągnąć w okresie letnim oraz okresach przejściowych (wiosna, jesień) niż zimą.

Jedną z możliwości redukcji energii elektrycznej absorbowanej przed przenośniki taśmowe w okresie zimowym jest wykorzystanie krążników z zastosowanym smarem mrozoodpornym. Są one jednak droższe, a często również generują większe opory obracania w wysokich temperaturach (w okresie letnim) niż tradycyjne krążniki; może to skutkować zwiększonymi oporami obracania w skali roku. Z tego względu zarówno projektowanie całego przenośnika jak i samej taśmy, jest zagadnieniem niezwykle złożonym. Oprócz niezawodności i wydajności należy zwrócić uwagę na indywidualne warunki eksploatacyjne i atmosferyczne panujące w danym zakładzie. Projektując każdy podzespół konieczne jest nie tylko doświadczenie, ale i wiedza poparta analizami teoretycznymi oraz badaniami prowadzonymi w laboratoriach.

Bibliografia

- ANTONIAK J., 2004, *Przenośniki taśmowe. Wprowadzenie do teorii i obliczenia*. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice
- ANTONIAK J., 2007, *Przenośniki taśmowe w górnictwie podziemnym i odkrywkowym*. Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice
- BAJDA M., HARDYGÓRA M., 2011, *Szacowanie energooszczędności transportu przenośnikowego na podstawie badań parametrów dynamicznych okładki bieżnej taśmy przenośnikowej*, *Transport Przemysłowy i Maszyny Robocze*, 4/2011. s.12-15; ISSN 1899-5489
- BAJDA M., HARDYGÓRA M., GŁADYSIEWICZ L., 2007, *Wpływ parametrów mieszanek gumowych na energochłonność transportu przenośnikowego*, *Transport Przemysłowy*, no 3/2007, ISSN 1899-5489.
- DRENKELFORD S., 2015, *Energy-saving potential of Aramid-based conveyor belts*, Delft University of Technology
- GŁADYSIEWICZ L., 2003 *Przenośniki taśmowe, teoria i obliczenia*. Oficyna Wyd. Politechniki Wrocławskiej, Wrocław
- GŁADYSIEWICZ L., KONIECZNA M., 2016, *Theoretical Basis For Determining Rolling Resistance Of Belt Conveyors*, *Mining Science*
- GŁADYSIEWICZ L., KONIECZNA M., KISIELEWSKA E., 2016, *Wpływ temperatury na opór obracania krążników*, *Transport Przemysłowy i Maszyny Robocze* no 4/2016, ISSN 1899-5489.
- HARDYGÓRA M., 1999, *Taśmy przenośnikowe*. Wyd. Naukowo-Techniczne, rozdział 2, Warszawa
- KONIECZNA M., 2015, *Analiza uszkodzeń powierzchni taśmy przenośnikowej na potrzeby budowy systemu wizyjnego w Kopalni Węgla Brunatnego Turów*, Wrocław, praca niepublikowana
- RUDOLPHI T. J., 2008, *Applied Rubber Belt Cover Loss Prediction from Indentation*, Iowa
- WOŹNIAK D., KONIECZNA M., GŁADYSIEWICZ L., 2016, *Badania laboratoryjne i analiza oporów toczenia krążnika po taśmie w różnych temperaturach otoczenia*, badania w małej skali, raport serii SPR

Paulina PACA, Walentyna RESPONDEK

SKNG Silesian, Politechnika Śląska

FULGURYT – SKAMIENIAŁE PIORUNY?

Streszczenie: Celem niniejszej pracy było przybliżenie zagadnienia fulgurytów, czyli utworów powstających w wyniku uderzenia piorunów w podłoże zbudowane z piasków kwarcowych, czy skał. W pracy został omówiony proces tworzenia fulgurytów, ich charakterystyka oraz miejsca występowania w Polsce i na Świecie. Dokładnie opisano fulguryt pochodzący z Republiki Południowej Afryki z nad rzeki Oranje, który powstał w piaskach kwarcowych osadów aluwialnych ze zwietrzeliną intruzywnych skał zasadowych.

FULGURITE – PETRIFIED LIGHTNING?

Summary: The aim of this work was the explanation of the problem of fulgurites – the forms created when lightning strikes the ground consisting of quartz sands or rocks. This work discusses the process of fulgurites formation, their characteristics, and occurrences in Poland and in the world. A fulgurite originating from the Republic of South Africa was described thoroughly. The fulgurite was formed in alluvial deposits consisting of quartz sands and weathering residuals of intrusive mafic rocks.

1. Wstęp

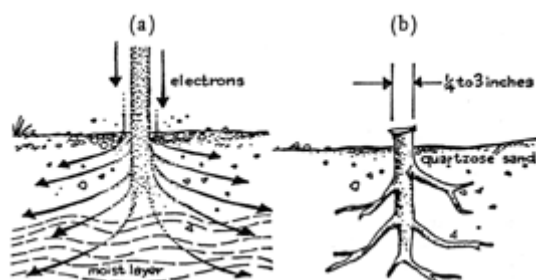
Fulguryty (zwane również piorunkami) to rurkowate, sopolkowate lub bulwiaste formy powstające w wyniku uderzenia pioruna o powierzchnię zbudowaną z piasku kwarcowego [Żaba, 2003], chociaż zdarzają się również fulguryty występujące w skałach. Ich nazwa wywodzi się od łacińskiego fulgur, czyli „błyskawica”. W wyniku uderzenia pioruna silny impuls elektryczny powoduje lokalne zeszklenie piasku i wytworzenie naturalnego szkliwa krzemionkowego – lechatelierytu. Poszczególne fulguryty mogą różnić się między sobą, ze względu na różne miejsca występowania oraz właściwości materiału wyjściowego.

Niniejsze opracowanie ma na celu przybliżenie zagadnienia fulgurytów – procesu ich powstawania, charakterystyki oraz opis przykładowych wystąpień.

2. Powstawanie fulgurytów

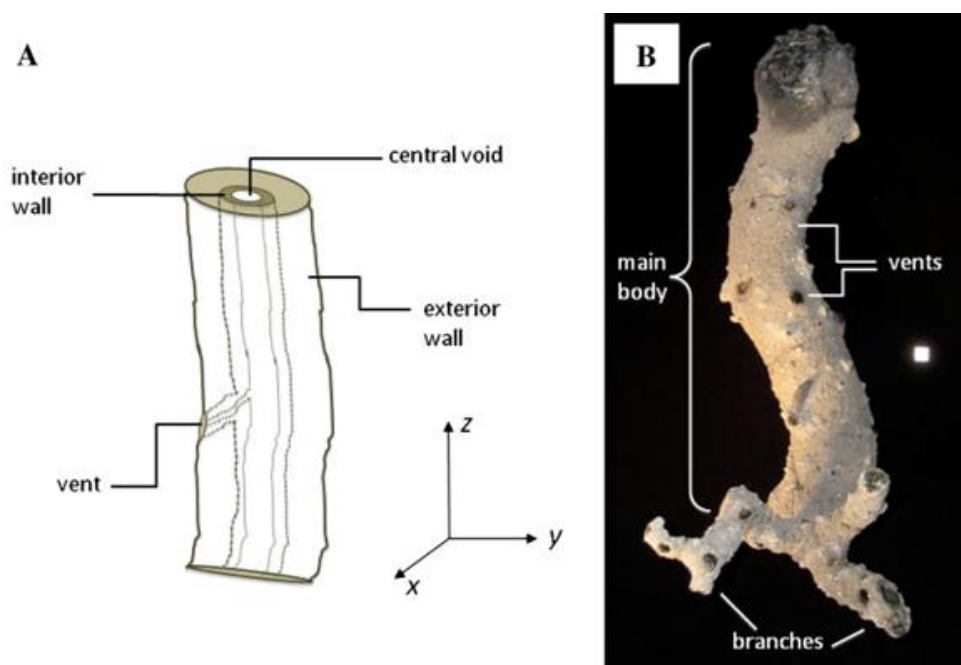
Powstawanie fulgurytów związane jest ze zjawiskiem błyskawic, które uderzając w materiał taki jak np. piasek – powodują jego stopienie. W momencie uderzenia pioruna w glebę, wyładowanie elektryczne przemieszcza się wzdłuż niej, bądź w głąb, w kierunku warstwy przewodzącej – warstwy wodonośnej lub wody powierzchniowej. Jedno wyładowanie może uwolnić około 109 J energii, co powoduje podgrzanie powietrza do 104-105 K. Tak duża energia powoduje roztopienie, utlenianie i redukcję chemiczną materiału macierzystego. Powoduje to zmiany fizyczne, chemiczne i morfologiczne. Za wartość minimalną energii, pozwalającą na powstawanie fulgurytów, przyjmuje się 104-105 J. Szczytowe temperatury związane z powstawaniem fulgurytów często przekraczają 30000 K, czyli punkt wrzenia krzemianów. Krzemionka topi się w temperaturze około 1800 K, a wrze w 2500 K. Gwałtownie podgrzewany materiał zaczyna wrzeć, osiąga nawet temperaturę od 10000-30000 K, w której krzemiany zupełnie wyparowują. Powoduje to powstawanie pustek i pęcherzyków otaczających drogę przewodzenia wyładowania. Umożliwia to ucieczkę substancji lotnych. Ciepło pochodzące z wyładowania rozprasza się promieniście od środka kanału na zewnątrz, a materiał sąsiadujący z wyładowaniem ogrzewany jest w tempie określonym przez dyfuzję termalną. W rezultacie często powstaje szklane jądro o cylindrycznym kształcie, czasem puste, otoczone przez szorstką zewnętrzną powierzchnię zbudowaną z roztopionych i nieroztopionych ziaren. Obecność nieroztopionych ziaren można tłumaczyć tym, że rozszerzająca się osłona z gorącego powietrza i wilgotność powietrza może izolować niektóre ziarna od ekstremalnych temperatur i pozostawiać je w formie niezmienionej. Ziarna występujące w bliskim sąsiedztwie wyładowania wykazują ślady wystawienia na działanie bardzo wysokiej temperatury. Formowanie fulgurytu zostaje przerwane w momencie, gdy wyładowanie osiągnie warstwę przewodzącą lub gdy energia jest już zbyt niska by zmieniać materiał.

Fulguryty występują dość powszechnie na Ziemi, jednak poddano je stosunkowo niewielu szczegółowym badaniom mineralogicznym. John Stout, Andrew Warren i Thomas Gill zestawili i udostępnili (<http://www.lbk.ars.usda.gov/wewc/bof/fulgurites.htm>) bibliografię dotyczącą fulgurytów. Najstarsza wymieniona tam pozycja pochodzi z 1790 roku.



Ryc. 1. Schemat powstawania fulgurytów [Viemeister, 1983]

3. Charakterystyka fulgurytów



Ryc. 2. Elementy budowy fulgurytu (Pasek i in., 2012)

Większość fulgurytów przybiera formę cylindryczną bądź kształt wydłużonego stożka. Mogą przyjmować różną wielkość – ich średnica najczęściej ma kilka centymetrów, natomiast długość – od kilku centymetrów, do kilku metrów długości (ryc. 1 i 2). Ze względu na kruchość trudno jest zachować duże okazy. Fulgurity najczęściej są symetryczne w płaszczyźnie x-y. Wiele z nich ma w środku charakterystyczne pustki biegnące wzdłuż kierunku przepływu prądu podczas powstawania fulgurytu. Spowodowane są one ucieczką parującego materiału bądź

części lotnych. Od głównej pustki często wychodzą promieniście odgałęzienia, różniące się czasem litologicznie od głównego cylindra. Najczęściej są one położone blisko siebie (Pasek i in., 2012).

Ogólnie można stwierdzić, że skład fulgurytu odzwierciedla skład podłoża, w jakie uderzył piorun. Jednak na jego zmienność wpływają różne czynniki. Właściwości morfologiczne fulgurytów zależą od kilku czynników. Oprócz składu materiału wyjściowego ważna jest również zawartość wody w tym materiale oraz energia wyładowania. Energia ma znaczący wpływ na morfologię fulgurytów, ponieważ temperatury osiągane podczas wyładowania wpływają bezpośrednio na rozmiar i zmiany składu. Energia wyładowania jest wprost proporcjonalna do temperatury wyładowania. Znikomy wpływ na powstawanie fulgurytów ma natomiast przewodność elektryczna materiału, ponieważ średnia przewodność gleb jest znacząco większa niż przewodność powietrza (Pasek i in., 2012).

Wewnętrzna ściana pustki składa się ze stopionego szkliwa. Na skutek procesów post-formacyjnych w ścianach odnaleźć można również niezmiennione ziarna. Zewnętrzna ściana fulgurytu zbudowana jest z materiału częściowo stopionego lub spieczonego, czasem przylega do niej niezmienniony materiał macierzysty (Pasek i in., 2012). Najczęściej jest chropowata i pokryta drobkami piasku.

Nowopowstałe fazy w fulgurytach zwykle oprócz szkliwa (lechatelierytu) charakteryzują się również obecnością rzadkich metalicznych sferul zawierających krzemki żelaza, tytanu oraz fosforek tytanu (TiP), fosforek żelaza (Fe_3P) itp. (Grapes, Müller-Sigmund, 2010).

4. Klasyfikacja fulgurytów

Pasek i in. (2012) zaproponowali podział fulgurytów na pięć typów:

1. Do typu pierwszego należą fulguryty powstające przeważnie w piasku kwarcowym i odznaczające się cienkimi ścianami. Zbudowane są głównie ze szkliwa, są mało zróżnicowane oraz mają niską gęstość.
2. Fulguryty typu drugiego powstają głównie w glebach złożonych z materiałów ilastych, piasku kwarcowego oraz czasem niewielkich okruchów skalnych. W przeciwieństwie do typu pierwszego nie są jednorodne, a lechatelieryt nie stanowi większości udziału. Dodatkowo mają one większe wymiary niż fulguryty pierwszego typu.
3. Fulguryty typu trzeciego powstają na podłożu orsztynu lub osadach typu caliche. Składają się między innymi ze szkliwa oraz przetopionych skaleni. Szkliwo otoczone jest przez kalcyt, który częściowo odpowiada za spajanie ziaren.

4. Czwarty typ obejmuje fulguryty powstające na podłożu litych skał. Przyjmuje się, że w tym przypadku lita skała musi mieć wymiary większe niż powstający na jej podłożu fulguryt. Odznaczają się gęstością zbliżoną do gęstości skały podłoża. Ponadto zachodzi w nich (na niewielką skalę) redukcja Fe. W odróżnieniu do fulgurytów powstających z gleb – mogą nie zawierać szkliwa, ponieważ skała macierzysta nie musiała zawierać kwarcu.

5. Ostatni typ fulgurytów to tzw. krople fulgurytowe. Stanowią one najmniejszą grupę, a od powiązanych z nimi fulgurytów różnią się rozmiarem i składem (Pasek i in., 2012).

5. Występowanie fulgurytów

Fulguryty powstają w każdej części świata, gdzie występują dwa podstawowe warunki ich wytworzenia – pojawiają się burze oraz materiał taki jak np. piasek kwarcowy, czy niektóre skały. Powstawanie fulgurytów jest więc zjawiskiem powszechnym, spotyka się je na różnego rodzaju pustyniach, plażach, wydmach czy szczytach górskich (w przypadku fulgurytów skalnych). Bardzo często jednak twory te mogą pozostać niezauważone, ponieważ bardzo dużo osób nie potrafi rozpoznać wytworzonych fulgurytów, biorąc je czasem za efekty erozji.

Najczęściej opisywane w literaturze są fulguryty występujące w Stanach Zjednoczonych. Występują one w każdej części USA – od terenów położonych na południu (jak np. Floryda, czy Missisipi) po obszary zlokalizowane na północy USA – jak Maine, czy Waterville [Viemeister, 1983]. Między innymi na podstawie badań fulgurytów ze Stanów Zjednoczonych opiera się podział tych tworów na pięć podstawowych typów. Pod uwagę wzięto również fulguryty pochodzące z plaży w Nowej Południowej Walii w Australii, czy na Saharze w Algierii i Maroko (Pasek i in., 2012).

Fulguryty występujące na plaży w New South Wales (Nowa Południowa Walia) oraz te z Sahary cechują się przeważnie cienkimi ścianami ze szkliwa w kolorze szarym, bądź jasnym, z ziarnami piasku. Są to fulguryty typu pierwszego. Tego typu fulguryty opisane zostały również w Tuscon (Arizona), czy Południowej Kalifornii (Pasek i in., 2012; Joseph, 2012).

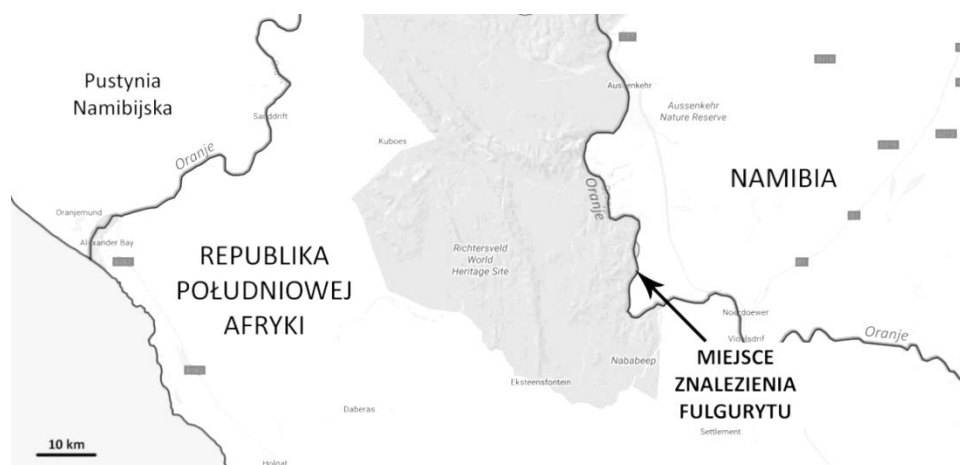
Fulguryty typu drugiego znaleziono między innymi w Colorado, Arizonie, Utah, Montanie, Północnej Karolinie, czy Pensylwanii. W zależności od miejsca znalezienia zmienia się skład mineralny. Na przykład fulguryty z Arizony i Colorado powstają na podłożu zwietrzałego granitu, z Utah na lessie, a Pensylwańskie pochodzą z gleb ilastych. Kolory tych fulgurytów również są różne – od brązowego po zielone i ciemniejsze barwy.

W Arizonie i Utah występują również inne rodzaje fulgurytów. W hrabstwach Yuma (Arizona), czy La Paz, Sweetwater oraz nad Wielkim Słonym Jeziorem w Utah, na twardych pustynnych glebach, pojawiają się fulguryty odpowiadające trzeciemu typowi. Zawierają one stosunkowo mało szkliwa. Fulguryty czwartego typu znaleźć można na pustyni Mojave w Kalifornii, a fulguryty kropelkowe odnajdowano w hrabstwie York czy Vernal.

Fulguryty występują również w Polsce. Brakuje wprawdzie opracowań dotyczących fulgurytów z konkretnych lokalizacji, jednak fakt ich występowania jest czasem przytaczany w literaturze. Polskich fulgurytów można szukać np. wśród piasków Pustyni Błędowskiej. Wśród wydm Kotliny Płockiej współwystępują z tzw. pseudofulgurytami, czyli rurkowatymi kongrecjami wapiennymi (Urbaniak, 1967). Znaleźć fulguryty można jednak na każdej plaży, wśród piasków kwarcowych, czy w kopalniach eksploatujących piaski.

6. Fulguryt znad rzeki Oranje

6.1. Charakterystyka ogólna



Ryc. 3. Poglądowa mapa z lokalizacją miejsca powstania fulgurytu

Kolejnym z miejsc, w którym spełnione zostały warunki powstawania fulgurytów, jest północno-zachodnia część Republiki Południowej Afryki. Na granicy RPA i Namibii, na lewym brzegu rzeki Oranje znaleziono okaz fulgurytu (ryc. 3).

Podłoże w tym miejscu jest piaszczyste, pochodzenia aluwialnego. Jest to piasek kwarcowy o lekko żółtawym zabarwieniu. W sąsiedztwie znajdują się

wychodnie ciemnych skał intruzywnych (dajek), o składzie mineralnym zbliżonym do gabra. Kulminację w morfologii tego obszaru stanowi baszta skalna zbudowana z intruzywnych skał zasadowych, nazywana King Kong Rock.

6.2. Opis makroskopowy

Okaz znad Oranje River ma kształt bardziej bulwiasty niż wydłużony i składa się z wielu stopionych ze sobą rurek. Jego średnica wynosi około 8 cm. Zewnętrznie fulguryt ma barwę od ciemno-brązowej do ciemno-brunatnej i charakterystyczny półmetaliczny połysk (ryc. 4). Wewnętrzna część (dolna) posiada barwę od pomarańczowej do ciemno-brązowej. Miejscami występują fragmenty koloru beżowego. Strukturę opisywanego fulgurytu można określić, jako porowatą. Rurkowane twory układają się przeważnie w jednym kierunku.

6.3. Badania w mikroobszarze

Podczas analizy SEM-EDS sporządzono fotografie mikroobszarów badanego fulgurytu. Zdjęcia uzyskane za pomocą elektronowego mikroskopu skaningowego pokazują mikrostrukturę badanej próbki.

Na zdjęciach (ryc. 5 i 6) widać wydłużone dendrytyczne kryształy i formy oktaedryczne magnezjoferytu (m). W tle (symbol k na ryc. 5 i 6) występuje nieuporządkowana krzemionka, prawdopodobnie lechatelieryt, czyli naturalne szkliwo krzemionkowe. Dodatkowo w pobranej próbce zaobserwowano występowanie kryształków gipsu (g) (ryc. 6). Jest to jednak minerał wtórny, powstały w pustynnych warunkach występowania tego fulgurytu.

Ze względu na duże powiększenia nie udało się wykonać dokładnej analizy EDS składu badanej próbki. Jednakże stwierdzono w składzie fulgurytu obecność magnezu i żelaza w proporcji odpowiadającej magnezjoferytowi. Magnezjoferyt ($\text{MgO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) jest spinelem, o ogólnym wzorze $\text{Mg}(\text{Fe}^{3+})_2\text{O}_4$, należącym do szeregu żelazospinelowego $\text{Me}^{2+}\text{R}_2^{3+}\text{O}_4$. Jest to minerał identyfikowany w pyłach atmosferycznych, pyłach pochodzenia kosmicznego i produktach ekshalacji wulkanicznych [Bolewski, 1982]. Jego obecność stwierdzano również w fumarolach, impaktytach, kimberlitach i produktach metamorfizmu kontaktowego.

Grapes i Müller-Sigmund (2010) opisują przypadek fulgurytu skalnego, powstałego podczas uderzenia pioruna w zasadową skałę magmową (gabro), w Alpach Zachodnich. Fulguryt ten jest szklistą powłoką bogatą w magnetyt, występujący w postaci siatki oktaedrycznych kryształów, tworzących również formy

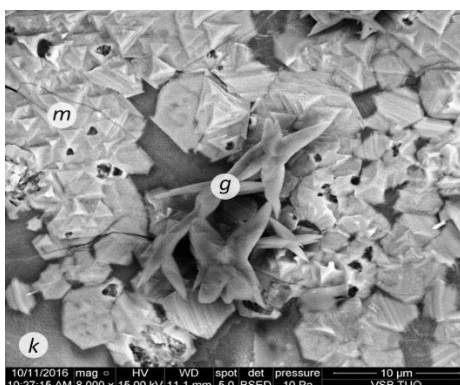
szkieletowo-dendrytyczne. Obecność magnetytu w fulgurytach jest stosunkowo rzadka, i tłumaczona obecnością magnetytu w skale wyjściowej (w tym przypadku gabrze). W przypadku okazu znad rzeki Oranje można przypuszczać iż powstanie magnezjoferrytu związane jest z występowaniem na tym terenie zasadowych skał intruzywnych, które w postaci zwietrzliny mieszają się z piaskiem kwarcowym.



Ryc. 4. Fulguryt znad rzeki Oranje



Ryc. 5. Mikroobszar badanej próbki w 4000 powiększeniu



Ryc. 6. Mikroobszar badanej próbki w 8000 powiększeniu

7. Podsumowanie

Fulguryty zawdzięczają swoje powstawanie zjawisku błyskawic, które uderzając w piaszczysty grunt powodują jego stopienie i wytworzenie naturalnej krzemionki (lechatelierytu). Warunki do powstania fulgurytów występują powszechnie. Najwięcej okazów można odnaleźć na terenach pustynnych, wydmach, plażach, czy piaszczystych pustkowiach. Licznym analizom zostały poddane fulguryty ze Stanów Zjednoczonych i Australii, na podstawie których klasyfikuje się

fulguryty na pięć podstawowych typów. Fulguryty w poszczególnych typach różnią się między innymi barwą, grubością ścian, kształtem, czy składem mineralnym. Większość fulgurytów przyjmuje jednak cylindryczny, rurkowaty kształt, a głównym budulcem jest szkliwo krzemionkowe. Największy wpływ na charakter wykształconego fulgurytu ma moc wyładowania oraz materiał macierzysty. Jednym z opisanych w niniejszej pracy fulgurytów jest fulguryt z nad rzeki Oranje. W dolinie tej rzeki, w piaskach kwarcowych o charakterze aluwialnym, znaleziono okaz, który najbardziej odpowiada pierwszemu typowi fulgurytów. Fulguryty można znaleźć również w Polsce, na przykład wśród piasków Pustyni Błędowskiej, na wydmach czy plażach polskiego wybrzeża. Brakuje jednak polskich opracowań i badań w tej dziedzinie.

Podziękowania

Autorki pragną podziękować Państwu Małgorzacie i Krzysztofowi Labus za pomysł, materiał badawczy i okazaną pomoc, oraz Natalii Maciejończyk za wsparcie merytoryczne.

Bibliografia

- BOLEWSKI A., 1982, *Mineralogia szczegółowa*, Wyd. Geol. Warszawa.
- GRAPES R.H., MÜLLER-SIGMUND H., 2010, *Lightning-strike fusion of gabbro and formation of magnetite-bearing fulgurite*, Cornone di Blumone, Adamello, Western Alps, Italy, *Miner Petrol*, 99: 67-74
- JOSEPH M.L., 2012, *A Geochemical Analysis of Fulgurites: from the inner glass to the outer crust*. Graduate Theses and Dissertations
- URBANIĄK U., 1967, *Wydmy Kotliny Płockiej*, Prace Geograficzne nr 61, s.18. Wyd. Geol
- PASEK M.A, BLOCK K., PASEK V., 2012, *Fulgurite morphology: a classification scheme and clues to formation*. *Contrib Mineral Petrol*, 164: 477-492
- VIEMEISTER P.E., 1983, *Petrified Lightning*. The Mit Press
- ŻABA J., 2003, *Ilustrowany słownik skał i minerałów*. Videograf II, Katowice

Źródło internetowe:

<http://www.lbk.ars.usda.gov/wewc/bof/fulgurites.htm>

Jan RACZKO

Koło Młodych Geologów, Uniwersytet Warszawski

WSTĘPNA ANALIZA MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA IŁÓW WARWOWYCH Z OKOLIC WARSZAWY DO WYTWARZANIA CERAMICZNYCH FILTRÓW PIANKOWYCH Z DODATKIEM SiC

Streszczenie: Praca dotyczy zbadania możliwości zagospodarowania surowców ilastych okolic Warszawy we współczesnych gałęziach ceramiki. W ramach opracowania dokonano charakterystyki surowcowej iłu warwowego ze złoża Mokre IV, a następnie wykonano ceramiczny filtr piankowy na bazie pianki poliuretanowej oraz kształtki kompozytowe z dodatkiem węgliku krzemu (SiC), które poddano analizie przy pomocy skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM). Tworzywo z dodatkiem węgliku krzemu poddano również analizie EDS. Wyniki badań omówiono w kontekście wymagań wybranych zastosowań ceramicznych filtrów piankowych.

PRELIMINARY STUDY ON APPLICATION OF CLAY RAW MATERIALS FROM WARSAW REGION WITH ADDITION OF SiC IN CERAMIC FOAM FILTERS TECHNOLOGY

Summary: The aim of this work was to investigate clays of Warsaw region as raw materials in certain modern ceramic technologies. The paper presents technological characteristic of the clay raw material taken from the Mokre IV deposit. Subsequently ceramic foam filters (CFF) and samples of ceramics combined of clay and SiC were manufactured and examined with SEM. For the ceramic material with addition of SiC, EDS analysis was made. Results of this research were presented in light of technological conditions for certain applications of CFF.

1. Cel badań

Celem pracy była ocena przydatności iłu warwowego w wytwarzaniu ceramicznych filtrów piankowych (ang. ceramic foam filters - CFF), a także możliwości jego łączenia z węglikiem krzemu (SiC). W ramach opracowania dokonano charakterystyki surowcowej iłu warwowego ze złoża Mokre IV

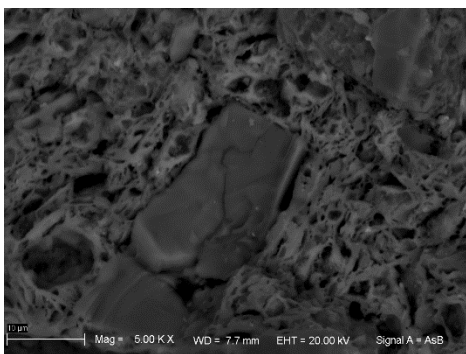
k. Radzymina, a następnie wykonano ceramiczny filtr piankowy na osnowie pianki poliuretanowej oraz kształtki kompozytowe z dodatkiem SiC, dla których uzyskano obrazy BSE. Tworzywo z dodatkiem SiC poddano również analizie EDS. SiC wiązany ilet, jako tworzywo odznacza się bardzo dobrym przewodnictwem cieplnym i znikomą rozszerzalnością temperaturową. Jest również materiałem o wysokiej odporności na czynniki mechaniczne, a w szczególności siły zginające (Kassim i in. 2011). Istotnym aspektem pracy było również określenie roli składu mineralnego badanego surowca, w tym minerałów ilastych z grup hydromik oraz smektytu.

2. Metody badawcze

Dla iltu warwowego wykonano badania określające jego własności fizyczne w tym: badanie skurczliwości wypalania, badanie nasiąkliwości, badanie wytrzymałości na zginanie (kształtki przygotowane z masy plastycznej z dodatkiem SiC przeznaczone do badania wytrzymałości na zginanie przedstawia ryc. 2.) oraz ściskanie. Sprawdzone również optymalną temperaturę wypału, co stanowi istotną informację dla możliwości trwałego wprowadzenia do czerepu ziaren SiC. Następnie podjęto próby wykonania tworzywa porowatego o strukturze pianki poliuretanowej metodą ręczną bez użycia narzędzi prasujących. Piankę zanurzano na 30 sekund w masie olejnej, a następnie ręcznie wyciskano jej nadmiar. Filtry piankowe powstają poprzez impregnację gąbki polimerowej masą olejną przygotowaną z surowca ceramicznego lub metaliczno-ceramicznego. Jest to technika replikacji, czyli zastąpienia struktury polimerowej przez ceramiczną. Gąbka nasączona zostaje wysuszona w temperaturze pokojowej, a następnie wypalona we właściwej dla danego surowca temperaturze. Tworzywo polimerowe zostaje wówczas usunięte i pozostaje jedynie spieczone lub porowate tworzywo ceramiczne o budowie komórkowej (Carvalho et al., 2015). Przygotowano również kształtki z masy plastycznej o zmiennym składzie mineralnym, zwiększając stopniowo zawartość SiC w obrębie próbki. Po wypaleniu pianek oraz kształtek z dodatkiem SiC uzyskano dla obu obrazy BSE za pomocą mikroskopu elektronowego (SEM). Dla kształtek zbadano również parametr wytrzymałości na zginanie, aby sprawdzić, czy zmienna zawartość SiC w zakresie od 5 do 50% ma znaczący wpływ na własności fizyczne tworzywa.

3. Wyniki badań

Wyroby ceramiczne wykonane z ilu warwowego po wypaleniu osiągają wytrzymałość na zginanie rzędu 24 MPa. Jest to istotna informacja pod kątem dalszych badań tworzywa w układzie przepływowym. Nasiąkliwość wodą na zimno kształtuje się na poziomie 7,4%, co klasyfikuje uzyskany produkt w kategorii tworzyw porowatych. Przyjęta temperatura wypału (1000°C) jest zatem odpowiednio niska, aby tworzywo zachowało własności tworzywa porowatego, ale dość wysoka, aby między matrycą ilastą, a ziarnami SiC powstały charakterystyczne łączenia dające podstawy do twierdzenia, że zostały one trwale związane w czerepie. Taką morfologię tworzywa stwierdzono na podstawie obserwacji mikroskopowych (SEM) (Ryc.1).



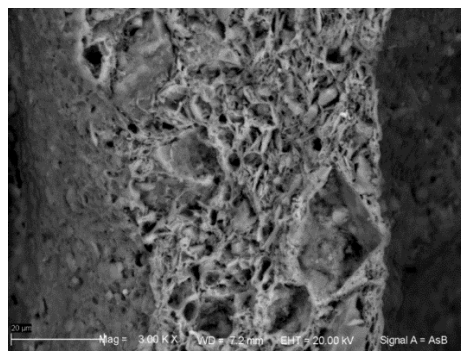
Ryc. 1. Obraz BSE – relacja teksturalna ziarna SiC i matrycy ilowej po wypaleniu



Ryc. 2. Kształtki przygotowane z masy plastycznej z dodatkiem SiC przeznaczone do badania wytrzymałości na zginanie



Ryc. 3. Obraz BSE struktury wewnętrznej uzyskanego tworzywa



Ryc. 4. Struktura wewnętrzna ścianki uzyskanego tworzywa

Mikroskopia elektronowa wykazała niedoskonałość metody wytwarzania tworzywa. Po pierwsze masa lejna nie została rozprowadzona równomiernie, pozostawiając tym samym pustki w obrębie wypalonego wyrobu. Po drugie duża część komórek zostało zasklepionych, ograniczając tym samym porowatość efektywną, co można zaobserwować na rycinie 3.

Badanie skurczliwości surowca wykazało, że należy on do kategorii surowców plastycznych. W ramach pracy wykonano jedynie pojedyncze badania parametrów skurczliwości wysychania (Ss) oraz skurczliwości wypalania (Sw) w celu potwierdzenia danych pochodzących z pracy Bojakowskiego (1982), gdzie analizowano surowiec z sąsiedniego złoża Radzymin. Wynik skurczliwości całkowitej (Sc) uzyskany dla surowca ze złoża Mokre IV kształtuje się na poziomie 11,3%, co pokrywa się z danymi z ww. pracy. Skurczliwość całkowita została obliczona jako suma skurczliwości wysychania oraz skurczliwości wypalania. Wyniki zestawiono w Tab. 1. W pracy Bojakowskiego (1982) dla surowca ilastego pobranego z kompleksów Radzymin Górny i Radzymin Dolny oraz wypalonego w $T = 1000^{\circ}\text{C}$ uzyskano wartość skurczliwości całkowitej równej 10%. Są to wartości podobne, jednak wskazujące na nieco większą plastyczność ilów ze złoża Mokre IV. Takie własności surowca wskazują na konieczność dbałości o dokładne wysuszenie wyrobu przed procesem wypału, ponieważ występuje realne ryzyko jego uszkodzenia. Te parametry są zapewne związane ze znaczną zawartością minerałów z grupy smektytu, które gwarantują jednak uzyskanie tworzywa o bardzo rozwiniętej powierzchni właściwej (Ryc. 4) oraz dużą zdolność jonowymienną.

Tab. 1. Parametry skurczliwości ilu warwowego ze złoża Mokre IV [%]

Ss	10
Sw	1,25
Sc	11,25

Badania wytrzymałości na zginanie dokonano zarówno dla tworzywa surowego po wysuszeniu, jak i dla tworzywa wypalonego. Na końcu zbadano wytrzymałość na zginanie kompozytu przygotowanego z badanego w tej pracy surowca ilastego oraz SiC pochodzenia odpadowego. Pomiaru dokonano na aparacie Biegefestigkeitsprüfer 401. W badaniu wytrzymałości na zginanie część próbek zostało wykonanych z surowca przesianego na sicie o średnicy oczek 0,08 mm, zaś część zawierała zróżnicowane frakcje. SiC w postaci proszkowej został przesiany na sicie o ww. średnicy oczek dla wszystkich próbek. Celem tego zabiegu była próba określenia rzeczywistego wpływu obecności SiC na wytrzymałość tak przygotowanego kompozytu. Wytrzymałość na zginanie wyliczono ze wzoru:

$$R_g = \frac{M_g}{W_g}$$

gdzie:

$$M_g = \frac{P_g * I_o}{4}; \quad W_g = \frac{h^2 * b}{6}$$

gdzie:

R_g – wytrzymałość na zginanie [MPa] I_o – odległość między podporami [m]

M_g – moment zginający [Nm] h – wysokość kształtki [m]

W_g – parametr kształtu próbki [m³] b – szerokość kształtki [m]

P_g – naprężenie zginające [N]

Tab. 2. Zestawienie danych uzyskanych w badaniu wytrzymałości na zginanie; próbki oznaczone barwą pomarańczową zostały wykonane z ilu szlamowanego o średnicy ziaren <0,08 mm oraz węglika krzemu rozdrobnionego do średnicy ziaren <0,08 mm

Próbka	P_g [N]	M_g [Nm]	W_g [m ³]	R_g [MPa]
Bs1_14/12	100	1,25	0,00000032	3,96
Bs2_14/12	94	1,18	0,00000034	3,41
Bs3_14/12	165	2,06	0,00000029	7,09
Bw1_14/12	310	3,88	0,00000029	13,15
Bw2_14/12	418	5,23	0,00000030	17,32
Bs1_15/01	180	2,25	0,00000027	8,39
Bs2_15/01	175	2,19	0,00000023	9,35
Bs3_15/01	180	2,25	0,00000027	8,22
Bw1_15/01	>480	>6,00	0,00000022	>26,72
Bw2_15/01	>480	>6,00	0,00000025	>24,29
Bw3_15/01	395	4,94	0,00000021	23,56
BSiC_50	>480	>6,00	0,00000023	>25,68
BSiC_25	>480	>6,00	0,00000032	>18,90
BSiC_10	>480	>6,00	0,00000030	>19,83
BSiC_5	480	6,00	0,00000027	22,18

Jak wynika z Tab. 2 tworzywo kompozytowe przygotowane z SiC oraz badanego surowca ilastego wykazuje wysoką wytrzymałość na zginanie. Naprężenie łamiące przewyższa wartość graniczną dla uzyskanych wymiarów kształtek, możliwą do uzyskania na zastosowanym aparacie. Na podstawie badań stwierdzono także znaczny wpływ jakości przygotowania masy plastycznej na R_g . Kształtki

Bs1_14/12 oraz Bs2_14/12 zostały zniszczone w miejscu obecności nierozdrobnionych ziaren frakcji iłowo-pyłowej lub pojedynczych ziaren frakcji żwirowej. Kształtka Bs3_14/12, w której nie występowały żadne miejsca predestynowane do złamania, wykazała wytrzymałość ponad dwukrotnie wyższą.

4. Podsumowanie i wnioski

Dane uzyskane w wyniku przeprowadzonych badań pozwalają w sposób ogólny ocenić przydatność surowca, jakim jest ił warwowy do produkcji ceramicznych filtrów piankowych. W oparciu o pomiary temperatury topienia, można stwierdzić, że otrzymane tworzywo nie nadaje się do wykorzystania np. w technologii oczyszczania stopów metalicznych, gdzie wymagana jest wyższa odporność termiczna. Granicą użytkowania jest temperatura procesu. Cechą charakterystyczną ładu warwowego ze złoża Mokre IV jest jego szeroki interwał temperaturowy uzyskiwania tworzywa porowatego o nasiąkliwości rzędu kilkunastu %. Obecność licznych mikroporów o średnicach rzędu 1-5 μm otwiera pole do dyskusji na temat aplikacji ceramicznych filtrów piankowych wykonanych z illitowo-montomirllonitowych surowców ilastych okolic Warszawy w szerokim spektrum zastosowań. Efektem obecności mikroporów będzie zwiększenie powierzchni właściwej matrycy filtra ceramicznego. Zwiększa to jego atrakcyjność w takich zastosowaniach, jak różnego rodzaju filtry. Sam proces filtracji za pomocą tego rodzaju tworzywa odbywa się wg następujących etapów: I – filtracja sitowa – polega na zatrzymaniu na powierzchni filtra wtrąceń o średnicy większej, niż średnica oczek filtra; II – w miarę przytykania się porów na powierzchni filtra, na zasadzie adhezji zatrzymywane są cząsteczki o średnicach mniejszych, niż średnica porów filtra – powstaje tzw. placek filtracyjny; III – najmniejsze cząsteczki, które przedostaną się do wnętrza filtra, są przechwytywane przez ścianki filtra na zasadzie adsorpcji – tzw. filtracja głęboka (Ościłowski, Pliś, 2001). Surowce ilaste okolic Warszawy odznaczają się znaczną zawartością pierwiastków metalicznych z grupy litowców oraz żelaza. W celu pogłębienia wiedzy na temat możliwości aplikacji tego tworzywa należałoby poddać je badaniu odporności w środowisku agresywnym chemicznie, ponieważ filtracja np. gazów spalinowych zachodzi w środowisku, które zagraża integralności i jakości tworzywa filtrującego (Pastila i in. 2005). Wśród istotnych parametrów, które mogą mieć wpływ na ostateczny produkt należy wymienić również skurczliwość, która może zadecydować o zagęszczeniu tworzywa w trakcie wypalania, a więc również i zmniejszeniu objętości komórek filtra lub nawet zaburzeniu integralności jego struktury wewnętrznej. Najistotniejsza w tym wypadku pozostaje skurczliwość wypalania, która wynosi 1,25%. Taka jej wartość

nie powinna przyczynić się ujemnie do ostatecznej jakości produktu. Wśród obserwacji i wniosków należy również zwrócić uwagę na trudności napotymane w trakcie przygotowania filtra ceramicznego. Zdjęcia wykonane za pomocą mikroskopu elektronowego pokazały, że część porów w komórkach filtra zostało zamkniętych. Jest to zapewne skutek nadmiernej ilości masy lejnej jaka została utrzymana w obrębie pianki polimerowej na etapie impregnacji. W przyszłości więcej uwagi należy poświęcić równomiernemu rozprowadzeniu masy lejnej w całej objętości tworzywa polimerowego. Zdjęcia uwidaczniają również wysoki stopień selekcji ziarnowej w przygotowanej masie lejnej, co z pewnością przekłada się na ujednoczenie parametrów filtra w całej jego objętości. Ważną obserwacją jest fakt, że rozdrobnienie i ujednoczenie ziaren nie powoduje zmniejszenia porowatości tworzywa, co jest ważną i w tym wypadku korzystną cechą.

Istnieje możliwość wytwarzania tworzyw typu CFF z łu warwowego okolic Warszawy. Wymagana jest przy tym znaczna staranność w przygotowaniu masy lejnej oraz przeprowadzeniu procesu zastępowania polimeru przez tworzywo ceramiczne. Ponadto istnieje również możliwość trwałego łączenia tego surowca z SiC w temperaturze wypału 1000°C. Barię dla zastosowań takiego tworzywa stanowi temperatura topienia łu warwowego (1150-1200°C).

Bibliografia

- BOJAKOWSKI T., 1982, *Charakterystyka geologiczno – surowcowa osadów Zastoiska Warszawskiego oraz ocena ich przydatności dla ceramiki budowlanej*. Biul. Inst. Geol. 336, Z badań złóż surowców mineralnych w Polsce, Tom IV, 131-182.
- CARVALHO A.C., RAUPP-PEREIRA F., RODRUGUES NETO J.B., NOVAES DE OLIVEIRA A.P., 2015, *A new source for production of ceramic filters*. Materials Letters 145 (2015), 250-252.
- KASSIM K.S., ZAIDAN AL-JUBOORI S.A., MUTALB AL. SHEIKH A., 2011, *Mechanical strength of silicone carbide bonded with Iraqi clays*. Eng. & Tech. Journal, Vol. 29, No.4 (2011).
- OŚCIŁOWSKI A., PLIŚ W., 2001, *Piankowe filtry ceramiczne – cel zastosowania, praktyczne doświadczenia Ferro-Term*. Archiwum Odlewnictwa, Rocznik 1, Nr 2 (1/2) (2001).
- PASTILA P., NIKKILA A.P., LARA-CURZIO E., MANTYLA T., 2005, *Microstructure and Fracture of Some SiC-based Clay Bonded Hot Gas*

Filter Materials After Ex-posure to Thermal Cycling and/or High Temperature Water Vapor. Tampere Univ. of Technologies, Finland.

Alicja SWEBODZIŃSKA^{1,2}, Paulina PAŹIK³, Aleksandra SZWAJA¹

¹SKN Górnik, Politechnika Wrocławska

²Zakład Górnictwa, Politechnika Wrocławska

³Camborne School of Mines, University of Exeter

WPLYW PRZEDOZOWANIA SPIENIACZA NA WYNIK FLOTACJI ŁUPKA MIEDZIONOŚNEGO

Streszczenie: W pracy przedstawiono wpływ przedozowania butyloaminy i eteru butylowego glikolu trójpropylenowego C₄P₃ na flotację łupka miedzionośnego. Otrzymane wyniki pokazują, że butyloamina wraz ze wzrostem stężenia polepsza efektywność flotacji. W przypadku C₄P₃ zauważono spadek wychodów po przedozowaniu surfaktantu, co miało niekorzystny wpływ na proces.

INFLUENCE OF REAGENT OVERDOSE ON FLOTATION OF CARBONACEOUS COPPER-BEARING SHALE

Summary: In this paper the influence of overdosed butylamine and tripropylene glycol butyl ether C₄P₃ on carbonaceous shale flotation was presented. The obtained results showed that butylamine improved the efficiency of flotation with increasing concentration. On the other hand, it was observed that in case of C₄P₃, the recovery decreased with surfactant overdose. Additionally, entrainment of shale particles in the laboratory mechanical flotation cell in the presence of selected surfactants was examined.

1. Wprowadzenie

Polskie złoża rudy miedzi występujące na terenie monokliny przedsudeckiej należą do jednego z największych na świecie. Eksploatacją tego obszaru zajmuje się KGHM Polska Miedź S.A, która należy do światowej czołówki producentów miedzi i srebra. Ponadto, obok tych surowców, wydobywa się ołów i sól kamienną (www.kghm.com). W ostatnim czasie dużą uwagę poświęcono także odzyskowi kobaltu, który jest uznawany za jeden z najrzadziej występujących metali w Europie (Pażik i inni, 2016). Ciąg technologiczny, odpowiedzialny za wydobywanie oraz przeróbkę wydobytej rudy, składa się z Zakładów Górniczych, Oddział Zakłady

Wzbogacania Rudy (O/ZWR) oraz Hut Miedzi – Legnica, Głogów. Do O/ZWR kierowana jest nadawa, w której zawartość miedzi szacowana jest na około 1,52% (Nieć, 1997). Koncentrat końcowy, otrzymany w wyniku flotacji, charakteryzuje się średnią zawartością miedzi równą 23% (www.kghm.com). Występujące w nadawie utwory łupkowe posiadają najwyższą zawartość miedzi, a jednocześnie najgorzej ulegają wzbogacaniu w stosunku do innych odmian litologicznych, eksploatowanych na terenie Legnico-Głogowskiego Okręgu Miedziowego (Łuszczkiewicz i Wieniewski, 2006).

Główną operacją przeróbczą wykonywaną w O/ZWR jest flotacja. Proces ten opiera się na wychwytywaniu hydrofobowych ziarn przez pęcherzyki powietrza. W celu poprawy efektywności flotacji stosowane są różnego rodzaju środki powierzchniowo-czynne, zwane surfaktantami. Spieniacze są związkami, których zadaniem jest odpowiednie zdyspergowanie pęcherzyków powietrza w zawiesinie oraz wytworzenie stabilnej piany. Ponadto powodują one zmniejszenie napięcia powierzchniowego wody (Bulatović, 2007). Najbardziej powszechnymi środkami pianotwórczymi są alkohole (np. metyloizobutylokarbinolu - MIBC) oraz rozpuszczalne w wodzie polimery oparte na tlenku propylenu, takie jak glikole propylenowe (Kawatra, 2009). Zbieracze, zwane również kolektorami wpływają na granicę faz ciało stałe – roztwór, powodując zmianę w hydrofobowości ziarn. Obserwuje się także wzrost kąta zwilżania wraz z obniżaniem się energii powierzchni ciała stałego. W obecności kolektora maleje energia międzyfazowa ciało stałe – woda, a także napięcie powierzchniowe samej wody (Drzymała, 2009). Zależność pomiędzy kątem zwilżania a napięciem powierzchniowym stosowanych cieczy opisuje wykres Zissmana (Drzymała, 2009; Żenkiewicz, 2007). Niektóre odczynniki mogą działać zarówno jako speniacz jak i kolektor. Przykładem takiego reagenta są aminy, które w zależności od warunków flotacji jak i długości łańcucha węglowego mają różny wpływ na proces (Zaleska i Kowalczyk, 2016, Szczerkowska i inni, 2016).

W celu wykonania efektywnej i jednocześnie ekonomicznej flotacji konieczne jest dobranie odpowiedniego stężenia odczynnika. Jednym z mierzonych parametrów, pozwalającym na uzyskanie takiego rezultatu, jest krytyczne stężenie koalescencji (z ang. critical concentration coalescence, CCC). CCC to minimalne stężenie speniacza, przy którym całkowicie zapobiega się łączeniu pęcherzyków powietrza ze sobą (Cho i Laskowski, 2002).

Łupek miedzionośny jest materiałem hydrofilowym, gdyż jego postępujący i cofający kąt zwilżania, mierzony metodą siedzącej kropli jest równy 43 i 24°. Jednak pomimo tej hydrofobowości łupek ten nie flotuje w wodzie destylowanej, co wskazuje na właściwości hydrofilowe (Drzymała i Bigosiński 1995). Obecność

spieniaczy czy soli w roztworze umożliwia flotację tego materiału poprzez odkrywanie jego efektywnej hydrofobowości od 0° w wodzie destylowanej do 40° w obecności spieniacza (Pązik i Kowalczyk, 2016). Wartość kąta efektywnej hydrofobowości zależy od rodzaju i dawki spieniacza (Bednarek i Kowalczyk, 2014; Kaczmarska i inni, 2016, Lasia i inni, 2016, Szyszka i Bacía, 2016). Głównym celem niniejszej pracy jest zbadanie wpływu przedozowania odczynnika na efektywność flotacji.

W pracy Wiesea i innych (2010) zauważono, że zwiększenie stężenia spieniacza i depresantów może skutkować wzrostem stabilizacji piany oraz poprawą odzysku miedzi i niklu z rud siarczkowych. Jednak proces ten zachodzi tylko do pewnej granicy. Po jej przekroczeniu dalsze dodawanie spieniacza może stać się nieopłacalne, ilość piany może maleć, a przywiązanie energetyczne agregatu ziarno-pęcherzyk może się obniżyć (Gill, 1991; Koopal i Mulleneers, 2002). Oznacza to, że przedozowanie odczynnika może pogorszyć efektywność procesu flotacji.

2. Materiały i metodyka badań

Materiałem użytym do badań był łupek miedzionośny pochodzący z Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego (LGOM) z rejonu Zakładów Górniczych Polkowice-Sieroszowice. Łupek najpierw poddano kruszeniu na kruszarce szczękowej, a następnie wydzielono frakcję poniżej 200 µm, która stanowiła nadawę do flotacji. Nadawę do flotacji stanowiły próbki o masie 30 g. Flotacje wykonano w maszynie laboratoryjnej typu mechanicznego, w komorze akrylowej o pojemności 0,5 l, przy stałym przepływie powietrza wynoszącym 50 dm³/h. Testy flotacyjne prowadzono przez 35 min, zbierając w czasie 7 produktów. Pianę zbierano za pomocą automatycznego zgarniaka. Uzyskane produkty suszono w suszarce laboratoryjnej w temperaturze 105 °C, a następnie ważono w celu określenia wychodów poszczególnych produktów. Flotację prowadzono w obecności dwóch wybranych reagentów chemicznych. Charakterystykę odczynników użytych do flotacji zamieszczono w tabeli 1.

Tab.1. Charakterystyka odczynników flotacyjnych

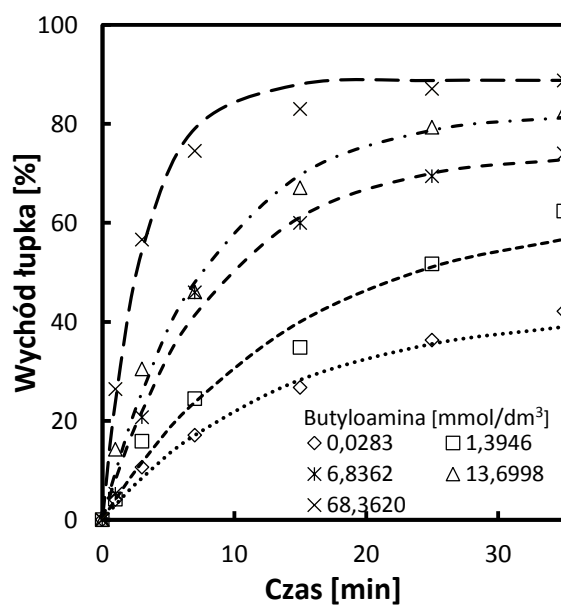
Nazwa odczynnika	Rodzina związków	Sumaryczny wzór chemiczny	Masa molowa, g/mol	CCC, mmol/dm ³
Butyloamina	Aminy	C ₄ H ₁₁ N	73,14	30,29*
Eter butylowy glikolu trójpropylenowego (C ₄ P ₃)	Etery alkilowe glikolu polipropylenowego	C ₁₃ H ₂₈ O ₄	248,00	0,028*

*(Szyszka, 2016)

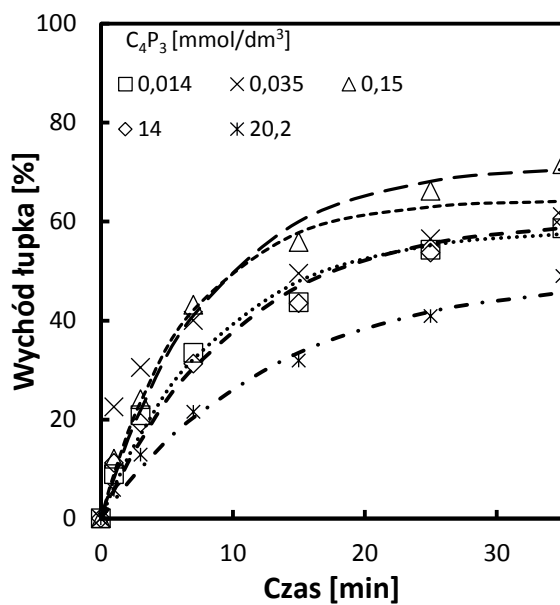
3. Wyniki i ich omówienie

Ryciny 1 i 2 przedstawiają kinetykę flotacji łupka miedzionośnego w obecności, odpowiednio butyloaminy i eteru butylowego glikolu trójpropylenowego przy różnych stężeniach odczynników. Można zauważyć, że dawka surfaktantu ma istotny wpływ na kinetykę procesu flotacji. Zakres zbadanych stężeń odczynników dla butyloaminy wyniósł od 0,03 do 68,36 mmol/dm³, a dla eteru butylowego glikolu trójpropylenowego od 0,04 do 20,20 mmol/dm³. Wraz ze zwiększeniem dawki odczynnika następuje wzrost szybkości procesu oraz wartość wychodu końcowego łupka miedzionośnego. Dla butyloaminy nastąpił wzrost wychodu od 42 do 89 %. Dodatkowo można również zaobserwować, że wraz ze wzrostem stężenia butyloaminy proces stabilizuje się i dla trzech najwyższych stężeń osiąga plateau. W przypadku C₄P₃ następuje wzrost kinetyki flotacji i wychodu do stężenia 14 mmol/dm³, natomiast powyżej tego stężenia następuje pogorszenie procesu flotacji.

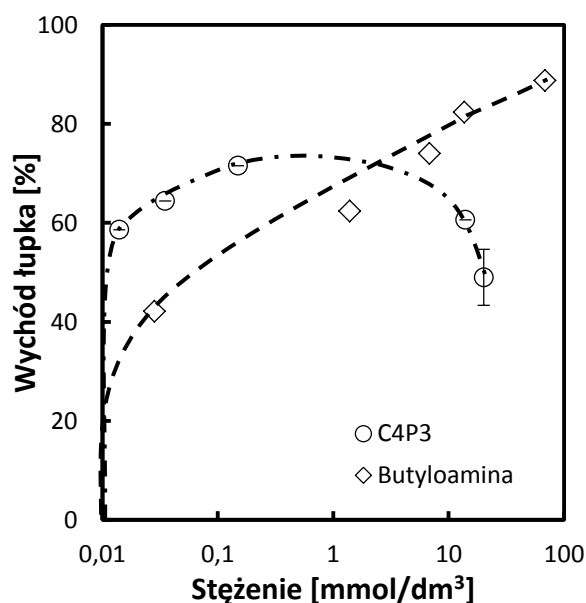
Na rycinie 3. przedstawione są maksymalne wychody dla wszystkich przeprowadzonych flotacji w obecności badanych odczynników. Zwiększenie dawki butyloaminy spowodowało wzrost wychodów, natomiast dla C₄P₃ obserwuje się wzrost wychodów do 72 % wraz ze zwiększeniem spieniacza, a następnie spadek do wartości 48 %. Oznacza to, że powyżej pewnego stężenia, wynoszącego 1 mmol/dm³, obserwuje się przedozowanie odczynnika flotacyjnego, co skutkuje pogorszeniem się efektywności procesu. Negatywny wpływ przedozowania surfaktantów, na kinetykę powstawania kontaktu trójfazowego, a tym samym efektywność procesu flotacji materiału naturalnie hydrofobowego, obserwowany był również przez Kowalczyka i współpracowników (Kowalczyk i in., 2016; Kowalczyk i Zawala, 2016).



Ryc. 1. Kinetyka flotacji tępka miedzionośnego w obecności butyloaminy o różnych stężeniach



Ryc. 2. Kinetyka flotacji tępka miedzionośnego w obecności C_4P_3 o różnych stężeniach



Ryc. 3. Wpływ stężenia odczynnika na wychód maksymalny łupka miedzionośnego

4. Wnioski

W pracy dokonano analizy wpływu przedozowania dwóch wybranych odczynników flotacyjnych: butyloaminy oraz eteru butylowego glikolu trójpropylenowego (C_4P_3) na kinetykę flotacji łupka miedzionośnego. Badania wykazały, że w przypadku aminy, która wykazuje właściwości zarówno zbierające jak i spieniające, wychody flotacji rosną. Proces flotacji z użyciem poliglikolu C_4P_3 posiadał odmienny charakter. Przy przedozowaniu odczynnika zauważono spadek wychodu łupka, a zatem efektywność flotacji spadła, co wskazuje, że napięcie powierzchniowe cieczy obniżyło się.

Podziękowania

Praca powstała częściowo w ramach zlecenia statutowego Politechniki Wrocławskiej S50167.

Bibliografia

- BULATOVIĆ S. M., 2007, *Handbook of Flotation Reagent: Chemistry, Theory and Practice: Flotation of Sulfide Ores*, ISBN: 0444530290, Publisher: Elsevier Science & Technology Books, str. 43
- BEDNAREK P., KOWALCZUK P.B., 2014, *Kąt zwilżania łupka miedzionośnego w obecności wybranych speniaczy*, w: Łupek miedzionośny, Drzymała J., Kowalczyk P.B. (red.), WGGG PWr, Wrocław, 51–55.
- CHO Y. S.; LASKOWSKI J. S., *Effect of flotation frothers on bubble size and foam stability*. Int. J. Miner. Process. 2002, 64 ,69–80
- DRZYMAŁA J., 2009. *Podstawy mineralurgii*. Ofic. Wyd. PWr, Wrocław
- DRZYMAŁA J., BIGOSIŃSKI J., 1995. *Collectorless flotation of sulfides occurring in the Fore-Sudetic copper minerals deposit of SW Poland*, Mineralogia Polonica, 26(1), 63-73
- GILL CH. B., 1991, *Materials Beneficiation*, Springer-Verlag 194-195
- KACZMARSKA P., CHYLA M., BAKALARZ A., 2016, *Wpływ badanych speniaczy na procesy wzbogacania łupka miedzionośnego metodą flotacji*, w Łupek miedzionośny II, Kowalczyk P.B., Drzymała J. (red.), WGGG PWr, Wrocław, 156-160
- KAWATRA S.K., 2009, *Froth Flotation–Fundamental Principles*. In Mining Engineering Handbook – Flotation Fundamental, Society of Mining, Metallurgy and Exploration (SME).
- KOOPAL L.K., MULLENEERS H.A.E. 2002, *Flotation and Remediation of Contaminated Sludge and Soil w: Role Of Interfaces in Enviromental Protection*, red. Sandor Barany, Miskolc, Hungry, 496-497
- KOWALCZUK P.B., ZAWAŁA J., 2016, *A relationship between time of three-phase contact formation and flotation kinetics of naturally hydrophobic solids*. Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects 506, 371–377
- KOWALCZUK P.B., ZAWAŁA J., KOSIOR D., DRZYMAŁA J., MAŁYSA K., 2016, *Three-phase contact formation and flotation of highly hydrophobic polytetrafluoroethylene in the presence of increased dose of frothers*. Ind. Eng. Chem. Res. 55(3), 839–843
- LASIA J., ŁAKOTA M., DRZYMAŁA J., *Flotacja łupka miedzionośnego za pomocą speniaczy i ich mieszanin*, w Łupek miedzionośny II, Kowalczyk P.B., Drzymała J. (red.), WGGG PWr, Wrocław, 170-174
- ŁUSZCZKIEWICZ A., WIENIEWSKI A., 2006, *Kierunki rozwoju technologii wzbogacania rud w krajowym przemyśle miedziowym*, Górnictwo i Geoinżynieria, rok 30, zeszyt 3/1, 181-196

- NIEĆ M., 1997, *Złoże rud miedzi i srebra*, w: Surowce mineralne Polski, Ney, R., (red.), Centrum PPGSMiE PAN, Kraków, 11-43
- PAŹIK P.M., CHMIELEWSKI T., GLASS H.J., KOWALCZUK P.B., 2016, *World production and possible recovery of cobalt from the Kupferschiefer stratiform copper ore*, Mineral Engineering Conference MEC2016
- PAŹIK P.M., KOWALCZUK P.B., 2016, *A study on the influence of pH, frother type and dose on flotation of carbonaceous copper-bearing shale*, Materiały konferencyjne, Topical issues of rational use of natural resources, Petersburg 2016
- SZCZERKOWSKA S., SIEDLARZ M., WÓJCIK M. KOWALCZUK P.B., 2016, *Effect of foamability index of short chain alkyl amines on flotation of quartz*. E3S Web Conf., 8 (2016) 01019
- SZYSZKA D., BACIA A., 2016, *Flotacja łupka miedzionośnego w obecności butyloaminy, pentylominy i heksyloaminy*, w Łupek miedzionośny II, Kowalczyk P.B., Drzymała J. (red.), WGGG PWr, Wrocław, 211-215
- SZYSZKA D., 2016., *Krytyczne stężenie koalescencji potencjalnych spieniaczy do flotacji łupka miedzionośnego*, w Łupek miedzionośny II, Kowalczyk P.B., Drzymała J. (red.), WGGG PWr, Wrocław, 222-227
- ZALĘSKA E., KOWALCZUK P.B., 2016, *Hydrofobowość łupka miedzionośnego w obecności amin*, w: Łupek miedzionośny II, Kowalczyk P.B., Drzymała J. (red.), WGGG PWr, Wrocław, 201–205.
- ŻENKIEWICZ M., *Analiza głównych metod badania swobodnej energii powierzchniowej materiałów polimerowych*. Polimery, 2007, 52, 760-767
- ZHANG W., NESSET J. E., RAO R., FINCH J. A., *Characterizing frothers through critical coalescence concentration (CCC)95-hydro-phile-lipophile balance (HLB) relationship*. Minerals, 2012, 208–227

ABSTRAKTY

Anna ANDRYCHOWICZ

Katedra Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

MODELOWANIE WSPÓLDZIAŁANIA WÓD PODZIEMNYCH I POWIERZCHNIOWYCH NA TERENACH PRZEOBRAŻONYCH ANTROPOGENICZNIE

INTERACTION MODELLING OF GROUNDWATER AND SURFACE WATER IN THE AREAS UNDER ANTHROPOGENIC CHANGES

Postępujące zmiany klimatyczne prowadzą coraz częściej do nagłych nawałnych opadów atmosferycznych, których konsekwencją jest występowanie powodzi czy podtopień. Zjawiska te są szczególnie niebezpieczne na terenach charakteryzujących się specyficznym współdziałaniem wód podziemnych i powierzchniowych, które niejednokrotnie jest potęgowane działalnością człowieka.

Podjęta tematyka ma duże znaczenie społeczne, szczególnie na terenach narażonych na wystąpienie powodzi w rejonie zlewni Górnej Wisły, gdzie inwestycje drogowe przecinają naturalne kierunki migracji wód podziemnych. Konieczne jest zatem wypracowanie zintegrowanego podejścia do analizy zagrożenia powodziowego, które kładłoby nacisk na interakcje pomiędzy wodami podziemnymi i powierzchniowymi w rejonach realizacji i eksploatacji inwestycji drogowych.

Celem pracy jest charakterystyka programu FLO – 2D firmy FLO Engineering, Inc. pod kątem wykorzystania do symulacji wezbrania powodziowego. Dodatkowo w pracy omówiono zasady działania programu wraz z przedstawieniem danych niezbędnych do wykonania podstawowych symulacji.

Tomasz BIENKO

Koło Młodych Geologów, Uniwersytet Warszawski

**MIKROSKOP OPTYCZNY – SKANINGOWY
MIKROSKOP ELEKTRONOWY – MIKROSONDA
ELEKTRONOWA, CZYLI JAK RACJONALNIE
WYKORZYSTAĆ DOSTĘPNE TECHNOLOGIE
ANALITYCZNE DO BADAŃ PRÓBEK
GEOLOGICZNYCH**

**OPTICAL MICROSCOPE – SCANNING ELECTRON
MICROSCOPE – ELECTRON MICROPROBE, OR HOW TO
RATIONALLY USE THE AVAILABLE TECHNOLOGY TO
ANALYTICAL TESTING OF GEOLOGICAL SAMPLES**

Szeroki dostęp do nowoczesnego sprzętu analitycznego na terenie Polski i Unii Europejskiej jest ogromną szansą dla młodych geologów zaczynających karierę w branży *science*. Umiejętność obsługi skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM) i mikrosondy elektronowej (EPM, EMPA) zwiększa szansę powodzenia projektów badawczych o tematyce geologicznej, i w dalszej perspektywie może prowadzić do sukcesów na polu naukowym. Nieumiejętne lub pochopne podejście do badań z użyciem wymienionego sprzętu laboratoryjnego jest prostą drogą do zniechęcających porażek. Prezentacja miała na celu przedstawienie dobrych praktyk przy pracy z próbkami skał na przykładzie badań mineralogicznych, petrograficznych i geochemicznych utworów proterozoicznych z wierceń północno-wschodniej Polski (np. Bagiński, 2001; Wiszniewska, 2003; Duchesne, 2010, Skridlaite i inni, 2003). Autor, posiłkując się literaturą (m.in. Reed, 1996; Goldstein, 1996) przedstawił proponowaną kolejność działań, mających na celu pełną analizę próbek geologicznych metodami niedestrukcyjnymi. Były to kolejno: wybór próbek do badań, rekonesansowe opisy szlifów na podstawie obserwacji pod mikroskopem optycznym, sesja na

skaningowym mikroskopie elektronowym, sesja na mikrosondzie elektronowej. Podsumowaniem wypowiedzi było wymienienie błędów, jakie można popełnić podczas opisanego cyklu badań oraz skuteczne sposoby ich unikania, tak by zaoszczędzić czas, środki finansowe i zwiększyć prawdopodobieństwo powodzenia analiz.

Bibliografia

- BAGIŃSKI B., DUCHESNE J. C., VANDER AUWERA J., WISZNIEWSKA J., 2001b, *Petrology and geochemistry of rapakivi-like granites from the crystalline basement of NE Poland*. Geological Quarterly 45, 33-52.
- DUCHESNE J. C., MARTIN H., BAGIŃSKI B., WISZNIEWSKA J., VANDER AUWERA J., 2010, *The origin of ferro-potassic A-type granitoides: the case of hornblende-biotite granite suite of mezoproterozoic Mazury Complex, NE Poland*. Canadian Mineralogist 48, 947-968.
- GOLDSTEIN, I. J., NEWBURY, D. E., ECHLIN, P., JOY, D. C., ROMIG, A. D., LAYRNAN, C. E., FIORI, C., LIFSHIN, E., 1992, *Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis*. Plenum Press, New York.
- REED S.J.B., 1996, *Electron microprobe analysis and scanning elektron microscopy In geology*. Cambridge University Press, Cambridge.
- SKRIDLAITE G., WISZNIEWSKA J., DUCHESNE J. C., 2003, *Ferro-potassic A-type granites and related rocks in NE Poland and S Lithuania: west of the East European Craton*. Precambrian Research 124, 305-326.
- WISZNIEWSKA J., Cleasson S., STEIN J. H., VANDER AUWERA J., DUCHESNE J. C., 2002, *The north-eastern Polish anorthosite massifs: petrological, geochemical and isotopic evidence for a crustal derivation*. Terra Nova 14, 451-460.

Paweł BLAJDA

Studenckie Koło Mineralogów Heliodor, Uniwersytet Śląski

CO NOWEGO W KLETNIE? WTÓRNE MINERAŁY ZŁOŻA POLIMETALICZNEGO

WHAT'S NEW IN KLETNO? SECONDARY MINERALS OF THE POLYMETALLIC DEPOSIT

Kletno położone jest w Sudetach w obrębie wschodniej części Kopuły Orlicko-Śnieżnickiej. W złożu wydzielono trzy zespoły paragenetyczne: magnetytowy, polimetaliczny i kwarcowo-fluorytowo-siarczkowy. Pierwotna mineralizacja polimetaliczna o genezie hydrotermalnej zawiera minerały uranu (m.in. uraninit, fourmarieryt, uranofan), siarczki (m.in. chalkopiryt, arsenopiryt, sfaleryt) i selenki (m.in. clauthalit, bohdanowiczyt, tiemannit, naumannit). Osobną grupę stanowią minerały strefy hipergenicznej, gdzie wyróżnia się głównie minerały Cu, Zn, Pb, Fe, Co, As (m.in. malachit, azuryt, chryzokola, erytryn, cerusyt, goethyt, hemimorfyt, mottramit)(Banaś, 1965; Siuda i Szełęg, 2008).

Zidentyfikowano minerały strefy wietrzeniowej: aurichalcyt ($(\text{Zn,Cu})_5[(\text{OH})_3(\text{CO}_3)_2]$), arseniosyderyt ($\text{Ca}_2\text{Fe}^{3+}_3(\text{AsO}_4)_3\text{O}_2\cdot\text{H}_2\text{O}$), metazeuneryt ($\text{Cu}[\text{UO}_2][\text{AsO}_4]_2\cdot 8\text{H}_2\text{O}$) oraz greenockit (CdS). Brązowy arseniosyderyt o perłowym połysku tworzy skupienia promieniste. Wypełnia on szczeliny we fluorycie i kwarcu tworząc drobne żyły. Pojedyncze skupienia rzadko osiągają długość 1cm. Aurichalcyt tworzy bladezielone kryształy o pokroju łuseczkowym. Występuje w skupieniach promienistych o średnicy 0,1-0,3cm. Często spotykany jest w asocjacji z hemimorfitem, arseniosyderytem i hydrocynkitem tworząc naloty na skale wapienno-krzemianowej. Metazeuneryt występuje w postaci zielonkawych, pojedynczych, tabliczkowych kryształów lub niewielkich skupień ziarnistych osiągających wielkość do 0,3 cm w obrębie żył kwarcowo-fluorytowych. W jego sąsiedztwie obserwuje się chryzokolę, brochantyt i baryt. Kryształy metazeunerytu szczególnie obrastają wtórny baryt o barwie żółtej. Greenockit tworzy drobne naloty na powierzchni skały wapienno-krzemianowej w obecności sfalerytu i magnetytu. Spotykany jest w asocjacji z węglanami Zn i Pb (smithsonit, hydrocynkit, cerusyt).

Geneza tych minerałów związana jest z wietrzeniem minerałów pierwotnych Zn, Cu, As i U. Zmiany nastąpiły, w obrębie złoża w strefie hipergenicznej.

Bibliografia

- BANAŚ M., 1965, *Przejawy mineralizacji w metamorfiku Śnieżnika Kłodzkiego*.
Prac. Geol. Kom. Nauk Geol. PAN Oddz. w Krakowie, T. 27
- SIUDA R., SZEŁĘG E., 2008, *Vanadium and uranium secondary minerals from the Kletno deposit (Sudety Mts, Poland)*. *Mineralogia - Special Papers*, T.32, s:143.

Kamila BUSZTA

Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE REJONU CHMIELNIKA (WOJEWÓDZTWO ŚWIĘTOKRZYSKIE)

GROUNDWATER CONDITIONS IN CHMIELNIK AREA (HOLY CROSS PROVINCE)

Analiza warunków hydrogeologicznych stanowi podstawę do wykonania opisu warunków krążenia wód podziemnych. Jest zasadniczym elementem na etapie wykonywania dokumentacji hydrogeologicznych.

Charakterystyce warunków hydrogeologicznych poddano obszar, który w przeważającej części położony jest w granicach gminy Chmielnik na terenie województwa świętokrzyskiego. W celu zrealizowania tego zadania przeprowadzono kartowanie hydrogeologiczne, hydrologiczne i sozologiczne rejonu badań. Kartowanie hydrogeologiczne obejmowało pomiar położenia zwierciadła wód podziemnych w ujęciach i studniach gospodarskich. W ramach kartowania hydrograficznego wykonano inwentaryzację zaznaczonych na mapach topograficznych cieków powierzchniowych i źródeł pod kątem ich stanu w czasie suszy hydrologicznej.

Bazując na zebranych danych terenowych i archiwalnych opracowano model konceptualny, na podstawie którego skonstruowano numeryczny model dynamiki wód podziemnych w rejonie Chmielnika wykorzystując w tym celu specjalistyczne oprogramowanie - Visual MODFLOW.

W badanym przez autorkę przypadku, wykonana analiza warunków hydrogeologicznych będzie stanowić podstawę do przeprowadzenia oceny wpływu odwodnienia projektowanego wyrobiska odkrywkowej kopalni wapienia „Celiny” na środowisko gruntowo-wodne.

Magdalena GORYL¹, Leszek MARYNOWSKI²

¹ Instytut Nauk Geologicznych PAN, Ośrodek Badawczy w Krakowie

² Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski

DYSTRYBUCJA n-ALKANÓW CHARAKTERYSTYCZNA DLA MATERII ORGANICZNEJ POCHODZENIA LĄDOWEGO W EDIAKARSKICH SKAŁACH OSADOWYCH PLATFORMY WSCHODNIOEUROPEJSKIEJ

GEOCHEMICAL TERRESTRIAL ORGANIC MATTER-TYPE n-ALKANES PRESENT IN EDIACARAN SEDIMENTARY ROCKS OF THE EUROPEAN PLATFORM

n-Alkany oraz kwasy tłuszczowe są powszechnie występującymi związkami zarówno we współczesnej, jak i sedymentacyjnej materii organicznej (OM). Ich dystrybucja znacząco różni się w zależności od pochodzenia: morskiego lub lądowego. Morskie algi oraz bakterie generują krótkołańcuchowe n-alkany z przewagą od 17 do 19 atomów węgla w cząsteczce, podczas gdy wyższe rośliny lądowe charakteryzuje obecność długołańcuchowych n-alkanów oraz kwasów tłuszczowych z maksimum odpowiednio od 23 do 29 i od 22 do 30 atomów węgla w cząsteczce. Ponadto OM pochodzenia lądowego charakteryzuje się istotną przewagą nieparzystowęglowych n-alkanów oraz parzystowęglowych kwasów tłuszczowych o wysokiej masie cząsteczkowej. W połowie próbek pochodzących z okolic Petersburga i Wołynia zaobserwowano znaczącą przewagę długołańcuchowych n-alkanów (z maksimum dla C25) oraz kwasów tłuszczowych (z maksimum dla C24). Wartości wskaźnika carbon preference index (CPI) przekraczają wyraźnie 1, przy czym różnią się dla n-alkanów (średnia ok. 1,5) i kwasów tłuszczowych (średnia ok. 2). Podwyższone wartości CPI świadczą o niskiej dojrzałości termicznej skał i są jednocześnie charakterystyczne dla OM pochodzenia lądowego. Jednakże występowanie związków typowych dla roślin wyższych wydaje się być mało prawdopodobne w przypadku skał osadowych wieku ediakarskiego. Ficken i in. (2000) wykazali, że pleustofity (makrofitry unoszące się na powierzchni wody lub w toni wodnej) generują długołańcuchowe n-alkany

(z wyraźnym maksimum dla C25). Właśnie taka dystrybucja została stwierdzona w skałach neoproterozoiku. Uważamy zatem, że OM pochodząca z pleustofitów może być odpowiedzialna za obecność długołańcuchowych n-alkanów i kwasów tłuszczowych w badanych ilach ediakarskich, deponowanych we względnie płytkim morzu tropikalnym. Ponadto, uzyskane wyniki podają z wątpliwością użyteczność CPI jako wskaźnika diagnostycznego dla lądowych roślin wyższych przy wartościach znacznie przekraczających 1.

Podziękowania

Autorzy dziękują za wsparcie finansowe pochodzące ze środków Narodowego Centrum Nauki - grant MAESTRO 2013/10/A/ST10/00050 (kierownik: Jan Środoń). Dziękujemy również prof. Janowi Środoniowi za materiał badawczy i owocne dyskusje.

Bibliografia

FICKEN K. J., LI B., SWAIN D. L., EGLINTON G., 2000, *An n-alkane proxy for the sedimentary input of submerged/ floating freshwater aquatic macrophytes*. *Organic Geochemistry*, 31, 745-749

Marcjanna JĘDRYCH, Aleksandra PIENKOWSKA

Koło Młodych Geologów, Uniwersytet Warszawski

OFIOLITY JAKO DOWODY NA OBDUKCJĘ DNA OCEANICZNEGO – OMÓWIENIE SEKWENCJI NA PODSTAWIE OFIOLITU SEWAN-AKERA W ARMENII

OFIOLITES AS AN EVIDENCE ON OCEAN FLOOR OBDUCTION DISCUSSION ON THE BASIS OF OFIOLITE SEQUENCE OF SEWAN-AKERA IN ARMENIA

Ofiolit jest kompleksem skał, budujących w przeszłości dno oceaniczne, wyniesionym na powierzchnię Ziemi. Obdukowane fragmenty litosfery oceanicznej są zatem wyjątkowym źródłem wiedzy na temat budowy i procesów zachodzących na tych mało dostępnych obszarach.

Można wyznaczyć pewien najbardziej typowy schemat sekwencji ofiolitowej. Zaczynając od skał budujących dolny człon, są to kolejno: warstwa perydotytowa, w której dość często znajdują się złoża chromitów, warstwa kumulatów (należą do niej przede wszystkim gabra o zróżnicowanym składzie, charakteryzująca się składem związanym z dyferencjacją frakcjonalną magmy oraz krystalizacją minerałów zgodną z szeregiem Bowena), warstwa dajek wcinających się w podścielające gabra, bazalty toleitowe (lawy poduszkowe, pokrywy lawowe), osadów morskich (w zależności od położenia linii CCD mogą być to czarne łupki, radiolaryty bądź węglany). Miąższości poszczególnych członów są zróżnicowane, w zależności od typu, a więc genezy ofiolitu. Możemy wyróżnić takie, które budową odpowiadają litosferze oceanicznej, związanej ze strefami ryftowymi (typ MORB), a także związane ze strefami subdukcji (suprasubduction type).

Na podstawie miąższości poszczególnych członów ofiolitu typu MORB, możemy określić tempo spreadingu dawnego oceanu. Te, w których magma wylewa się najszybciej charakteryzują się dużą miąższością kompleksu law poduszkowych. Z kolei w sekwencjach powstałych w strefach spreadingu, o wolnym tempie tego procesu, ruchy tektoniczne związane z ekstensją przeważają nad tempem dopływu magmy, co skutkuje wyniesieniem skał ultrazasadowych (gabro, serpentynity) i miejscowym brakiem pokrywy law poduszkowych. Układ sekwencji ofiolitowych

stref subdukcji wiąże się z przetopieniem skał, które swoim składem odpowiadają łukom wulkanicznym.

Zaleganie sekwencji dna morskiego na skorupie kontynentalnej spowodowane jest jej tektonicznym oderwaniem i nasunięciem (obdukcją) podczas kolizji płyt litosfery. Proces ten nie został do końca wyjaśniony, jednak obecnie istnieje kilka hipotez go tłumaczących. Wiadomo jednak, że w zależności od typu i przebiegu procesu łączenia płyt litosfery, ich wielkości oraz innych czynników, ofiolity mogą przybierać różne formy tektoniczne, charakteryzują się różną petrografią, a ich poszczególne człony posiadają różne miąższości.

W wyniku późniejszych procesów, zachodzących w obrębie niektórych warstw ofiolitu, część z minerałów – przede wszystkim oliwiny - zastępowana jest minerałami z grupy serpentynitu (lizardyt, chryzotyl, antygoryt). Zjawisko to nazwane zostało serpentynizacją. Istnieją trzy środowiska sprzyjające serpentynizacji: środowisko oceaniczne – ryfty oraz uskoki transformacyjne, środowisko związane z transportem skorupy oceanicznej na kontynentalną, a także środowisko, w którym na skały oddziałuje metamorfizm regionalny (już w obrębie skorupy kontynentalnej).

Ofiolit Sewan-Akera znajduje się we wschodniej Armenii. Jego formowanie związane jest z obdukcją płyty litosfery oceanicznej na płytę bloku południowoarmeńskiego. Istnieją przesłanki świadczące o tym, że płytą tą był, utworzony w czasie zamykania się oceanu Tetydy, basen załukowy.

Pod względem petrograficznym w armeńskim ofiolicie można wyróżnić (zaczynając od położonych najniżej w profilu): perydotyty w znacznym stopniu zmetamorfizowane w serpentynity, gabro (w tym duża część gabra kumulatowego), małej miąższości bazalty poduszkowe, oraz skały osadowe w postaci radiolarytów.

Wiek ofiolitu Sewan-Akera został wydatowany na podstawie stosunków $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ na $170,5 \pm 4,4$ Ma; odpowiada to zatem środkowej jurze. Obdukcja miała miejsce w koniakum (88-87 Ma), zaś finalne zamknięcie basenu (określone na podstawie skał metamorficznych) 73-71 Ma.

Krystian KAWA

Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

ZMIENNOŚĆ CHEMICZNA WÓD MINERALNYCH LUBATÓWKI K. IWONICZA-ZDRÓJ

VARIABILITY OF CHEMICAL COMPOSITION IN MINERAL WATER OF LUBATÓWKA (IWONICZ-ZDRÓJ, SE POLAND)

Miejscowość Lubatówka znajduje się w pobliżu Iwonicza-Zdrój, jednego z najstarszych uzdrowisk Polski. Rejon ten oprócz bogatych zasobów wód mineralnych, posiada rozległe złoża ropy naftowej i gazu ziemnego, których eksploatacja trwa do dziś. Pod względem geologicznym obszar ten należy do Centralnego Synklinorium Karpackiego.

Występowanie wód mineralnych w tym rejonie bezpośrednio wynika ze specyficznej budowy geologicznej tego obszaru, tzn. uformowania wielowarstwowego kompleksu piaskowcowo-lupkowego w strukturę fałdową. Warunki te sprzyjają występowaniu akumulacji węglowodorów. Wody w rejonie Lubatówki eksploatuje się z I, II i III poziomu piaskowca ciężkowickiego, a głębokość ujmowania wody wynosi około 500-1000 m p.p.t.

Na terenie Lubatówki występują wody mineralne o typie hydrochemicznym: $\text{Cl}^- \text{HCO}_3^- \text{Na}$. Składnikiem swoistym wszystkich wód jest jod, a w zależności od ujęcia występują także podwyższone stężenia dwutlenku węgla. Wody należy klasyfikować jako termalne, ze względu na podwyższoną temperaturę (powyżej 20°C) oraz wysoko zmineralizowane, o mineralizacji powyżej 19 g/dm^3 . Obecnie wody Lubatówki eksploatuje się dwoma ujęciami, przerobionymi otworami ponaftowymi: Lubatówka 12 oraz Lubatówka 14. Wykorzystuje się je głównie do produkcji jodobromowej soli leczniczej i kąpielowej „Iwoniczanka”, a także do produkcji kosmetyków „Iwostin”. Wody można wykorzystywać także do kąpieli, natomiast ze względu na wysokie stężenia baru nie nadają się do kuracji pitnej i inhalacji.

Przedmiotem badań były dane podstawowych składników wód mineralnych z ujęć Lubatówka 12 oraz Lubatówka 14 zbierane przez Uzdrowisko od lat 60-tych XX wieku. Ocenę stabilności składu chemicznego tych wód przeprowadzono dla

trzech składników głównych, decydujących o typie hydrogeochemicznym: Cl^- , HCO_3^- i Na^+ , jodu, wolnego dwutlenku węgla oraz mineralizacji. Analizy statystyczne, takie jak wykresy skrzynkowe i karty kontrolne, wykonano w programie IBM SPSS Statistics 20.

Małgorzata MALATA

Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

KRĄŻENIE WÓD PODZIEMNYCH W POŁUDNIOWEJ CZĘŚCI MASYWU BABIEJ GÓRY

THE CIRCULATION OF GROUNDWATER IN THE SOUTHERN PART OF THE BABIA GÓRA MASSIF

Masyw Babiej Góry reprezentuje wielowarstwowy system wodonośny z głębokim krążeniem wód podziemnych. Wody podziemne gromadzą się w porach, szczelinach i oddzielnościach międzylawicowych głęboko spękanego piaskowca magurskiego, a także w przestrzeniach porowych warstw rumoszkowych i koluwiów osuwiskowych. Przepływ wód podziemnych w masywie Babiej Góry jest uzależniony od wzajemnych powiązań litologii, tektoniki, właściwości hydrogeologicznych skał podłoża (szczelinowatości, porowatości, współczynników filtracji) oraz ukształtowania powierzchni terenu. Na obszarze badań wydzielone zostały strefy, kolejno systemy o zróżnicowanych warunkach przepływu wód podziemnych.

W dynamice krążenia wód omawianego obszaru wyróżnić można trzy strefy przepływu wód podziemnych:

- strefa zasilania: obejmująca wierzchowiny i górne partie zboczy, powyżej 1350 m n.p.m. Przeważającymi utworami wodonośnymi są głęboko spękanymi piaskowce magurskie. Wyraźnie zaznacza się tu kontrast między niewielką ilością wód powierzchniowych (cieków, jezior), a wodami podziemnymi, które wypływają licznymi źródłami i zasilają pokrywy stokowe.
- strefa spływu: obejmująca zbocza, środkowe i dolne partie stoków oraz stoki grzbietów bocznych. Przeważającymi utworami wodonośnymi są tu pokrywy stokowe. Woda z tego miejsca odpływa drogą powierzchniową w postaci zorganizowanej sieci potoków.
- strefa drenażu: obejmująca dolne partie zboczy i doliny potoków u podnóży masywu Babiej Góry. Przeważającymi utworami wodonośnymi są aluwia (żwir, piasek, namuł). Z biegiem doliny zasobność wód aluwialnych maleje na korzyść odpływu w korytach potoków.

Pośród systemów przepływu wód podziemnych rozpoznano trzy typy tj.: lokalny, pośredni, regionalny. Wody systemu lokalnego charakteryzują się krótką drogą przepływu i czasem przebywania w środowisku skalnym. System ten obejmuje strefę lokalnej struktury tektonicznej, którą jest synklina w partii szczytowej, strefę uskoku oraz odpływ do cieków powierzchniowych. Wody te posiadają niską mineralizację oraz zalegają płytko. Wody systemu pośredniego cechują się dłuższą drogą przepływu i czasem przebywania, niż wody systemu lokalnego. Tym samym wykazują one wyższą mineralizację, niż wody systemu lokalnego. System ten obejmuje strefę dolin potoków oraz strefę uskoku. Wody systemu regionalnego charakteryzują się najdłuższą drogą przepływu i czasem przebywania spośród wszystkich wymienionych systemów przepływu wód podziemnych w środowisku skalnym. Wody te zalegają najgłębiej, cechują się podwyższoną mineralizacją i objawiają się wypływami wód mineralnych. System ten ukształtował się w miejscu strefy uskoku przy zmianie litologii podłoża, na granicy masywu Babiej Góry i Kotliny Orawsko-Nowotarskiej.