

Zdzisław ADAMCZYK, Marek POZZI
Politechnika Śląska, Gliwice

NIEKTÓRE WŁASNOŚCI PETRURGICZNE SUROWCÓW SKALNYCH W ŚWIEŁLE DOTYCHCZASOWYCH WYNIKÓW BADAŃ

Streszczenie. Przedstawiono osiągnięcia badawcze ośrodka gliwickiego w zakresie doboru surowców mineralnych do produkcji wełny mineralnej pod kątem ich własności technologicznych i jakości włókien. Zwrócono uwagę na wyniki badań uzyskanych w ostatnich latach przy zastosowaniu nowoczesnych metod badawczych.

PROPERTIES OF RAW MATERIALS FOR ROCK WOOL PRODUCTION IN LIGHT OF RECENT INVESTIGATION

Summary. In paper introduced achives of investigative of Gliwice centre in range of selection of raw materials for production of rock wool at angle of their technological properties and qualities of fibres. The results obtained at use modern investigative methods in last years.

1. Wstęp

Wełna mineralna jest bardzo dobrym i tanim tworzywem do produkcji materiałów izolacyjnych, stosowanych przede wszystkim w budownictwie mieszkaniowym i przemysłowym. W przeszłości w Polsce była materiałem deficytowym i czyniono wysiłki, aby zwiększyć jej produkcję oraz poprawić jakość przez zabezpieczenie i właściwy dobór surowców. Prace badawcze w tym zakresie prowadzone były na Śląsku w ramach rządowych programów badawczych.

2. Charakterystyka surowców do produkcji wełny mineralnej

W Zespole Mineralogii i Petrografii Pol. Śląskiej prowadzono głównie prace naukowe z zakresu petrografii technicznej, tzn. wykorzystania badań petrograficznych w ocenie możliwości zastosowania surowców mineralnych w przemyśle. W tej dziedzinie w latach 70. i 80. ubiegłego wieku rozwijane były, pod kierunkiem doc. Tadeusza Kapuścińskiego, doc. Lidii Chodynieckiej i prof. Wiesława Gabzdyla, wspólnie z COBR PIB w Katowicach oraz Instytutem Chemii Nieorganicznej Pol. Śląskiej, prace mające na celu optymalizację procesu topienia i rozwłókniania surowców w procesie produkcji wełny mineralnej, wówczas bardzo poszukiwanego i deficytowego materiału budowlanego. W ramach tej tematyki analizowano dolnośląskie bazalty i melafiry, żużle wielkopiecowe z hut Górnego Śląska, Częstochowy i Krakowa oraz żużle pomiedziowe z hut Legnicy i Głogowa. Do najważniejszych osiągnięć badawczych w tym zakresie należało niewątpliwie określenie związków pomiędzy budową strukturalną i składem mineralogiczno-chemicznym analizowanych surowców a ich zachowaniem się w procesie topienia i rozwłókniania – głównych fazach technologicznych procesu produkcji wełny mineralnej. Wyniki tych badań pozwoliły na wypracowanie metodyki oceny przydatności surowców do produkcji wełny mineralnej oraz wskazały na możliwość zastąpienia surowców naturalnych przez surowce odpadowe.

Podsumowaniem tego okresu pracy naukowo-badawczej była obroniona przez M. Pozzi w 1983 r. na Wydziale Górniczym Politechniki Śląskiej praca doktorska pt. „*Studium mineralogiczno - petrograficzne nad przydatnością krajowych surowców skalnych i odpadowych do produkcji wełny mineralnej*”, której promotorem był doc. dr hab. inż. Tadeusz Kapuściński.

W pracy zawarto wyniki badań procesu topienia wielofazowych układów krzemianowych, jakimi są analizowane surowce, oraz lepkości uzyskiwanych z nich stopów, które pozwoliły mi na zaprezentowanie oryginalnej klasyfikacji przedstawiającej stopień przydatności i sposób doboru surowców do produkcji wełny mineralnej. Próby przemysłowe potwierdziły prawidłowość w typowaniu surowców w oparciu o opracowaną klasyfikację.

Ostateczną weryfikacją właściwego doboru surowcowego oraz prawidłowości procesu technologicznego jest trwałość i dobre własności fizykochemiczne otrzymanych włókien. Własności włókna zależą od składu użytego surowca oraz struktury włókna. Gwałtowne schłodzenie stopu w trakcie rozwłókniania powoduje wytworzenie w włóknie struktury bezpostaciowo-szklistej. Stan ten jest termodynamicznie nietrwały i dąży do uzyskania struktury bardziej uporządkowanej poprzez inicjowanie procesów likwacyjnych, szczególnie

niebezpiecznych dla trwałości włókien, a następnie krystalizacji wokół zarodków, charakterystycznych dla poszczególnych surowców, faz krystalicznych - piroksenów i mellilitów (Glińska, 1983, Karczewska-Buczek, 1983). Szczególnie niekorzystna w bazaltach jest wysoka zawartość tlenków żelaza (Fe^{2+} , Fe^{3+}), których obecność wpływa na powstawanie zarodków fazy spinelowej. Niekorzystną rolę dla trwałości włókien uzyskanych z żużli odgrywa występowanie glinu w koordynacji oktaedrycznej oraz podwyższona zawartość CaO i alkaliów (Kapuściński, Pozzi, 1985).

3. Aktualna tematyka badawcza

Obecnie w Instytucie Geologii Stosowanej Politechniki Śląskiej w Gliwicach prowadzone są badania surowców bazaltowych pod kątem ich własności petrugicznych z zastosowaniem, obok tradycyjnych metod badawczych (badania mikroskopowe, dyfrakcja rentgenowska, klasyczna analiza chemiczna), spektroskopii mössbauerowskiej. W zakresie tych badań istnieje ścisła współpraca z Instytutem Fizyki Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach.

Celem tych prac jest przede wszystkim identyfikacja składników mineralnych, zawierających żelazo w surowcach, prześledzenie migracji żelaza i określenie jego form występowania w procesie produkcji wełny mineralnej, oraz identyfikacja nowych składników mineralnych, zawierających żelazo, powstających w produktach i odpadach.

Wyniki tych badań mogą wskazać technologom kierunki odpowiedniego doboru surowca i warunków procesu produkcyjnego w celu otrzymania produktu o najlepszych parametrach (znikomej zawartości żelaza), a równocześnie odpad o minimalnej szkodliwości dla środowiska.

Przykładem takich prac są badania składników żelaza wchodzących w skład surowca, produktu (wełna mineralna) i odpadu (Adamczyk, Komraus, 2001). W tym celu pobrano próbki surowca ze składowiska surowca zakładu produkującego wełnę mineralną w Gliwicach, tj. bazalt z Graczy i gabro z Bartnicy, ponadto pobrano próbki odpadów powstałych w tym procesie, tzn. odpad z rozwłókniania, i odpad ze spustu żelaza (żużel), oraz produkt finalny - wełnę mineralną.

W surowcu stwierdzono obecność następujących minerałów żelaza: augitu, dipsydu, forsterytu, fajalitu, uwodnionych wodorotlenków żelaza, spineli Fe-Ti-Cr i ilmenitu (tabl. 1). W wełnie mineralnej stwierdzono, bazując na badaniach rentgenostrukturalnych i

mössbauerowskich, występowanie mikrokrystalitów hiperstenu, ulvospinelu i spinelu o rozmiarach 0,002 - 0,005 μm . Natomiast w żużlu obok hiperstenu i augitu stwierdzono ferrofajalit oraz sferyczne skupienia metalicznego żelaza. Ponadto, w żużlu stwierdzono obecność żelaza metalicznego, cohenitu, siarczku żelaza i spineli. Obecność tych składników została udokumentowana widmami mössbauerowskimi (rys. 1).

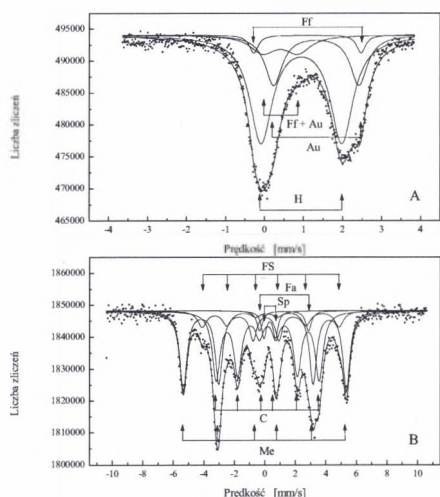
Tablica 1

Parametry mössbauerowskie składników zawierających żelazo w surowcach (bazalt, gabro), odpadzie z rozwłókniania (żużel) oraz w produkcji finalnym (wełna mineralna)

Próbka	IS [mm/s]	QS [mm/s]	Zawartość [%]	Minerał
Bazalt	1.100	2.866	38.1	Forsteryt, Fajalit
	1.012	2.108	36.1	Diopsyd
	0.503	0.659	25.8	Wodorotlenek żelaza (III)
Gabro	1.067	2.290	55.7	Augit
	1.066	3.000	30.1	Augit
	0.536	0.720	7.4	Ilmenit
	0.917	1.480	6.8	Spinel Fe - Ti - Cr
Żużel	0.943	2.070	62.7	Hipersten
	1.322	2.185	22.1	Augit
	0.400	0.900	11.0	Ferrofajalit, Augit
	1.094	2.750	4.2	Ferrofajalit
Wełna mineralna	0.926	1.376	31.9	Ulvospinel Fe_2TiO_4
	0.940	2.044	31.4	Hipersten
	0.943	2.576	19.3	Hipersten
	0.358	0.656	11.1	Spinel
	0.645	0.774	6.3	Ilmenit

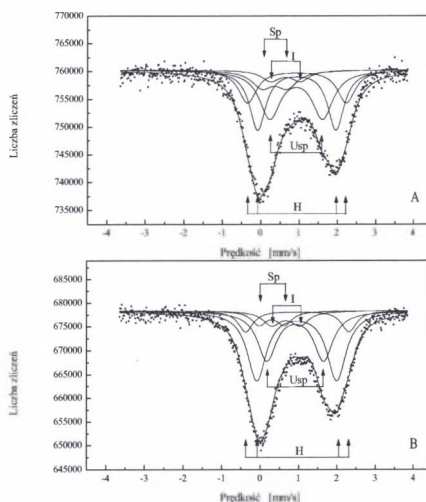
Stwierdzono, że w procesie produkcji wełny mineralnej następują przeobrażenia piroksenów zawierających Ca, Mg i Fe (augit, diopsyd) na pirokseny bogate w żelazo (hipersten) oraz oliwinów bogatych w Mg (forsteryt) w oliwiny zasobne w Fe (ferrofajalit). Równocześnie część minerałów żelaza z surowca ulega całkowitemu rozkładowi, tworząc trwałe formy spineli, ulvospinelu i ilmenitu, a nawet powodując wytopienie metalicznego żelaza (rys. 2).

Były również prowadzone badania nad wykorzystaniem gospodarczym odpadów powstających z produkcji wełny mineralnej - żużel i odpad z rozwłókniania (Komraus, Adamczyk 1999, Adamczyk, Białecka 2001). Cechy techniczne, a w szczególności nasiąkliwość, mrozoodporność i wytrzymałość na ściskanie wskazują (tabl. 2) na możliwość gospodarczego wykorzystania niektórych z tych odpadów, głównie żużla drobnoporowatego, jako kruszyw drogowych i kolejowych, kruszyw do betonów, do produkcji mączek i wypełniaczy.



Rys. 1. Widma mössbauerowskie żużla (A-jasny, B-ciemny). Oznaczenia: Ff - ferrofajalit, H - hipersten, Au - augit, FS - siarczek żelaza Fe_{1-x}S, Fa - fajalit, Sp - spinel FeAl₂O₄, C - cohenit Fe₃C, Me - α Fe

Fig. 1. The Mössbauer spectra of slag (A-fair, B-dark). Symbols: Ff - ferrofajalite, H - hypersthene, Au - augite, FS - iron sulphide Fe_{1-x}S, Fa - fayalite, Sp - spinel FeAl₂O₄, C - cohenite Fe₃C, Me - α Fe



Rys. 2. Widma mössbauerowskie: wełny mineralnej (A) i odpadu z rozwłókniania (B). Linie przedstawiają dopasowanie numeryczne oraz widma składowe, punkty - dane pomiarowe. Oznaczenia: Sp - spinel FeAl₂O₄, I - ilmenit, Usp - ulvospinel H - hipersten

Fig. 2. The Mössbauer spectra of: rock wool (A) and solid waste from defibering process (B). The best fit and component spectra are drawn with the solid line, point - experimental data. Symbols: Sp - spinel FeAl₂O₄, I - ilmenite, Usp - ulvospinel H - hypersthene

Tablica 2

Nasiąkliwość oznaczona dla badanych próbek żużli

Nazwa próbki	Nasiąkliwość [%]	Mrozoodporność 25 cykli, [% wag.]	Wytrzymałość na ściskanie w stanie powietrzno suchym Rc [MPa]	Wytrzymałość na ściskanie po teście mrozoodporności (25 cykli) Rc [MPa]
Żużel drobnoporowaty	2.2	0.1	124.6	38.6
Żużel wielkoporowaty	0.4	0.4	6.0	5.7

4. Wnioski

Krajowe bazalty melafiry i żużle hutnicze mają różny stopień przydatności do produkcji wełny mineralnej, wynikający z różnic w strukturze i budowie mineralno-chemicznej. Klasyfikacja przydatności surowców oparta na kryteriach technologicznych obejmujących zachowanie się ich w procesie topienia oraz jakość uzyskanych stopów znalazła potwierdzenie w praktyce.

Wykorzystanie w ostatnich latach nowych technik badawczych, jak np. spektroskopii mössbauerowskiej, pozwoliło na szczegółowe określenie składników mineralnych zawierających żelazo w surowcach, prześledzenie migracji żelaza oraz określenie jego form występowania w procesie produkcji wełny mineralnej, wpływając na możliwość poprawy trwałości włókien i uzyskanie odpadu o minimalnej szkodliwości dla środowiska.

LITERATURA

1. Adamczyk Z., Białecka B.: Możliwości gospodarczego wykorzystania odpadów z produkcji wełny mineralnej. *Ceramika-Materiały Ogniotrwałe*, Nr 2, 2001, s. 60 – 66.
2. Glińska I.: Wpływ składu chemicznego surowców na efektywność ich topienia i trwałość wytwarzanych włókien. W: *Rola włóknistych materiałów termoizolacyjnych w oszczędności energii*, Katowice 1983, s. 17-24.
3. Kapuściński T., Pozzi M.: Problemy wykorzystania bazaltów śląskich i odpadowych żużli hutniczych do produkcji wełny mineralnej. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi PAN*, Kraków, 1985, t.1, z. 3-4, s. 465-486.
4. Karczevska – Buczek T.: Trwałość włókien mineralnych w warunkach odpowiadających eksploatacji termicznych w przemyśle i budownictwie. W: *Rola włóknistych materiałów termoizolacyjnych w oszczędności energii*, Katowice 1983, s. 51-64.
5. Komraus J., Z. Adamczyk Z.: Transformation of iron minerals during thermal processing of Tertiary basalt from Jawor area. *Phys. Probl. Min. Proc.*, 33, 1999, p. 73.
6. Komraus J., Adamczyk Z.: Odpady stałe z produkcji wełny mineralnej w świetle badań mössbauerowskich. *Zesz. Nauk. Pol. Kosz.* Nr 15, 1999.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Tadeusz Kapuściński

Abstract

The applicability of Polish basalts and melaphires was examined in Silesian University of Technology together with the usability of waste blast furnace slags and those obtained after copper processing for the production of mineral wool. The estimation of their usefulness was based on the results of mineralogical and chemical analysis, on the observation of the behaviour of raw materials during melting and on the castin properties of their alloys at defibering temperatures. Relationship between the structure and the mineral constitution of raw materials and their technological properties were used to create the original classification. The recent investigations consist on determination of influence of ferrum quantite on quality of fibres.