

BADANIA KATODOLUMINESCENCYJNE GRANITÓW – INTERPRETACJA STRUKTURALNA I ZNACZENIE ANALITYCZNE

Aleksandra Burza^{1*}, Sylwia Gąsior¹, Magdalena Szumera²,
Sabina Dolenec³, Wojciech Panna¹
* aleksandra.burza7@gmail.com

¹Akademia Tarnowska ul. Mickiewicza 8, 33-100 Tarnów

²Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie,
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

³Slovenian National Building and Civil Engineering Institute, Dimičeva 12,
1000 Ljubljana, Słowenia

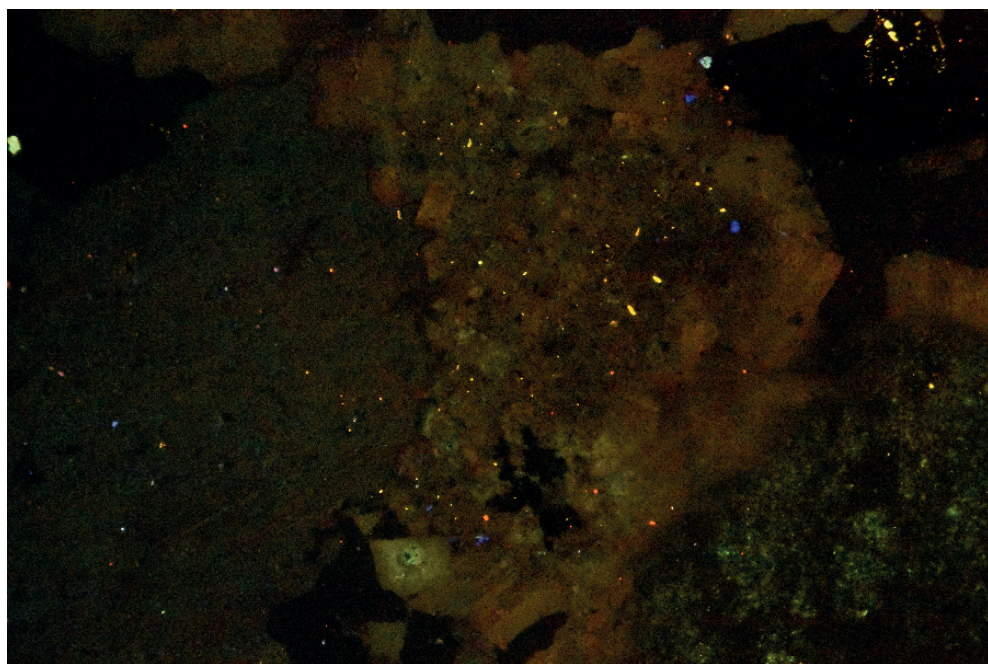
Streszczenie

W pracy przedstawiono analizę właściwości luminescencyjnych minerałów występujących w granitach strzegomskich z wykorzystaniem katodoluminescencji w skaningowym mikroskopie elektronowym (SEM-CL). Badania przeprowadzono dla reprezentatywnych próbek granitów z masywu Strzegom-Sobótka, obejmujących różne odmiany petrograficzne, co umożliwiło ocenę wpływu zróżnicowania składu chemicznego oraz struktury krystalicznej na obserwowane efekty luminescencyjne.

Zastosowana metoda pozwoliła na identyfikację rozmieszczenia centrów luminescencyjnych w obrębie poszczególnych minerałów oraz określenie ich charakteru. Kluczowym wynikiem badań jest stwierdzenie, że dominującą rolę w generowaniu sygnału katodolu-

minescencyjnego odgrywa ortoklaz (Fig. 1.), w którym obserwuje się intensywne, punktowe centra emisji o zróżnicowanej barwie – od żółtej, poprzez niebieską, aż po czerwoną. Zjawisko to związane jest zarówno z obecnością jonów aktywujących (Mn^{2+} , Fe^{3+}) [1], jak i z defektami strukturalnymi typu wakansów tlenowych oraz lokalnym wzbogaceniem w pierwiastki ziem rzadkich i fazy akcesoryczne bogate w Zr [2].

W przeciwieństwie do ortoklazu, plagioklaz w większości analizowanych przypadków pozostaje optycznie nieaktywny, co wskazuje na jego ograniczoną zdolność do inkorporacji centrów luminescencyjnych. Różnica ta stanowi istotny element diagnostyczny, umożliwiający jednoznaczne różnicowanie typów skałeni w badanych skałach. Udział w kształtowaniu obrazu



Rysunek 1. Centra luminescencyjne
w ortoklazie.

Figure 1. Luminescence centers
in orthoclase.

luminescencyjnego mają również minerały akcesoryczne, w szczególności biotyt, który wykazuje lokalną, słabą emisję, jednocześnie częściowo tłumiąc sygnał ze względu na wysoką zawartość żelaza.

Najbardziej intensywne efekty luminescencyjne zaobserwowano na zglądzie granitu z Gniewkowa, gdzie koncentracja centrów emisji w ortoklazie była największa, a ich rozmieszczenie wskazywało na obecność stref wzbogaconych w domieszki aktywujące oraz defekty strukturalne. Obraz ten potwierdza, że katodoluminescencja może stanowić cenne narzędzie do identyfikacji mikroheterogeniczności chemicznej i strukturalnej w minerałach skałotwórczych.

Istotną konkluzją pracy jest wykazanie, że obserwowane właściwości luminescencyjne są bezpośrednio związane z historią krystalizacji minerałów oraz procesami metasomatycznymi zachodzącymi w obrębie masywu granitowego. Katodoluminescencja pozwala zatem nie tylko na identyfikację składu mineralnego, ale również na jakościową analizę rozkładu defektów strukturalnych i pierwiastków śladowych, co znacząco rozszerza możliwości interpretacyjne klasycznych metod petrograficznych. Z punktu widzenia zastosowań praktycznych, uzyskane wyniki wskazują na potencjał wykorzystania katodoluminescencji jako narzędzia wspomagającego charakterystykę surowców mine-

ralnych, w szczególności w kontekście ich dalszego wykorzystania w przemyśle ceramicznym i materiałowym. Metoda ta może stanowić element szybkiej oceny jakości

surowca, jednak jej interpretacja powinna być każdorazowo wspierana analizami chemicznymi oraz mineralogicznymi.

Słowa kluczowe: katodoluminescencja; skalenie; granity strzegomskie; pierwiastki ziem rzadkich; SEM-CL.

Keywords: cathodoluminescence; feldspars; Strzegom granites; rare earth elements; SEM-CL

Bibliografia/References

[1] Götze J., Habermann D., Neuser R.D., Detlev D.K. 1999 - High-resolution spectrometric analysis of rare earth elements-activated cathodoluminescence in feldspar minerals. *Chemical Geology* 153, 81-91.

[2] Marshall DJ (1988) Cathodoluminescence of geological material. Allen & Unwin, London.

CATHODOLUMINESCENCE STUDIES OF GRANITES – STRUCTURAL INTERPRETATION AND ANALYTICAL SIGNIFICANCE

Abstract

This study presents an analysis of the luminescence properties of minerals occurring in the Strzegom granites using cathodoluminescence in a Scanning Electron Microscope (SEM-CL). The investigations were carried out on representative granite samples from the Strzegom–Sobótka massif, comprising different petrographic varieties, which enabled the assessment of

the influence of chemical composition variability and crystal structure on the observed luminescence effects.

The applied method allowed for the identification of the distribution of luminescence centers within individual minerals and the determination of their character. The key result of the study is that orthoclase (Fig. 1) plays a dominant role in ge-

nerating the cathodoluminescence signal, exhibiting intense, point-like emission centers with varying colors – from yellow, through blue, to red. This phenomenon is associated both with the presence of activating ions (e.g. Mn^{2+} , Fe^{3+}) [1], as well as with structural defects such as oxygen vacancies and local enrichment in rare earth elements and Zr-rich accessory phases [2].

In contrast to orthoclase, plagioclase remains optically inactive in most of the analyzed cases, indicating its limited ability to incorporate luminescence centers. This difference constitutes an important diagnostic feature, enabling clear differentiation between feldspar types in the studied rocks. Accessory minerals also contribute to the luminescence image, particularly biotite, which exhibits weak, localized emission while simultaneously partially quenching the signal due to its high iron content.

The most intense luminescence effects were observed in the polished section of granite from Gniewków, where the concentration of emission centers in orthoclase was the highest, and their distribution indicated the presence of zones enriched in activating im-

purities and structural defects. This observation confirms that cathodoluminescence can serve as a sensitive tool for identifying chemical and structural microheterogeneity in rock-forming minerals.

An important conclusion of the study is that the observed luminescence properties are directly related to the crystallization history of the minerals and to metasomatic processes occurring within the granite massif. Cathodoluminescence therefore enables not only the identification of mineral composition, but also a qualitative analysis of the distribution of structural defects and trace elements, significantly extending the interpretative capabilities of classical petrographic methods. From a practical perspective, the obtained results indicate the potential of cathodoluminescence as a supporting tool in the characterization of mineral raw materials, particularly in the context of their further application in the ceramic and materials industries. The method may serve as a rapid assessment tool for raw material quality; however, its interpretation should be supported by chemical and mineralogical analyses.