

Alicja CHRUŚCIŃSKA, Hubert L. OCZKOWSKI,
Krzysztof R. PRZEGIĘTKA

NATURALNA TERMOLUMINESCENCJA – ROZKŁAD PUŁAPEK

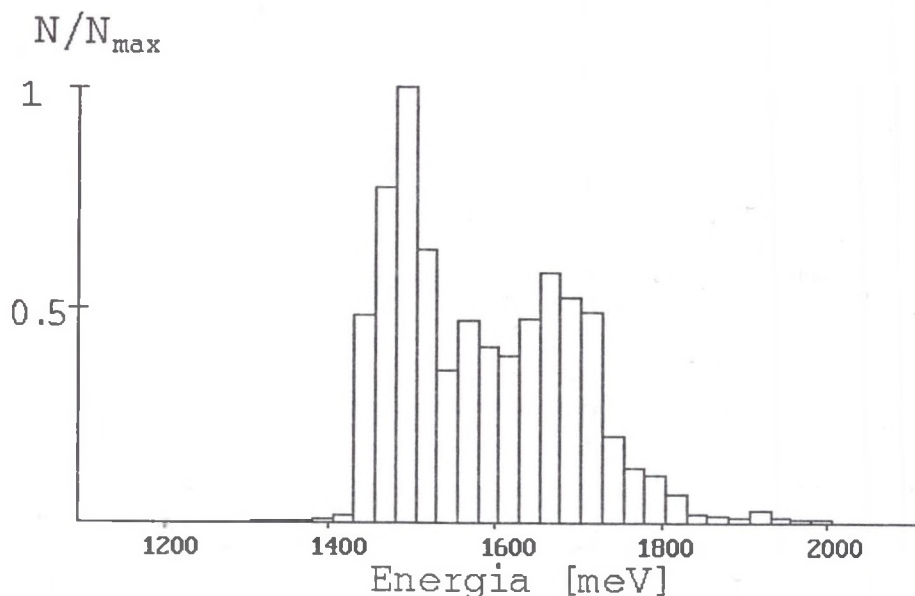
Streszczenie. Energetyczne rozkłady gęstości pułapek odpowiedzialnych za naturalną termoluminescencję materiału geologicznego wyznaczono metodą frakcjonowanych krzywych jarzenia. Prezentowane wyniki potwierdzają słuszność podstaw termoluminescencyjnej metody datowania.

NATURAL THERMOLUMINESCENCE — TRAPS DISTRIBUTION

Summary. The energy density spectrum of traps responsible for ancient thermoluminescence of geological material was determined by the fractional glow curve technique. The results confirm TL dating assumptions.

Celem badań było wyznaczenie energetycznego rozkładu gęstości pułapek odpowiedzialnych za termoluminescencję (TL) naturalną materiału pochodzącego z osadów geologicznych. Badanych próbek, w celu uniknięcia jakiegokolwiek zaburzenia TL, nie poddano żadnym procedurom oczyszczania i separacji. Dlatego wybrano materiał wskazany przez geografów jako wysoko jednorodny z uwagi na skład mineralogiczny. Energetyczny rozkład gęstości pułapek wyznaczono metodą frakcjonowanych krzywych jarzenia (FGT), będącą rozwinięciem metody początkowego wzrostu wprowadzonej przez Garlicka i Gibsona (Garlick G.F.J., Gibson A.F., 1948, Gobrecht H., Hofmann D., 1966, Oczkowski H.L., 1978). Ponieważ wymaga ona względnie dużej energii zakumulowanej TL, również ważnym kryterium przy wyborze materiału geologicznego był jego wiek. Otrzymana od K.R. Lankaufa z Instytutu Geografii UMK próbka (oznaczana dalej jako X1) pochodzi prawdopodobnie z interstadiu najstarszego zlodowacenia Narwii, którego wiek szacuje się na około 900 000 BP (L.Lindner, 1992). Badaniom poddano piaski drobnoziarniste młkowane, których cechą charakterystyczną jest duża zawartość kwarcu.

Dokładny opis aparatury i procedury pomiarowej oraz sposobu opracowania danych został przedstawiony w pracach: Oczkowski H.L., 1989, Pietkun A., Polakiewicz L., Oczkowski H.L., 1992, Chruścińska A., 1994. Do pomiaru używano po 20 mg próbki. Frakcjonowane wygrzewanie przeprowadzano z prędkością grzania 1 K/s i stygnięcie 0.7 K/s oraz z amplitudą *grzania 22 K i stygnięcia 20 K. W ten sposób na każdą z frakcjonowanych krzywych jarzenia złożyło się ponad sto cykli grzania i studzenia próbki. Przeprowadzono 6 pomiarów, których uśrednione rezultaty przedstawiono na rys. 1.



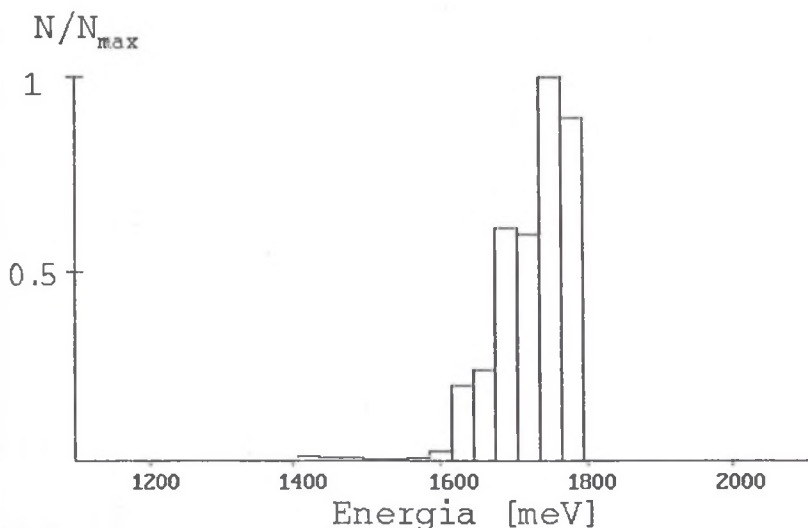
Rys. 1. Energetyczny rozkład gęstości pułapek odpowiedzialnych za naturalną TL próbki X1

Fig. 1. The energy density spectrum of traps responsible for the ancient TL of sample X1

Wynika z nich, że za TL naturalną badanej próbki odpowiedzialne są przynajmniej dwie frakcje pułapek o głębokościach około 1.5 eV oraz 1.8 eV.

Nasze doświadczenia w zakresie pomiarów energetycznego rozkładu gęstości pułapek w kwarcu (Pietkun A., Oczkowski H.L., 1994, Chruścińska A., 1994) wskazują, że próbka X1 nie jest tak jednorodna, jak przypuszczano wcześniej. Dla porównania na rys.2 zaprezentowano histogram wyznaczony tą samą metodą dla próbki czystego kwarcu wzbudzonego laboratoryjnie. Jak widać, w tym rozkładzie nie występuje pasmo pułapek około 1.5 eV.

W celu wykluczenia podejrzeń, że różnicę między rozkładami prezentowanymi na rys. 1 i rys. 2 powoduje fakt, że jeden rozkład wyznaczono dla naturalnej TL, a drugi dla TL wzbudzonej laboratoryjnie, dodatkowo zbadano naturalną TL próbki A z Kępy Ku-



Rys. 2. Energetyczny rozkład gęstości pułapek odpowiedzialnych za TL powyżej 100°C dla kwarcu naturalnego wzbudzonego laboratoryjnie

Fig. 2. The energy density spectrum of traps responsible for the TL above 100°C of the laboratory excited natural quartz

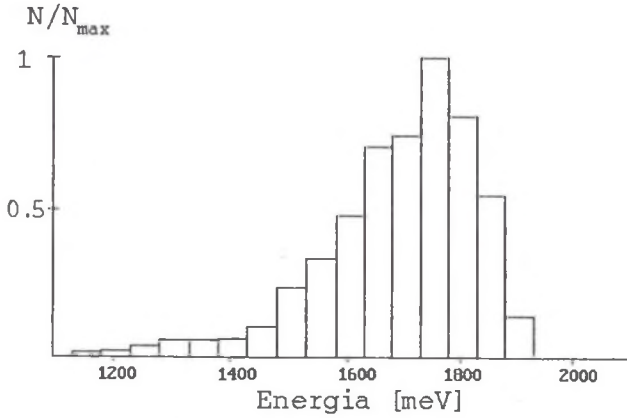
jawskiej. Badania petrograficzne wykazały, że zawiera ona ponad 90% czystego kwarcu. Pomiarzy FGT dla tych próbek są obarczone większym błędem (stąd szersze słupki histogramu) z powodu słabego natężenia światła TL. Uśrednione wyniki pomiarów zamieszczono na rys. 3.

Histogramy przedstawione na rys. 2 i rys. 3 są zgodne, obejmują pojedyncze pasmo pułapek z maksimum około 1.8 eV. Uwagę zwraca poszerzenie pasma w przypadku próbki A.

Pasma płytszych pułapek w rozkładzie próbki X1 można utożsamiać z podobnym pasmem charakterystycznym dla skałenia. Na rys. 4 przedstawiono energetyczne widmo pułapek otrzymane dla próbki czystego skałenia wzbudzonego laboratoryjnie. Prezentowane wyniki pozwalają nam przypuszczać, że za naturalną TL próbki X1 odpowiadają zarówno ziarna kwarcu jak i skałenia.

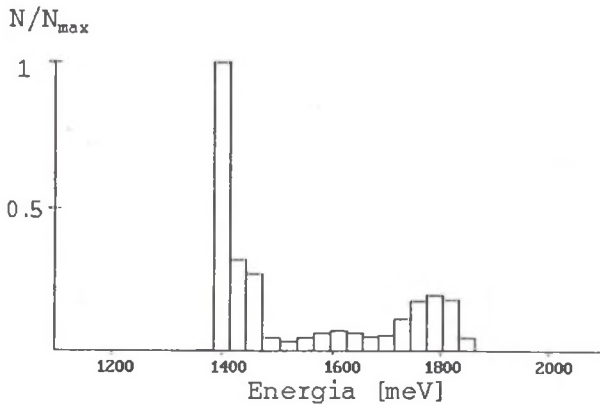
Jak wiadomo skałen wykazuje znacznie wyższą czułość TL niż kwarc, dlatego nawet niewielka domieszka skałenia może przejawiać się dominacją jego pułapek w wyznaczonym dla próbki X1 histogramie. Jak wynika z przebiegu frakcjonowanych krzywych jarzenia (rys. 5a i rys. 5b) za naturalną TL w obszarze wykorzystywanym do datowania odpowiadają pułapki o głębokości około 1.8 eV.

Szczegółowe badania wykazały, że czynnik częstościowy s tych pułapek mieści się w zakresie $10^{12} - 10^{13} \text{ s}^{-1}$, a stąd czas życia nośników w tych pułapkach, w warunkach



Rys. 3. Energetyczny rozkład gęstości pułapek odpowiedzialnych za naturalną TL próbki A z Kępy Kujawskiej

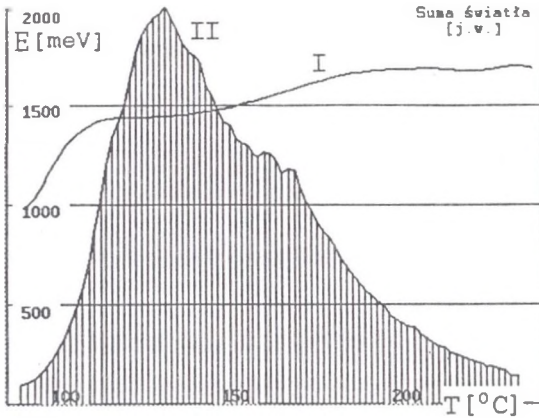
Fig. 3. The energy density spectrum of traps responsible for the ancient TL of sample A from Kępa Kujawska



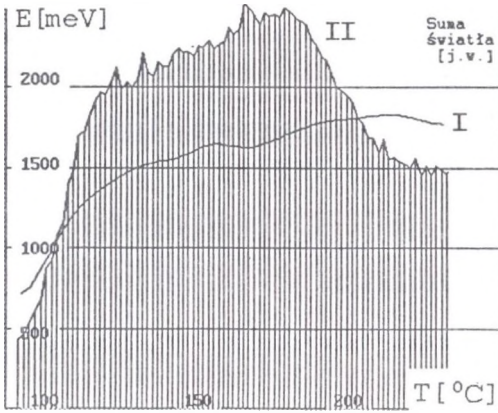
Rys. 4. Energetyczny rozkład gęstości pułapek odpowiedzialnych za TL powyżej 100°C dla skalenia potasowego wzbudzonego laboratoryjnie

Fig. 4. The energy density spectrum of traps responsible for the TL above 100°C of the laboratory excited potassium feldspar

naturalnych jest rzędu $10^6 - 10^7$ lat. Stanowi to potwierdzenie słuszności założeń Daniela (1953), będących fundamentem termoluminescencyjnej metody datowania.



(a)



(b)

Rys. 5. Zależność średniej energii opóźnionych pułapek i sumy światła od maksymalnej temperatury w cyklu: a) – dla próbki X1, b) – dla próbki A z Kępy Kujawskiej

Fig. 5. The dependence of the averaged energy of traps emitted in the cycle (I) and light sum (II) on the maximum temperature in the cycle: a) – for sample X1. b) – for sample A from Kępa Kujawska

Literatura

Chruścińska A., 1994, The fractional thermoluminescence: some aspects concerning the experimental data analysis, *J.Lumin.* 62, p. 115–121.

Chruścińska A., 1994, Frakcjonowana Termoluminescencja Kwarcu, Thesis, Toruń UMK.

Daniels F., Boyd C.A., Saunders D.F., 1953, Thermoluminescence as a Research Tool, *Science* 117, p. 343–349.

Garlick G.F.J., Gibson A.F., 1948, The Electron Trap Mechanism of Luminescence in Sulphide and Silicate Phosphors, *Proceedings of the Physical Society*, 60, p. 574–590.

Gobrecht H., Hofmann D., 1966, Spectroscopy of Traps by Fractional Glow Technique, *J.Phys.Chem.solids*, 27, p. 509–522.

Oczkowski H.L., 1978, Thermoluminescence in Ag (CL, I) Mixed Crystals, *J.Lumin.* 17, p. 113–120.

Oczkowski H.L., 1989, Experimental and Calculation Procedure for Fractional Glow Technique at Low Temperatures, *Acta Phys. Polon.*, A76, p. 649–658.

Oczkowski H.L., 1989, Calculating Procedure for Fractional Glow Technique, in: 2-nd International Meeting on Luminescence p.94-100, *Wissenschaftliche Beitrage, EMA-Universitat, Greifswald*

Pietkun A., Oczkowski H.L., 1944, Trap spectroscopy of quartz by the fractional glow technique, *J.Lumin.* 59, p. 65–70.

Pietkun A., Polakiewicz L., Oczkowski H.L., 1992, Measurement System for Fractional Glow Technique, *Acta*

Abstract

The purpose of our research was to determine the energy density spectrum of traps, responsible for ancient thermoluminescence (TL) of geological material. The fractional glow technique (FGT) was applied. In order to investigate natural TL unaffected by any pretreatment process neither mineral separation nor etching was performed. So, the highly homogeneous, pure material was required for the investigation. Another, important condition was that the sample should be old, because FGT requires a relative high level of accumulated TL.

At least two groups of traps at 1.5 eV and 1.8 eV can be observed in the obtained energy spectra. However, there are no traps at 1.5 eV in the energy spectra measured for the pure quartz excited by a lab dose.

Band of traps at 1.5 eV reminds traps spectrum characteristic for feldspars. Presented results allow us to conclude that for natural TL of investigated sample are responsible both quartz and feldspar grains. As it is known feldspar is more TL sensitive, so even little admixture of feldspar grains can cause domination of its traps in the spectrum.

The fractional glow curves show that TL in range used for dating is determined by traps at 1.8 eV. More detailed investigations allowed to estimate the frequency factor $10^{12} - 10^{13} s^{-1}$, and hence live time of the trapped charge carries range from 10^6 to 10^7 years. These results directly approve Daniels's assumptions, which are fundamental for TL dating method.