

Nr umowy: UMO-2018/31/B/ST10/03966

Tytuł: Weryfikacja fundamentalnych zasad datowania luminescencyjnego - efekt mocy dawki i alternatywne modele ekscytacji radiacyjnej

Cel projektu

Badając przeszłość, możemy polegać na tych właściwościach materii, które są trwałe lub zmieniają się w łatwy do przewidzenia sposób. Promieniowanie jonizujące występuje na Ziemi od milionów lat. Składa się z wysokoenergetycznych fotonów, elektronów lub ciężkich cząstek. Jest nieustannie obecne w środowisku naturalnym, głównie ze względu na powszechnie występujące radioizotopy i promienie kosmiczne. Kilka dekad temu odkryto, że w przyrodzie istnieją minerały, które "pamiętają" dawkę pochłoniętego promieniowania. Informacja ta może być przechowywana przez tysiące, a nawet miliony lat. Ten naturalny zegar mierzy czas, jaki upłynął od ostatniego kontaktu osadów z dostateczną ilością ciepła lub światła słonecznego. Nagromadzoną dawkę można odczytać w laboratorium. W ten sposób możliwe jest obliczenie wieku minerału za pomocą prostej zależności:-

$1 \text{ dawka_naturalna [Gy]} \cdot \text{Wiek [a]} = \text{moc_dawki [Gy a]} \cdot (1)$ Moc dawki można wyznaczyć z bezpośrednich pomiarów lub stężenia radionuklidów. Dawkę naturalną mierzymy w laboratorium wykorzystując zjawisko termoluminescencji (TL) lub optycznie stymulowanej luminescencji (OSL). Dawka jest szacowana przez porównanie odczytu TL lub OSL dla naturalnego minerału z krzywą TL/OSL otrzymaną po ekspozycji na promieniowanie naturalnego minerału w warunkach laboratoryjnych. Głównym problemem tej metody są różne warunki wzbudzenia. Naturalna dawka była dostarczana z bardzo małą mocą w ciągu tysięcy lub milionów lat. Pobudzenie laboratoryjne jest znacznie szybsze. W niektórych przypadkach moc dawki laboratoryjnej jest większa nawet o 10 rzędów wielkości. Istnieją pewne teoretyczne argumenty, że te dwa typy wzbudzenia nie są identyczne. Nazywamy to efektem mocy dawki. Dowody eksperymentalne są jednak bardzo słabe. Do tej pory nie ma ewidentnych dowodów przemawiających za istnieniem lub nieistnieniem efektu mocy dawki. Brak eksperymentalnych badań jest zarówno nieoczekiwany jak i zadziwiający, biorąc pod uwagę znaczenie problemu dla dokładności datowania luminescencyjnego. Jest to prawdopodobnie najważniejszy obecnie problem w datowaniu luminescencyjnym obiektów geologicznych i archeologicznych. Plan badań składa się z trzech części:

- Przeprowadzenie systematycznego eksperymentalnego sprawdzianu (weryfikacji) wpływu mocy dawki a odpowiedź TL i OSL dla promieniowania beta i gamma w zakresie 6 rzędów wielkości mocy dawki. W czasie pomiaru, w którym czas obserwacji jest przewidziany na co najmniej dwa lata, przebadanych będzie ponad tysiąc próbek dla kilku wybranych minerałów i materiałów wytworzonych laboratoryjnie.
- Badanie i analiza teoretyczna spektralnych właściwości TL i OSL w funkcji mocy dawki. Oczekuje się w niektórych materiałach możliwa będzie identyfikacja zlokalizowanych i zdelokalizowanych ścieżek rekombinacji.

- Opracowanie bardziej realistycznego modelu wzbudzenia radiacyjnego (ekscytacji) uwzględniającego przestrzenną korelację pomiędzy generowanymi nośnikami pary dziura-elektron oraz dyfuzję swobodnych nośników ładunku. Oczekiwanym rezultatem projektu będzie potwierdzenie (lub odrzucenie) zależności pomiarów TL i OSL od mocy dawki podczas ekscytacji. Wynik ten jest kluczowy dla datowania luminescencyjnego. W przypadku potwierdzenia efektu mocy dawki dla niektórych materiałów, prawdopodobnie będzie możliwe obliczenie odpowiednich współczynników korekcji w celu lepszego określenia pochłoniętej dawki. Taka procedura poprawi wiarygodność metod datowania luminescencyjnego.