

**МЕТОД ОЦЕНКИ ЭНЕРГИИ АКТИВАЦИИ
ЭЛЕКТРОННЫХ ЛОВУШЕК В ПРИРОДНОМ КВАРЦЕ
ПО ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНОМУ СИГНАЛУ**

Ерина Юлия Юрьевна

Инженер

Институт криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН, Тюмень, Россия

E-mail: erina.yulya@inbox.ru

Научный руководитель — Симонов Олег Анатольевич

В геологических исследованиях абсолютное датирование — важнейший инструмент для оценки и прогнозирования геологических состояний и процессов. Несмотря на востребованность датирования разными специалистами, до сих пор существует потребность в разработке новых методов датирования, так как традиционные требуют дорогой и долгой пробоподготовки, неуниверсальны или недостаточно эффективны. В этом отношении перспективным является метод термолюминесцентного (ТЛ) датирования по кварцсодержащим породам. Однако его классическая форма [2] требует доработок [3–4].

Значимая часть доработок связана с математической моделью, по которой предполагается моделировать процесс термолюминесценции природного кристаллического кварца и определять ключевую неизвестную — возраст геологических отложений, содержавших испытуемый образец. Общая математическая модель представлена системой дифференциальных уравнений, которые связывают изменение концентраций электронов в особых электронных состояниях [1]. Исследователи ТЛ-датирования долгое время были вынуждены отказываться от полной модели в пользу более простых, но менее универсальных и точных. Это связано в том числе с неизвестными параметрами системы уравнений, которые характеризуют особенности кристаллической решетки образца кварца. В связи с тем, что кварц, как и многие другие минералы, применимые в ТЛ-датировании, относится к диэлектрикам, его параметры сложно оценить экспериментально или аналитически [1]. Кроме того, они могут отличаться внутри одного вида минерала в зависимости от точки пробоотбора и условий его захоронения.

В работе предложена методика, позволяющая по термолюминесцентному сигналу кварца оценить один из главных параметров его структуры — энергию активации электронных ловушек. Ключевая формула:

$$E_a = \frac{I''}{I'} \frac{kT^2}{E_v T'}, \quad (1)$$

где E_a — энергия активации электронной ловушки, эВ; E_v — константа, равная $1,55 * 10^{-19}$ Дж; T — температура, К; T' — производная первого порядка температуры по времени, К/с; I — интенсивность термолюминесцентного сигнала, 1/с; I' , I'' — соответственно производная первого и второго порядка интенсивности ТЛ по времени, $1/c^2$, $1/c^3$.

В работе проведено моделирование ТЛ-сигнала кварца, имеющего один тип электронных ловушек с заданными значениями энергии активации. Моделирование реализовалось в системе MatLab с учетом процессов на этапе захоронения кварца в толще горных пород. Получен алгоритм, позволяющий выделить из полного ТЛ-сигнала допустимый для оценки интервал, а также определить достоверность метода.

Литература

1. Кюри Д. Люминесценция кристаллов / пер. с фр. Н. М. Лоцинской; под ред. и с предисл. Н. А. Толстого. М.: Изд-во иностранной литературы, 1961.
2. Морозов Г. В. Применение термолюминесцентного метода для изучения отложений лессовой формации. Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Киев, 1968.
3. Шейнкман В. С. Проблема абсолютного датирования четвертичных геоморфологических комплексов Сибири. География и природные ресурсы. 2013. № 4. С.18–27.
4. Шейнкман В. С., Ерина Ю. Ю., Симонов О. А. Численное моделирование воздействия радиоактивного излучения на кварц с дефектами кристаллической структуры и анализ термолюминесцентного сигнала. Вестник ТюмГУ. Физико-математическое моделирование. Нефть, газ, энергетика. 2020. № 4. С.18–27.