

## ИМПУЛЬСНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ВЯЗКОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ И ЕЕ ИЗМЕРЕНИЕ С ПОМОЩЬЮ ЛАБОРАТОРНОЙ ИНДУКЦИОННОЙ УСТАНОВКИ

Я.К. Камнев<sup>1</sup>, Н.О. Кожевников<sup>1,2</sup>, А.Ю. Казанский<sup>3</sup>, С.М. Стефаненко<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,  
630090, Новосибирск, просп. Академика Коптюга, 3, Россия

<sup>2</sup> Новосибирский государственный университет, 630090, Новосибирск, ул. Пирогова, 2, Россия

<sup>3</sup> Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
119234, Москва, Ленинские горы, 1, Россия

Магнитная вязкость геологических сред оказывает заметное, нередко значительное, а иногда преобладающее влияние на измеренные в лаборатории и в поле импульсные индукционные характеристики. По сравнению с частотными методами измерение импульсных характеристик намагниченности имеет те преимущества, что проявления магнитной вязкости наблюдаются в отсутствии первичного поля, а импульсная переходная характеристика измеряется в широком временном диапазоне. Это позволяет снизить погрешность измерения параметров, характеризующих магнитную вязкость. В отличие от переходной характеристики, ее производная, т.е. импульсная характеристика, свободна от влияния постоянной (медленно спадающей) компоненты суммарной остаточной намагниченности. Это снимает проблему, которая связана с неопределенностью при выделении небольшой по величине вязкой компоненты из суммарной намагниченности.

Временной спад импульсных характеристик намагниченности описывается степенной функцией  $a \cdot t^{-b}$ , где  $a$  — начальное значение (изменяется в широком диапазоне),  $b$  — показатель степени, близкий к единице. Как показали измерения на образцах, выполненные с помощью индукционных катушечных систем, параметр  $a$  демонстрирует сильную линейную корреляцию с частотно-зависимой магнитной восприимчивостью  $\Delta\kappa$ , которая традиционно используется для оценки содержания суперпарамагнитных частиц. Это дает основания полагать, что импульсные индукционные системы могут найти применение для экспрессного изучения большого количества образцов с целью диагностики присутствия СПМ частиц и оценки их содержания. Хотя отличия показателя степени  $b$  от единицы невелики, они значительно превосходят погрешность определения этого параметра по экспериментальным данным.

Математическое моделирование импульсных характеристик намагниченности показало, что на оба параметра влияет распределение объемов частиц, что создает предпосылки для решения обратной задачи, т.е. отыскания такого распределения, которое «наилучшим» образом объясняет экспериментальные импульсные характеристики.

*Магнитная вязкость, суперпарамагнетизм, импульсная характеристика, частотно-зависимая магнитная восприимчивость, магнитная гранулометрия, метод переходных процессов, измерения, погрешность.*

### IMPULSE RESPONSE OF VISCOUS REMANENT MAGNETIZATION: LABORATORY MEASUREMENTS BY A PULSE INDUCTION SYSTEM

Ya.K. Kamnev, N.O. Kozhevnikov, A.Yu. Kazansky, and S.M. Stefanenko

Transient electromagnetic responses measured in the field or in the laboratory may bear effects of viscous remanent magnetization (VRM) associated with magnetic relaxation of ultrafine grains of ferrimagnetic minerals or superparamagnetism. The behavior of VRM can be studied in time or frequency domain, TDEM measurements being advantageous because they are done in the absence of primary field and owing to broad time range providing high accuracy of VRM parameters. Another advantage is that the rate of viscous decay measured as voltage decay does not need to be corrected for stable and/or slowly decaying viscous component of total remanence. Time-dependent transient responses of viscous decay follow the power law  $a \cdot t^{-b}$ , where  $a$  is the initial emf signal (varying in a broad range) and  $b$  is the exponent approaching 1. Laboratory tests with a pulse induction coil system reveal a strong linear correlation of the parameter  $a$  with frequency-dependent magnetic susceptibility  $\Delta\kappa$  used commonly for constraining the relative abundances of superparamagnetic particles. Such systems are thus suitable for quick measurements of the large number of samples for detection of superparamagnetic (SP) particles and quantifying their contribution. The difference of  $b$  from 1, though being minor, exceeds markedly its error in estimates from measured data. Simulated TDEM responses of a superparamagnetic ground show both parameters ( $a$  and  $b$ ) to depend on particle volume distribution, which is prerequisite for inversion of time-domain transients to magnetic properties of rocks and soils.

*Viscous magnetization, superparamagnetism, impulse response, frequency-dependent magnetic susceptibility, magnetic granulometry, TEM survey, accuracy*