

АНАЛИЗ И ЕСТЕСТВЕННАЯ ОСТАТОЧНАЯ НАМАГНИЧЕННОСТЬ ГОРНЫХ ПОРОД*

Аннотация. Определено процентное содержание химических элементов и измерена остаточная намагниченность горных пород (андезито-базальт и известняк мраморизованный). Спектральный анализ проводили на спектрометре ДФС-24 с возбуждением от лазера ЛГ-75, а остаточную намагниченность измеряли болистическим методом. Полученные результаты могут быть использованы для восстановления геомагнитного поля того периода, когда формировалась горная порода.

Ключевые слова: спектральный анализ, процентное содержание химических элементов, горная порода, остаточная намагниченность, геомагнитные поля.

Спектральный анализ на сегодняшний день является одним из наиболее точных методов определения химического состава проб горных пород [1-3]. Знание химического состава горных пород дает возможность делать выводы о целесообразности измерения магнитных свойств [4].

Целью данной работы является: определить процентное содержание химических элементов и измерить естественную остаточную намагниченность в горных породах (андезито-базальт и известняк мраморизованный), взятых из правобережья р. Б. Зеленчук Карачаево-Черкесской республики, номером буровой скважины и возрастом соответственно: 16/1061, 13/1050 и $P_z + K_z, D_3P_s$.

Для достижения поставленной цели провели спектральный анализ в горных породах (андезито-базальт и известняк мраморизованный) на спектрометре ДФС-24 с возбуждением от лазера ЛГ-75, принципиальная оптическая схема которого приведена на рис.1.

Возбуждающий свет с $\lambda = 6323 \text{ \AA}$, излучаемый лазером (1), через поворотную призму (2) попадает на кювету (3) с образцом и приводит его молекулы в более высокое возбужденное колебательное состояние. При переходе электронов из этих возбужденных состояний на колебательные уровни нормального состояния излучается избыток энергии в виде колебательных спектров комбинационного рассеяния. Зеркала (4) и (5) служат для возвращения возбуждающего луча лазера и рассеянного света к образцу, тем самым уменьшает потери света.

Рассеянный свет снимается с боковой стороны кюветы и системой линз (6-7) направляется на входную щель спектрометра, через которую попадает на поворотное зеркало S . Оно отражает параболическое зеркало (9), от которого свет попадает на дифракционную решётку (10). После решётки (10) на зеркало (9) попадает первый порядок дифракционного спектра, который, отразившись от зеркала (9), через промежуточную щель Π попадает на второе параболическое зеркало (12).

* © Урусова Б.И., Салпагарова З.А., Лайпанов У.М.

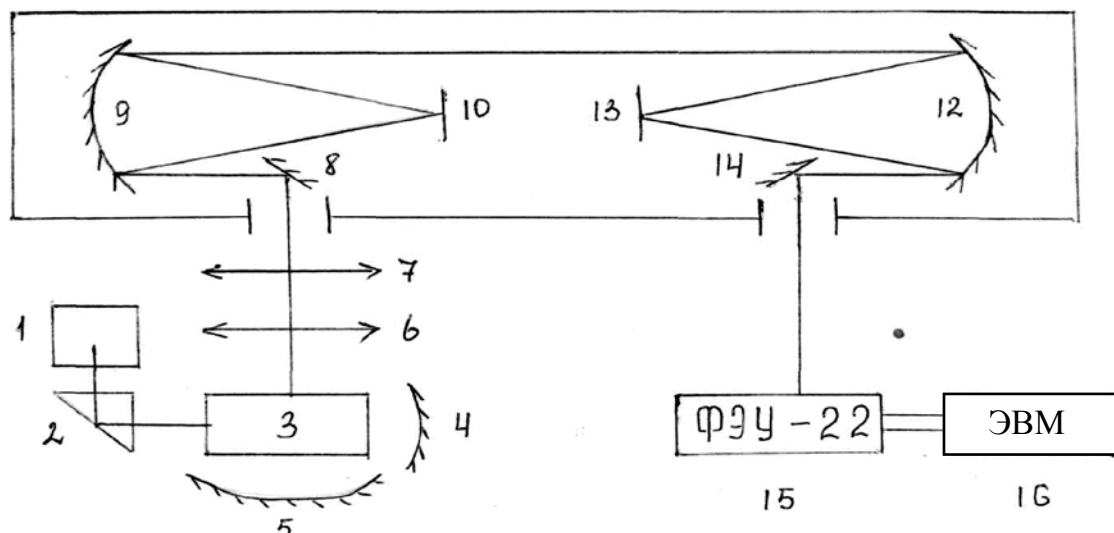


Рис. 1. Принципиальная оптическая схема установки

Зеркало (12) направляет дифракционный спектр на вторую дифракционную решётку (13). Получив здесь вторую монохроматизацию, свет через зеркало (12) направляется на поворотное зеркало (14), от которого попадает на фотоумножитель (15).

Решётки (10) и (13) образуют дисперсионную систему прибора. Они одинаковы – с 1200 щелями на миллиметр и длиной решётки 15 см. Линейная дисперсия прибора в целом $5 \text{ \AA}/\text{мм}$.

В состав спектрометра также входят монохроматор с дифракционными решётками, осветительная система, электронно-регистрирующее устройство ЭРУ-24 и комплект ЗИП.

Исследуемые образцы помещались в стандартную кювету, прилагаемую к ДФС-24 и освещались источником возбуждения – лазером. Рассеянное образцом свечение направляется на входную щель монохроматора и разлагается в спектр, который фокусируется в плоскости выходной щели монохроматора. При сканировании входная щель последовательно выделяет монохроматические световые потоки, интенсивность которых характеризует интенсивность рассеяния образца.

Приемником света служил фотоэлектронный умножитель ФЭУ-79; для согласования высокоомной нагрузки фотоэлектронного умножителя с входным сопротивлением записывающего устройства использовали усилитель постоянного тока 100% обратной связью. Последовательность усредненных с заданной постоянной времени мгновенных значений интенсивности светового потока, прошедшего через монохроматор, регистрировалось схемой и записывалась на ЭВМ.

Для проведения спектрального анализа образцы горных пород (андезито-базальт и известняк мраморизованный) очищали от внешних загрязнений и просушивали. Затем брали небольшое количество горных пород (андезито-базальт и известняк мраморизованный), так, чтобы проба отражала средний состав анализируемого образца (10-15 г), которую предварительно дробили сначала на стальной плите, а затем в агатовой ступке. После того как образцы размельчены, отбирали 3-5 г квантованием и окончательно доводили до порошка с размером частиц 0,01 мм, из которых брали пробу на анализ. Во избежание загрязнения (если в образцах предполагается определять Fe) окончательное дробление проб в порошок проводили в агатовой ступке.

Для определения размера частиц порошка пользовались специальными ситами.

Однако при пользовании металлическими ситами порода может обогатиться медью и другими элементами. Чтобы этого избежать, проверяли часть раздробленной породы. Вкрапления в горных породах извлекали с помощью скальпеля.

Рядом с исследуемой пробой фотографировали несколько эталонов, концентрации в которых изменялись в 3-5 раз. Спектры эталонов и исследуемых проб фотографировали при одинаковых условиях: силе тока, дуговом промежутке, освещении щели спектрографа (СТЭ-1), величине навески и т. д. Полученную спектрограмму рассматривали с помощью спектропроектора ПС-18, подбирали соответствующие линии элемента в исследуемой пробе и эталонах и сравнивали почернения. Равенство почернений линий элемента в исследуемой пробе с почернением этой же линии в одном из эталонов позволяет судить о концентрации. Зная содержание элемента в эталоне, мы, таким образом, устанавливали содержание его и в анализируемой пробе.

Таким образом, результаты спектрального анализа показали, что образцы горных пород имеют следующее процентное содержание химических элементов: 1) андезито-базальт: медь - 6%; свинец - 0,005%; серебро - 0,006%; олово - 0,0003%; молибден - 0,0003%; галлий - 0,002%; германий - 0,0003%; барий - 0,03%; стронций - 0,03%; фосфор - 0,5%; литий - 0,005%; марганец - 0,2%; кобальт - 0,002%; никель - 0,001%; титан - 0,8%; ванадий - 0,02%; хром - 0,001%; беррилий - 0,0001%; иттрий - 0,001%; иттербий - 0,0001%; цирконий - 0,002%; ниобий - 0,001%; скандий - 0,003%; железо - 20%; бор - 0,003%; калий - 0,3%; натрий - 3%; кальций - 2%; магний - 2%; алюминий - 5%; кремний - 2%; палладий - 0,0001%;

2) известняк мраморизованный: медь - 0,0005; свинец - 0,01%; молибден - 0,0001%; галлий - 0,0001%; барий - 0,01%; стронций - 0,1%; марганец - 0,03%; кобальт - 0,001%; никель - 0,001%; титан - 0,03%; ванадий - 0,0005%; скандий - 0,003%; железо - 0,6%; калий - 0,3%; натрий - 0,03%; кальций - 35%; магний - 2%; алюминий - 0,2%; кремний - 1%.

Далее, экспериментальным путем в горных породах андезито-базальт и известняк мраморизованный выяснили возможность перемагничивания при одновременном воздействии температуры и слабых магнитных полей разных направлений порядка земного поля.

Искусственное магнитное поле создавалось соленоидом (диаметром 0,4 м.). Ориентированный образец кубической формы медленно нагревался в печи до 500°C. При постоянной температуре образец выдерживался около четырех часов и затем медленно охлаждался до комнатной температуры 20°C. опыты показали, что степень нагрева не вносит существенных изменений в общую картину намагниченности горных пород (андезито - базальт и известняк мраморизованный).

Остаточную намагниченность образцов измеряли болистическим методом [5] до и после каждого нагрева при комнатной температуре.

Для образцов андезито-базальт и известняк мраморизованный температура Кюри магнитных фаз обнаруживалась методом температурного размагничивания остаточной намагниченности насыщения - $I_{осм}(T)$. При температуре 20°C величина и направление остаточной намагниченности кубиков из разных частей образцов горных пород одинаковы, как в случае прямо намагниченных, так и обратно намагниченных горных пород. Следовательно, исследуемые образцы характеризуются обратной намагниченностью.

Эксперимент показывает, что направление вектора естественной остаточной намагниченности не меняется при небольших температурах (до 200°C), а при высоких температурах (около 500°C) совпадает с направлением внешнего поля.

Температура Кюри намагниченных образцов андезито-базальт и известняк мраморизованный находится в интервале 400-450°C. Микроскопическое изучение показало, что

горные породы андезито-базальт и известняк мраморизованный содержат мельчайшие вкрапленные магнетиты размером до 10 мкм, поэтому их можно считать однородными.

Таким образом, полученные результаты естественной намагниченности горных пород (андезито-базальт и известняк мраморизованный) могут быть использованы для восстановления геомагнитного поля того периода, когда формировалась горная порода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Харкевич. А.А. // Спектры и анализ. – М.: Физматгиз, 1962. – 236 с.
2. Феофилов П.П. // Спектроскопия кристаллов. – М.: Наука, 1975. – 383 с.
3. Шумейкер Р. // Лазерная и когерентная спектроскопия. – М.: Мир, 1982. – 629 с.
4. Нагата Т. // Магнетизм горных пород. – М.: Мир, 1965. – 248 с.
5. Галкина О.С., Урсова Б.И., Шалашов В.Ф. Магнитные и энергетические свойства сплавов // ФММ. – 1984. – Т. 57. – Вып. 4. – С. 828-831.

B. Urusova, Z. Salpagarova, U. Lajpanov

THE SPECTRAL ANALYSIS AND NATURAL RESIDUAL MAGNETIZATION OF ROCKS

Abstract. Percentage of chemical elements is defined and residual magnetisation of rocks (andezit - basalt and limestone mramarisation) is measured. The spectral analysis spent on spectrometer DFS-24 with excitation from laser LT - 75, and residual magnetisation measured ballistisian by a method. The received results can be used for restoration of the geomagnetic field, that period when rock was formed.

Key words: the spectral analysis, percentage of chemical elements, rock, residual magnetisation, geomagnetic fields.