ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
Т. 55, № 8/2 ФИЗИКА 2012

УДК 621.317.341.3

А.В. БАДЬИН, Г.Е. ДУНАЕВСКИЙ

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННОЙ ЗАВИСИМОСТИ ОТРАЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНЫ ПЛОСКИМ ОБРАЗЦОМ ГОРНОЙ ПОРОДЫ

Рассматривается рефлектометрический метод исследования анизотропных свойств материалов природного происхождения в СВЧ-диапазоне.

Ключевые слова: *волноводный рефлектометр, СВЧ, анизотропия.*

В последние годы возрастает интерес к изучению анизотропии электрофизических параметров природных объектов, в частности горных пород, играющих существенную роль в комплексе геофизических исследований.

Традиционно применяемые в геологии оптические и рентгеновские методы исследования анизотропии керновых образцов имеют существенные недостатки. Прежде всего, это трудоемкое изготовление шлифов из исследуемого керна в нескольких плоскостях. С практической точки зрения представляет интерес возможность использования СВЧ-методов, не требующих столь трудоемкой подготовки образцов [1]. Одним из вариантов реализации СВЧ-метода «на отражение» является использование волноводного СВЧ-рефлектометра и включение плоскопараллельного среза керна в качестве нагрузки (рис. 1). Данный метод основан на измерении коэффициента отражения поляризованной электромагнитной волны от поверхности исследуемого объекта. Мощность, отводимая каждым направленным ответвителем, пропорциональна соответственно мощности падающей и отраженной волн [2]. Регистрация этих мощностей производится при помощи детекторов. Выпрямленные сигналы, снимаемые с кристаллических детекторов, подаются на вход измерительного блока панорамного измерителя коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН) [3].

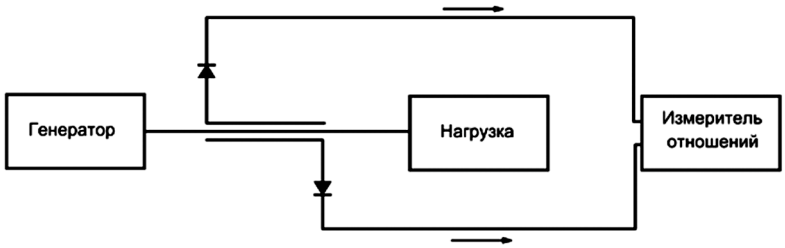

Рис. 1. Блок-схема измерительной установки (рефлектометра) для определения угловой зависимости КСВН «на отражение»

Для исследования сотрудниками геолого-географического факультета ТГУ были предложены 3 керна горной породы Кингашского месторождения в Восточных Саянах, а также 1 керн из Хайрхарского массива в западной Монголии. Из каждого керна изготовлены плоскопараллельные пластины (шлифы) толщиной от 2 до 7 мм (рис. 2). Первые три образца (рис. 2, *а*, *б*, *в*) имеют одно выделенное направление анизотропии текстуры (обозначено белой линией), тогда как четвертый образец (рис. 2, *г*) имеет два выделенных направления анизотропии.

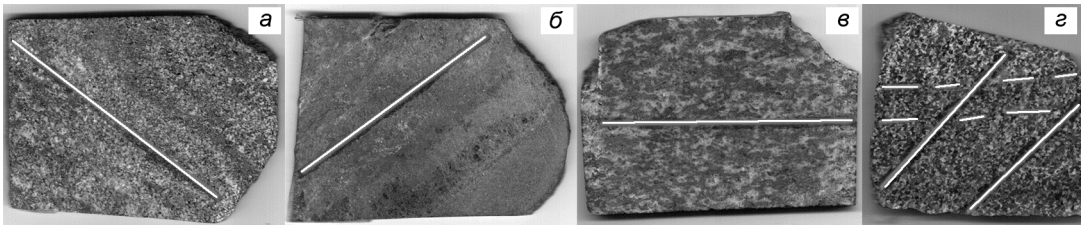

Рис. 2. Внешний вид плоскопараллельных образцов горной породы: *а* – Кш-7/14; *б* – Кс-4/70; *в* – Хр-1/1; *г* – Кш-7/2

На рис. 3 и 4 представлены результаты измерения зависимости коэффициента стоячей волны по напряжению от угла поворота исследуемой плоскопараллельной пластины горной породы относительно оси волновода рефлектометра на частоте 10 ГГц.

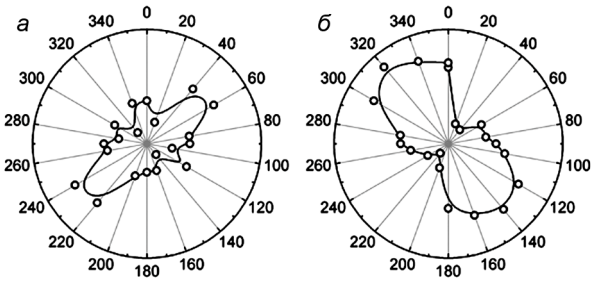

Рис. 3. График угловой зависимости нормированного КСВН на частоте 10 ГГц для образцов горной породы Кш-7/14 (*а*) и Кс-4/70 (*б*)

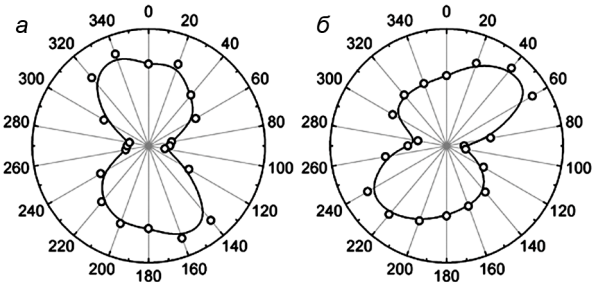

Рис. 4. График угловой зависимости нормированного КСВН на частоте 10 ГГц для образцов горной породы Хр-1/1 (*а*) и Кш-7/2 (*б*)

Как видно из графиков угловых зависимостей КСВН, на частоте 10 ГГц направление анизотропии (минимум КСВН) горной породы совпадает с выделенным направлением анизотропии текстуры (белая линия на рис. 2). Для образца Кш-7/2 (рис. 2, *г*) полученный результат исследования совпадает лишь с одним выделенным направлением (горизонтальным). Исследование анизотропии текстуры при помощи волноводного СВЧ-рефлектометра показало хорошее согласование результатов измерения направления анизотропии в диапазоне 8–10 ГГц. При увеличении частоты генератора до 12 ГГц отмечены отличия угловой зависимости КСВН до 20°. Данный результат можно интерпретировать как изменение масштабов контролируемых неоднородностей при уменьшении длины волны. Здесь начинает влиять не анизотропия поверхности материала и формы включений, а анизотропия составляющих горную породу мелкоструктурных кристаллических минералов. Авторы выражают благодарность сотрудникам ГГФ ТГУ И.Ф. Гертнеру и П.А.Тишину за подбор образцов и консультации, а также С.В. Кузьмину за помощь в изготовлении плоских образцов горной породы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бадьин А.В., Дунаевский Г.Е. // Изв. вузов. Физика. – 2010. – Т. 53. – № 9/2. – С. 151–152.
2. Лебедев И.В. Техника и приборы СВЧ. Т. 1. Техника сверхвысоких частот. – М.: Высшая школа, 1970. – 440 с.
3. Проектирование радиоволновых (СВЧ) приборов неразрушающего контроля материалов: учеб. пособие / сост.: С.В. Мищенко, Н.А. Малков. – Тамбов, 2003. – 127 с.

Национальный исследовательский Томский государственный университет,
г. Томск, Россия
E-mail: Alex001@sibmail.com

Поступила в редакцию 15.06.12.

Бадьин Александр Владимирович, аспирант;
Дунаевский Григорий Ефимович, д.т.н., профессор, проректор.