

**VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
«НОВЫЕ ИДЕИ
В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ»**

ДОКЛАДЫ

6

ТОМ

6

volume

**VIII INTERNATIONAL
CONFERENCE
“NEW IDEAS
IN EARTH SCIENCES”**

Москва – 2007



VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «НОВЫЕ ИДЕИ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ»

Российский государственный
геологоразведочный университет
имени Серго Орджоникидзе (РГГРУ)
10-13 апреля 2007 года

ДОКЛАДЫ

6

ТОМ

S-VI - XVIII

6

VOLUME

VIII INTERNATIONAL CONFERENCE “NEW IDEAS IN EARTH SCIENCES”

Москва 2007



S- VI.

**СЕКЦИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И
ГРАВИМАГНИТНЫХ МЕТОДОВ ПОИСКОВ И
РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ
ИСКОПАЕМЫХ**

ШУХ - IV-2

МЕТОД АКУСТОПОЛЯРИСКОПИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИЯХ МИНЕРАЛОВ И ГОРНЫХ ПОРОД

Ф.Ф. Горбацевич, М.В. Ковалевский, О.М. Тришина

Геологический институт Кольского научного центра РАН, Апатиты, Россия

После внедрения в 1828 г. У. Николем поляризаторов в микроскоп, прогресс в исследовании строения, структуры минералов и горных пород значительно ускорился. В 1890 г. Е.С. Федоров вывел все 230 пространственных групп симметрии кристаллов. К настоящему времени обнаружено более 3500 минералов и минеральных форм, отличающихся вещественным составом, типом строения и анизотропии. Анализируя минералы и горные породы, минералог и геолог вооружены большим набором количественных методов для определения химического, вещественного и минерального составов, их физических и других характеристик.

С инструментальными методами, предназначенными для изучения структуры некоторых минералов и горных пород, особенностей их упругой анизотропии, положение не так благополучно. Ряд проблем позволяет решить разработанное нами новое направление исследований — акустополарископия твердого тела [1]. Достоинства и широта применения метода акустополарископии состоит в том, что в отличие от световых лучей ультразвук может проникать во все тела независимо от их толщины и прозрачности. Можно исследовать образцы рудных пород и минералов толщиной от 1 до 10 см, отобранные непосредственно в забое шахты, в выработке или на геологическом обнажении. Изменяя длину волны можно проследить строение среды на уровне минеральных зерен, их ассоциаций и горной породы в довольно большом объеме.

Для акустополаризационных определений и измерений скорости нами разработаны преобразователи, излучающие интенсивные, линейно-поляризованные чисто поперечные (сдвиговые) колебания и прибор акустополарископ [1]. Наиболее часто применяется акустополарископ с поворотной платформой [2]. Его принципиальная схема не отличается от схемы известных оптических поляризаторов [3].

На первом этапе измерения проводят при параллельных векторах поляризации излучателя и приемника колебаний (положение ВП). Измеряются амплитуды колебаний, прошедших образец. На втором этапе векторы поляризации преобразователей устанавливаются под прямым углом (положение ВС). Результатом измерений являются акустополариграммы ВП и ВС - круговые диаграммы изменения амплитуды огибающей импульса в пределах полного угла поворота поворотной платформы. По акустополариграммам ВП определяется наличие и степень проявления эффекта линейной акустической анизотропии поглощения (ЛААП) [1]. Акустополариграммы, полученные в положении ВС, позволяют определить число и направленность проекций элементов упругой симметрии анизотропного образца, выявить наличие явления деполаризации сдвиговых волн (ДСВ) [2].

Акустополярископия некоторых минералов

Нами были выполнены акустополяризационные определения упруго-анизотропных и поглощающих свойств ряда порообразующих минералов [2].

В качестве примера на рис. 1 представлены акустополяриграммы кубических образцов нефрита, ортоклаза и микроклина, полученные в трех взаимноперпендикулярных направлениях.

Образец нефрита Nefr-033, подготовленный к измерениям, отличала сравнительно высокая однородность и отсутствие посторонних включений. Соответственно, очертания акустополяриграмм этого образца, рис. 1а, довольно близки к теоретически предсказанным для поперечно-изотропных сред [1].

Акустополяризационные определения ортоклаза показали, что взаимные углы между элементами симметрии в образце О-15b на всех трех гранях не отличаются практически от прямого. Для ортоклаза свойственно проявление высокой степени эффекта линейной акустической анизотропии поглощения (ЛААП) [1]. На акустополяриграммах, рис. 1b, этот эффект проявляется в уплощении диаграммы ВП вдоль одной из ее осей. Впервые эффект линейной акустической анизотропии поглощения нами обнаружен в кристаллических породах Кольского полуострова и Урала [1].

Образцы микроклина М-1 и М-2 были изготовлены таким образом, чтобы кристаллографическая ось [001] совпадала с направлением 1-1' нормали к грани куба, а ось [010] - с направлением 2-2'. Полученные при скрещенных векторах поляризации акустополяриграммы показывают, что направленность проекций элементов упругой симметрии практически перпендикулярна граням образцов (рис. 1с, 1d). Проекция элементов упругой симметрии наблюдаются во всех трех взаимно перпендикулярных направлениях. Поэтому можно утверждать, что микроклин обладает типом упругой симметрии не выше орторомбического. Результаты определений свидетельствуют о весьма широком диапазоне проявления эффекта ЛААП в микроклинах. На гранях 1 и 3 этих образцов при параллельных векторах поляризации зарегистрированы акустополяриграммы ВП, размер которых вдоль направления 2 значителен, а вдоль направлений 1 и 3 - мал. Судя по направленности наибольших размеров акустополяриграмм ВП граней 1-1' и 3-3', в образцах М-1 и М-2 зарегистрирован линейный тип проявления этого эффекта [2].

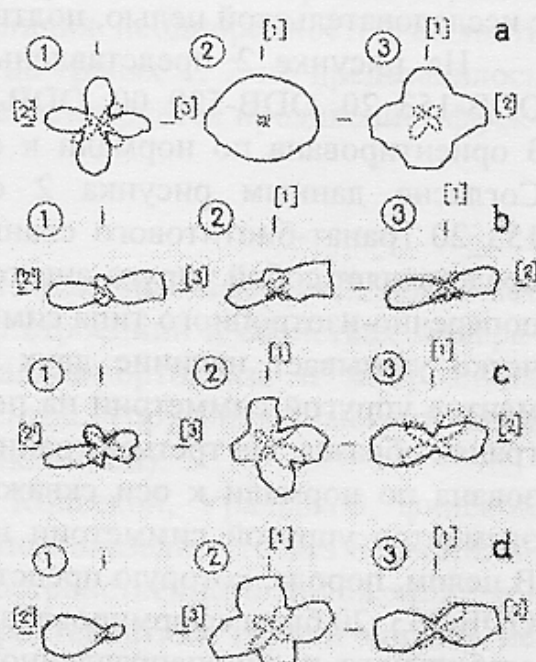


Рис. 1. Акустополяриграммы образцов минералов: нефрита (а), ортоклаза, обр. О-15b (b), микроклина, обр. М-1 (с) и микроклина, обр. М-2 (d). Сплошная линия – векторы параллельны, пунктир – скрещены.

Акустополярископия кристаллических пород

Ранее выполненные исследования показали, что упругая анизотропия метаморфизованных кристаллических пород чаще всего является следствием длительно действующих палеонапряжений [2]. Анализ акустополяриграмм образцов пород, залегающих по разрезу финской скважины Оутокумпу, пробуренной с исследовательской целью, подтверждает такой вывод.

На рисунке 2 представлены акустополяриграммы кубических образцов ODB-153_20, ODB-599_00, ODB-1101_30, ODB-1414_75, ODB-2155_15. Грань 3 ориентирована по нормали к оси скважины. Согласно данным рисунка 2 образец ODB-153_20 гранат-биотитового сланца с графитом представляет собой упруго-анизотропную среду поперечно-изотропного типа симметрии. На это четко указывает наличие двух проекций элементов упругой симметрии на первой и второй гранях образца. На третьей грани, которая образована по нормали к оси скважины, проекции элементов упругой симметрии не выявляются. В целом, порода, которую представляет образец ODB-153_20 была сформирована под действием стабильного и однонаправленного поля палеонапряжений.

Другой образец гранат-биотитового сланца с графитом, ODB-599_00 представляет упруго-анизотропную среду орторомбического типа симметрии, на что указывает наличие двух проекций элементов упругой симметрии на всех трех гранях образца. Наличие этих проекций на третьей грани свидетельствует о том, что кроме литостатической составляющей поля палеонапряжений определенная доля палеотектонических сил также принимала участие в формировании упругой симметрии породы.

Образец биотит-мусковитового сланца с прожилками гипс-карбонатного состава ODB-1101_30 представляет собой упруго-анизотропную среду орторомбического типа симметрии. Однако главным отличием этого образца от ODB-599_00 является существенное проявление эффекта линейной акустической анизотропии поглощения (ЛААП). По-видимому, наличие большого количества слюды и прожилки гипс-карбонатного состава являются причиной наличия эффекта ЛААП в этом образце. Акустополяриграммы серпентинита, образец ODB-1414_75 (рис. 2) указывают на проявление неоднородностей и упругой анизотропии в его структуре. Этот образец также представляет упруго-анизотропную среду с типом симметрии, близким к орторомбическому. Данную породу можно считать слабоанизотропной, неоднородной, с проявлением эффекта ЛААП на грани 2.

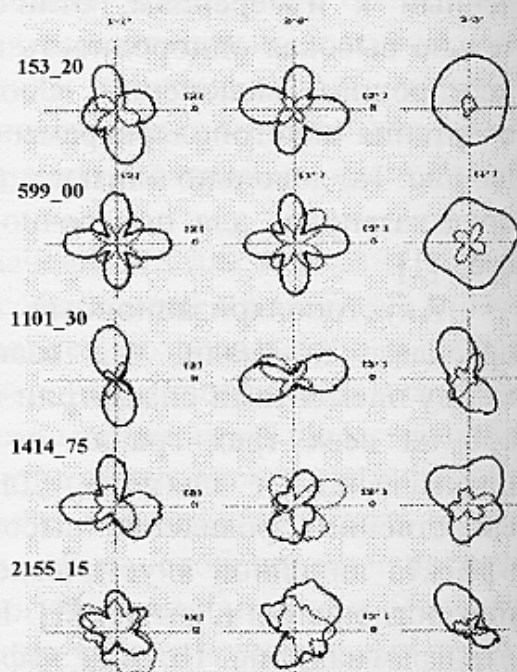


Рис. 2. Акустополяриграммы образцов пород, извлеченных из скважины Оутокумпу. Акустополяриграммы ВП очерчены темной линией, ВС – светлой.

Образец ODB-2155_15 мусковитового пегматита с гранитом обнаруживает, помимо неоднородностей в его строении, проявление эффекта деполяризации сдвиговых (поперечных) волн (ДСВ) [2]. При его проявлении наблюдаются аномально большие амплитуды проходящих колебаний, зарегистрированные при скрещенных векторах поляризации на диаграммах 1 и 2 граней образца, рис. 2. Из-за проявления эффекта ДСВ и наличия неоднородностей выявить ориентировку элементов упругой симметрии на гранях 1, 2 не представилось возможным. На третьей грани этого образца регистрируется проявление эффекта ЛААП.

Заключение

Разработанный нами метод, как показала практика измерений, позволяет получать большой объем новой информации о строении и свойствах минералов. Пример акустополяриграмм монокристаллов ортоклаза и микроклина показывает возможность определения элементов упругой симметрии сред средних и низших сингоний (триклинной, моноклинной).

Определения упругих свойств образцов Кольской, Уральской, финской ODB и др. сверхглубоких скважин, убедительно показали, что без первой стадии, - акустополяризационных измерений пространственного положения элементов упругой симметрии, анизотропные характеристики горной породы не могут быть получены корректно. Как показала практика измерений, элементы упругой симметрии могут не совпадать с элементами видимой слоистости (сланцеватости) и линейности образца.

Принципиально новым результатом исследований является открытие явлений: линейной акустической анизотропии поглощения и деполяризации сдвиговых волн, обнаруженных в порообразующих минералах и кристаллических породах.

Литература:

1. Горбачевич Ф.Ф. Акустополярископия горных пород. - Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 1995. - 204 с.
2. Горбачевич Ф.Ф. Акустополярископия порообразующих минералов и кристаллических пород. - Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2002. - 140 с.
3. Волкова Е.А. Поляризационные измерения. - М.: Изд-во Стандартов, 1974. - 156 с.
4. Акустополярископия горных пород [Электронный ресурс]: <http://acoustpol.narod.ru>