

Г. А. ГОРБАТОВ, И. С. СТОЛЯРОВ

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ
ДРОБЛЕННЫХ ГОРНЫХ ПОРОД ДЛЯ СУЖДЕНИЯ О ГЕНЕЗИСЕ
ГРАНИТОВ СЫСЕРТСКОГО МИГМАТИТОВОГО КОМПЛЕКСА
(СРЕДНИЙ УРАЛ)**

(Представлено академиком Д. С. Коржинским 4 V 1971)

Настоящая работа является продолжением исследований авторов в области практического применения диэлектрической проницаемости дробленых пород при геолого-петрографическом изучении гранитоидных комплексов Урала (¹). Методика измерений диэлектрической проницаемости (ϵ) была сохранена прежней, за исключением применения дополнительной промывки дистиллированной водой отобранной для измерений фракции 0,25—0,15 мм и ее просушивания при температуре $+100^\circ$ в течение 1 часа. Эта операция уменьшает загрязнение измерительного конденсатора пылевидными частицами и снижает дисперсию результатов измерений относительно среднего. Измерения ϵ производились иммерсионным способом по методу биений на диэлькометре при стабилизированной частоте 1 Мгц, при температуре 25° . В качестве нового объекта исследования был изучен сысертский мигматитовый комплекс Среднего Урала.

В структурном отношении рассматриваемый мигматитовый комплекс располагается в пределах зоны крупного Восточно-Уральского поднятия, приурочиваясь к Сысертско-Ильменогорскому мегантиклинорию. Согласно данным Г. А. Кейльмана (²), наиболее древним образованием в районе является верхнепротерозойский шумихинский гнейсовый комплекс, сложенный разнообразными гнейсами и кристаллическими сланцами. Выше по разрезу залегают отложения амфиболито-кварцитовая черновской свиты, перекрывающиеся сысертской карбонатно-сланцевой свитой. Нормальные граниты сысертского комплекса — самые поздние образования палеозоя, соответствующие нижнепермскому возрасту. Обычно они образуют малые интрузии и дайкообразные тела. Наибольшее развитие граниты имеют среди гнейсов Шумихинского и Иткульского полей, представляющих собой зоны проявления высоких ступеней метаморфизма амфиболитовой фации в пределах сысертского мигматитового комплекса.

Генезис гранитов магматитовых (гранито-гнейсовых) комплексов различными исследователями трактуется по-разному. Авторы данной работы вслед за Г. А. Кейльманом (³) связывают генезис гранитов сысертского мигматитового комплекса с процессами анатектического выплавления гранитного материала из высокометаморфизованных вмещающих толщ.

Макроскопически граниты представляют собой от мелко- до среднезернистых светлые, светло-серые, буроватые, нередко разгнейсованные породы. Граниты — двуслюдяные, биотитовые и лейкократового облика, нередко с красновато-бурными зернами граната. Состав гранитов может варьировать в значительных пределах, в среднем характеризуясь следующими значениями (%): кварц 30 ± 5 , плагиоклаз (преимущественно средний олигоклаз) $30 - 35 \pm 10$, микроклин $25 - 30$, биотит + мусковит 5 ± 4 . В разностях, обогащенных биотитом, часто наблюдаются эпидот и хлорит — до 1,5%. Акцессорные минералы представлены сфеном, апатитом, цирконом, магнетитом, гранатом — от 0,1 до 1—2%.

Как было отмечено, граниты в виде разнообразных жильных тел особенно часто наблюдаются среди высокометаморфизованных кристаллических сланцев и гнейсов Шумихинского поля. Петрохимическое изучение указанных вмещающих пород, отвечающих амфиболитовой фации метаморфизма, позволило паметить последовательность перехода внутри этой фации от пород низких ступеней метаморфизма к более метаморфизованным. В целом этот переход выражается в увеличении зернистости пород от мелкозернистых (доли миллиметра — 1 мм) до среднезернистых (1—5 мм). Наблюдается также отчетливый привнос кремнезема, что выражается в заметном увеличении содержания кварца. Породы приобретают более лейкократовый облик, что вызвано резким уменьшением содержания биотита от 15—20% (пробы №№ 1, 2, 3) до 1—5% (пробы №№ 8, 9). Были проведены химические анализы в различной степени метаморфизованных вмещающих пород: пересчеты по методу Т. Барта дали следующие результаты:

Окисел	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO
Гнейс — проба № 5	64,20	0,95	16,22	1,92	3,38	0,10	1,90
Гранито-гнейс — проба № 9	73,32	0,21	14,78	0,44	1,26	0,07	0,60

Окисел	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	F	H ₂ O	П.п.п.	Сумма
Проба № 5	4,00	4,47	2,00	0,29	0,04	0,90	—	10,37
Проба № 9	1,78	4,04	2,60	0,15	0,03	0,52	—	9,83

Пересчет результатов по методу Барта показал:

Элемент	K	Na	Ca	Mg	Fe ³⁺	Fe ²⁺	Al	Ti	Si	P	S
Проба № 5	22	76	38	25	13	26	169	6	567	3	0
Проба № 9	29	68	16	8	3	9	149	2	628	1	0

Как видно, при переходе к гранито-гнейсам наблюдается привнос К и Si и вынос Na, Ca, Mg, Fe³⁺, Fe²⁺, Al и Ti. Наблюдающиеся изменения

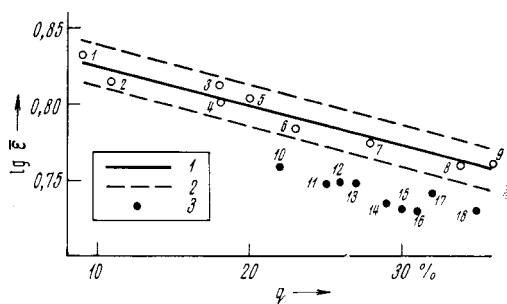


Рис. 1. График зависимости диэлектрической проницаемости дробленых пород от содержания в них кварца. 1 — линия регрессии гнейсов (пробы №№ 1—9); 2 — 95%-е доверительные границы линии регрессии гнейсов; 3 — гранитов (пробы №№ 10—18)

химизма пород при возрастании степени метаморфизма хорошо согласуются с отмеченными выше изменениями их вещественного состава. На основании геологических и петрохимических исследований анализированные породы располагаются в следующем порядке по степени увеличения метаморфизма:

I. Гнейсы, обогащенные биотитом (15—20%), почти не содержащие мусковита, — пробы №№ 1, 2.

II. Биотитовые гнейсы (10—15% Bi) с небольшим содержанием мусковита (1—2%) — пробы №№ 3—6.

III. Двуслюдяные гнейсы — проба № 7.

IV. Гранито-гнейсы — пробы №№ 8, 9 (от предыдущих пород отличаются более лейкократовым гранитовидным обликом).

Диэлектрическая проницаемость была измерена на 9 пробах вышеописанных гранитов и 9 пробах вмещающих пород. Усредненные результаты измерений $\lg \epsilon$ и нанесены на график (рис. 1), на котором по оси ординат отложены $\lg \epsilon$, а по оси абсцисс — содержание в породах кварца, характеризующегося наименьшей величиной ϵ среди породообразующих минералов. Такой принцип графического изображения результатов измерений ϵ пород, как было показано ранее (1), четко отражает характер изменения

ϵ пород, обусловленного закономерными изменениями их вещественного состава. Как видно на рис. 1, комплекс вмещающих метаморфических пород образует четкое поле точек, вытянутое в направлении от обогащенных биотитом гнейсов к гранито-гнейсам лейкократового облика. Последовательное уменьшение ϵ носит закономерный характер, который выражается уравнением регрессии, вычисленным по методу наименьших квадратов, $\lg \epsilon = 0,8503 - 0,00257q \pm 0,00535$, где q — содержание кварца в породе. Все вмещающие породы располагаются внутри 95%-х доверительных границ линии регрессии.

Из рис. 1 видно также, что граниты сысертского мигматитового комплекса образуют самостоятельное поле точек, находящихся на значительном удалении от доверительных границ линии регрессии. Такое положение гранитов относительно поля вмещающих пород свидетельствует о том, что они не являются продуктом последовательного изменения вмещающих пород в процессе метаморфизма. Указанное расположение гранитов на графике согласуется с представлением о селективном выплавлении гранитного материала в последующей его кристаллизации из вмещающих гнейсов. Из того, что в плавление вовлекалась прежде всего калийная часть гнейсов, т. е. минералы, мало отличающиеся по величине ϵ от кварца, становится понятным положение гранитов на графике ниже линии регрессии ϵ гнейсов.

Относительно закономерное расположение точек в поле гранитов (примерно параллельное линии регрессии ϵ гнейсов) отражает вариации в их составе. Так, граниты, содержащие около 5% биотита (пробы №№ 11—13, 17), характеризуются более высоким значением ϵ по сравнению с лейкократовыми гранитами (пробы №№ 15, 16, 18). Однако указанная закономерность не может служить основанием для проведения линии регрессии ϵ в поле гранитов, так как, по геологическим данным, исследованные граниты не связаны между собой переходами.

Определенный интерес представляет положение на графике разгнейсованного гранита № 10. Более высокое значение ϵ этого гранита определяется его обогащенностью биотитом, которое нужно связывать с положением данного разгнейсованного гранита в зоне эндоконтакта. Подобные разгнейсованные граниты по внешнему облику могут в ряде случаев напоминать гранито-гнейсы метаморфического комплекса. Использование в таких случаях приведенного графика может дать дополнительную информацию к общим геолого-петрохимическим и геохимическим исследованиям для установления первичной природы гранито-гнейсов.

Таким образом, выполненные измерения ϵ пород и построение графика в координатах $\lg \epsilon - q$ дали определенный материал для суждения о генезисе гранитов сысертского мигматитового комплекса. Наряду с общегеологическими исследованиями измерения ϵ могут быть применены для отличия разгнейсованных гранитов от гранито-гнейсов вмещающих толщ.

Всесоюзный научно-исследовательский
институт минерального сырья
Москва

Поступило
13 IV 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ Г. А. Горбатов, И. С. Столяров, ДАН, 197, № 1 (1971). ² Г. А. Кейльман, Сов. геол., № 6 (1958). ³ Г. А. Кейльман, В кн. Магматизм, метаморфизм, металлогения Урала, 3, Свердловск, 1963.