

Н. З. ТЕР-ДАВТЯН

КОРРЕЛЯЦИОННАЯ СВЯЗЬ ПОРИСТОСТИ ИГНИМБРИТОВ
С ДРУГИМИ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Известно, что пористость является тем свойством горных пород (и осадочных, и эффузивных, и интрузивных, и метаморфических), в зависимости от которого меняются многие другие петрофизические параметры [2, 3 и др.]. Ввиду этого обстоятельства несомненный интерес представляет выявление этих взаимосвязей в игнимбритах, занимающих обособленное положение по характеру извержения и отложения, тем более, что исследования такого рода не проводились. Результатам изучения связи пористости с минеральной плотностью (σ), скоростью распространения продольных волн в сухих (v_{pc}) и водонасыщенных (v_{pn}) образцах, удельным электрическим сопротивлением (ρ), естественной остаточной намагниченностью (I_n) и магнитной восприимчивостью (χ) посвящено предлагаемое сообщение.

Были изучены наиболее распространенные петрографические типы по К. Г. Шприняну [4] (еревано-ленинканский, пламенный, арктический) и слагаемые ими наиболее распространенные покровы игнимбритов верхнеплиоцен-нижнеплейстоценового [1] и плейстоценового возраста.

Исследуемые различные типы игнимбритов охарактеризованы по мощности потоков 18-ю разрезами, в каждом из которых отобрано не менее 25 образцов. Измерение скорости распространения продольных волн, удельного электрического сопротивления, плотности и пористос-

Таблица 1

Коэффициенты корреляции K_n с σ , K_n с v_{pc} , K_n с v_{pn} , K_n с ρ , K_n с I_n , K_n с χ

Типы игнимбритов, возраст и местонахождение разрезов	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6
Верхнеплиоцен-нижнеплейстоценовый, Спитак, ЕЛТ	-0.7506	-0.2602	-0.1834	0.2331	-0.0481	0.0419
Плейстоценовый						
1 Агарак, ПТ	-0.8179	0.0268	-0.5307	-0.7864	-0.5652	0.0835
Вохчаберт, ЕЛТ	-0.029	0.0154	0.0367	-0.0364	-0.1355	0.1674
Джрзеж, ЕЛТ	-0.9877	-0.9297	-0.9523	-0.8885	-0.7891	-0.07
Арамус, ЕЛТ	-0.9958	-0.9362	-0.3780	-0.9595	-0.3753	-0.3206
2 Мансян, ЕЛТ	-0.3439	-0.5222	-0.3179	-0.8946	-0.08	-0.3949
Спитак, ЕЛТ	-0.9763	-0.4665	0.8618	-0.9413	-0.7985	-0.6466
Мармашен, ЕЛТ	-0.5505	-0.1563	-0.3094	-0.1179	-0.4188	-0.6088
Апнагюх, ПТ	-0.9329	-0.4206	-0.7359	-0.5960	-0.6167	-0.5772
3 Бюракан, ПТ	-0.98	-0.0057	0.118	0.308	0.3307	0.2035
Пемзашен—1	-0.9989	-0.9498	-0.9663	-0.9601	0.1735	-0.2203
Пемзашен—2	-0.9665	-0.7266	-0.923	-0.773	-0.2133	-0.4262
4 Аргик—1	-0.9164	-0.2148	-0.5865	-0.3824	—	—
Артик—2	-0.8609	0.4787	0.1974	-0.6105	—	—
Туфашен	-0.8734	-0.7164	-0.6168	-0.7321	—	—
Талиш, ПТ	-0.0486	0.3463	-0.0491	-0.7119	-0.4433	0.1367
5 Ст. Кармрашен, ЕЛТ	-0.9271	-0.8154	-0.595	-0.6446	-0.5859	-0.6611
Разв. с. Аралых, ПТ	0.2846	-0.0721	-0.0137	-0.5923	-0.1817	-0.2013

Примечание: R_1 —коэфф. кор. пористости с плотностью; R_2 —со скоростью распространения продольных волн в сухих образцах. R_3 —то же в водонасыщенных образцах; R_4 —с параметром пористости, R_5 —с естественной остаточной намагниченностью, R_6 —с магнитной восприимчивостью; 1, 2, 3, 4, 5—последовательность отложения покровов игнимбритов (по К. И. Карапетяну).

ти производилось в лаборатории петрофизических исследований Ереванского гос. университета, а естественной остаточной намагниченности и магнитной восприимчивости—в ИФЗ АН СССР, по общепринятой методике [3].

Используя сведенные в таблицу 1 данные, рассмотрим корреляционные связи пористости с каждым из измеренных параметров.

Корреляция пористости с плотностью в подавляющем большинстве случаев отрицательная и, в общем, сильная ($R_1 = -0,7506 \div -0,9989$); в некоторых случаях—слабая ($R_1 = -0,3439$, Мансян, ЕЛТ* и $R_1 = -0,5605$, Мармашен, ЕЛТ) и очень слабая ($R_1 = -0,029$, Вохчаберд, ЕЛТ), а в одном случае—положительная слабая ($R_1 = 0,2846$, разв. с. Аралых, ПТ). Как видно из приведенных данных, корреляционная связь пористости с плотностью не зависит от петрографического типа игнимбритов.

Корреляция пористости со скоростью распространения продольных волн в сухих образцах выражена слабо. Только в одной трети случаев корреляционная связь сильная ($R_2 = -0,7163 \div -0,9488$), в 4-х случаях—слабая ($R_2 = -0,4206 \div -0,5563$), в 4-х случаях—очень слабая ($R_2 = -0,0057 \div -0,2602$) и в 4-х случаях—положительная слабая и очень слабая ($R_2 = 0,0154 \div 0,4787$). Причем, положительная (аномальная) корреляционная связь наблюдается в 2-х случаях в игнимбритах ПТ и по одному—в ЕЛТ и АТ. В этом случае также степень корреляционной связи не зависит от петрографического типа игнимбритов.

Корреляция пористости со скоростью распространения продольных волн в водонасыщенных образцах выражена слабее, чем с $v_{рс}$. В 4-х случаях из 18-и наблюдается сильная корреляция ($R_3 = -0,7359 \div -0,9663$), в 7-и случаях—слабая ($R_3 = -0,3094 \div -0,6188$), в 3-х случаях—очень слабая ($R_3 = -0,0137 \div -0,1834$). В 3-х случаях наблюдается очень слабая положительная (аномальная) корреляция ($R_3 = 0,0367 \div 0,1974$), а в одном—даже сильная положительная ($R_3 = 0,8618$, Спитак, ЕЛТ).

Здесь также степень корреляции не зависит от петрографического типа игнимбритов.

Корреляция пористости с удельным электрическим сопротивлением, точнее с параметром пористости, выражена несколько сильнее, чем с v_p : в 8-и случаях (почти половина) корреляционная связь сильная ($R'_4 = -0,7119 \div -0,9601$), в 5-и случаях—слабая ($R_4 = -0,3824 \div -0,6446$), в 2-х случаях—очень слабая ($R_4 = -0,0364 \div -0,1179$). В 3-х случаях из 18-и—положительная слабая ($R_4 = 0,2331 \div 0,5923$), наблюдается в игнимбритах ЕЛТ и ПТ. Степень корреляции, как и в предыдущих случаях, не зависит от петрографического типа игнимбритов.

Корреляция пористости с естественной остаточной намагниченностью выражена несравненно слабее, чем с σ , $v_{рс}$, $v_{рн}$, P_n . В 2-х случаях корреляционная связь сильная ($R_5 = -0,7891 \div -0,7985$, ЕЛТ), в 5-и случаях—слабая ($R_5 = 0,3753 \div -0,6167$), в 2-х случаях—очень слабая ($R_5 = -0,08 \div 0,2133$). В 3-х случаях наблюдается аномальная положительная слабая корреляция ($R_5 = 0,1725 \div 0,5652$). Здесь также степень корреляционной связи не зависит от петрографического типа игнимбритов.

Наиболее слабая корреляция наблюдается между пористостью и магнитной восприимчивостью. В 9-и случаях—слабая ($R_6 = -0,2053 \div -0,6611$), в одном случае—очень слабая ($R_6 = -0,07$). В 5-и случаях наблюдается положительная слабая корреляционная связь ($R_6 = 0,0419 \div 0,2035$). В этом случае также степень корреляционной связи не зависит от петрографического типа игнимбритов.

* Здесь и далее приняты следующие сокращения: ЕЛТ—игнимбриты еревано-ленинканского типа, ПТ—пламенного типа и АТ—артийского типа.

Анализируя корреляционную связь пористости с другими петрофизическими параметрами, можно сказать, что наиболее сильная корреляция наблюдается между пористостью и плотностью. И это естественно, т. к. плотность обусловлена вещественным составом породы и ее пористостью. Поскольку вещественный состав игнимбритов в качественном и количественном отношении, за редким исключением, выдержан, то и сильная корреляция между плотностью и пористостью постоянна практически для всех игнимбритов.

Такие параметры как скорость распространения продольных волн, параметр пористости, естественная остаточная намагниченность и магнитная восприимчивость, в общем, плохо коррелируются с пористостью: величина коэффициента корреляции варьирует в широком диапазоне—от $-0,07$ до $-0,9601$, кроме того R принимает и положительные значения (также со значительной вариацией—от $0,0154$ до $0,8618$).

Наиболее слабая корреляция наблюдается между пористостью и остаточной намагниченностью, пористостью и магнитной восприимчивостью. Это также вполне объяснимо, т. к. решающее влияние на магнитные свойства породы оказывает химический состав и количество ферромагнетика, и только в некоторой степени ее структура, в том числе—пористость.

Что касается корреляции между пористостью и v_p , пористостью и параметром пористости, она, вопреки ожиданию [2, 3 и др.], проявилась слабо, в некоторых случаях—очень слабо. В единичных случаях наблюдается даже положительная корреляционная связь. Такая закономерность говорит о том, что пористость не является доминирующим, определяющим фактором, от которого зависят все остальные физические параметры, а является одним из тех элементов структуры, которые оказывают суммарное воздействие на то или иное физическое свойство игнимбритов.

Здесь особо нужно оговорить поведение игнимбритов арктического типа. В большей их части наблюдается отрицательная сильная корреляционная связь пористости с σ , $v_{рс}$, $v_{рн}$ и P_n . Взаимосвязи этих параметров такие же, как в эффузивах, т. е. в значительной степени и главным образом перечисленные параметры зависят от пористости [2, 3 и др.].

Таким образом, слабое влияние пористости на другие петрофизические параметры характерно для игнимбритов разного возраста, разных петрографических типов и химического состава (табл. 1), что позволяет распространить предположение о конъюнктурной роли пористости в общей структуре породы на игнимбриты вообще.

Подводя итог всему изложенному, следует сказать, что наблюдаемые слабые корреляционные связи пористости с другими петрофизическими параметрами, видимо, обусловлены взаимодействием многих факторов, влияющих на окончательное формирование структуры игнимбритов. Это приводит зачастую к самым неожиданным и, казалось бы, парадоксальным результатам (как например, образование наиболее пористых игнимбритов в средней части потоков). Иными словами, кроме вещественного состава на петрофизические свойства игнимбритов влияет их структура, сложившаяся под воздействием многих факторов, в том числе, геофизических полей. Пористость, являясь одним из элементов этой структуры, не всегда играет в ней доминирующую роль, что и отражается на степени ее корреляции с другими петрофизическими параметрами.

И последнее—хорошая (по сравнению с другими типами) корреляция пористости с другими петрофизическими параметрами в игнимбритах арктического типа, по-видимому, обусловлена тем, что перерожденная структура их наиболее близка к структуре эффузивов, поэтому пористость в них имеет совершенно иной характер, чем в игнимбритах

еревано-ленинканского типа *.

Основываясь на характере корреляционной связи пористости с другими петрофизическими параметрами, можно заключить, что игнимбриты и в этом аспекте занимают обособленное положение, отличное от остальных типов пород (осадочных, эффузивных, интрузивных, метаморфических).

Институт геологических наук
АН АрмССР

Поступила 28.XII 1987.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каралетян К. И., Солодовников Г. М. Новые данные о возрасте и стратиграфии игнимбритов Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987, № 2, с. 24—30.
2. Состав, физические свойства и вопросы петрогенезиса новейших вулканических образований Армении—М. И. Толстой, К. Г. Ширинян, Н. М. Остафийчук и др.—Изд. АН АрмССР, Ереван, 1980, 322 с.
3. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика). Справочник геофизика (Под ред. Н. Б. Дортман)—М.: Недра, 1984, 455 с.
4. Ширинян К. Г. Вулканические туфы и туфолавы Армении. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1961, 160 с.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, 1989, XLII, № 2, 70—72

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 550.834

С. Р. ПАЙЛЕВАНЯН

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД УЛЬТРАЗВУКОВЫМ МЕТОДОМ

Распространение упругих колебаний в горной породе рассматривается как энергетический процесс. По мере распространения в среде интенсивность волны уменьшается в результате того, что встречающиеся на пути волны препятствия способны отразить, рассеять или поглотить энергию упругих волн. Уменьшение интенсивности упругой волны вследствие этих явлений является частотнозависимым.

Если в одной точке горного массива будут последовательно возбуждаться упругие колебания на различных частотах, но одинаковой амплитуды, а в другой на значительном расстоянии от первой, много большем длины упругой волны ($l_{\text{min}} > 5\lambda$), они будут приниматься, то при равномерной частотной характеристике электроакустического тракта и неизменности излучателя, амплитуда принимаемых колебаний будет изменяться с изменением частоты. Это эффект фильтрующего действия реальных сред, в том числе следующих факторов:

- частотная зависимость поглощения энергии упругих колебаний;
- интерференция в слоистой среде упругих волн (продольных, поперечных, объемных), зависящая от отношения толщины слоев к длине волны и угла падения на слой;
- различие акустических жесткостей слоев;
- рассеяние энергии упругих колебаний на мелких неоднородностях и шероховатостях поверхностей раздела слоев, зависящих от соотношения длины волны и размеров неоднородностей.

Вследствие анизотропии каждая частица горной породы имеет свои прочностные и акустические характеристики, не сходные с таки-

* В игнимбритах автором выделено три типа пористости: 1—интерстиционный (пространство между пепловыми частицами, а также между ними и кристаллами, ксенолитами и фьямме); 2—везикулярный (газовые пузырьки); 3—трещиноватый (перлитовые и контактовые трещинки), особенно отчетливо проявляющийся при механической обработке.

В игнимбритах ЕЛТ пористость складывается из первого и третьего, в АТ—преимущественно второго, а в ПТ—всех трех типов.