

**С. В. НИКОЛАЕВ**

**ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА  
ВЕРХНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ ИГНИМБРИТОВ И ТУФОЛАВ  
ЧАТКАЛО-КУРАМИНСКОЙ ЗОНЫ**

*(Институт геологии рудных месторождений, петрографии,  
минералогии и геохимии АН СССР)*

Необходимость более глубокого изучения физико-механических свойств горных пород в последние годы начинают признавать все более широкие круги советских и зарубежных геологов.

Если раньше физические и механические свойства горных пород представляли интерес главным образом для горного и строительного дела, то в настоящее время разносторонние и точные данные об этих свойствах необходимы для решения многих вопросов тектонофизики, структурной геологии, рудничной геологии и др.

Углубление наших знаний о физических и механических свойствах эффузивных пород, несомненно, будет способствовать решению некоторых вопросов также и в вулканологии. К сожалению, физико-механические свойства эффузивных пород изучены пока еще крайне слабо.

В данной статье приводятся некоторые материалы по физико-механическим свойствам верхнепалеозойских игнимбритов и близких к ним по химико-минералогическому составу пород, широко распространенных в пределах Чаткало-Кураминской зоны. Поскольку геологическое строение и детальная петрографическая характеристика пород этого района многократно описаны в литературе, специально останавливаться на этих вопросах нет необходимости. Следует лишь отметить, что впервые игнимбриды и туфолавы Кураминского хребта были детально описаны И. М. Воловиковой (1957), а также О. М. Борисовым (1956), Б. Л. Рыбаловым (1957), А. Е. Толкуновым (статья публикуется в настоящем сборнике) и др.

Игнимбриды и туфолавы изучались нами в связи с исследованиями, проводившимися в Институте геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии АН СССР под руководством проф. Б. В. Залесского по выяснению влияния физико-механических свойств пород на распределение толщ металлического оруденения. Для сравнительной оценки приводятся также данные по кварцевым порфирам интрузивного типа (Самгарский массив) и пористым разностям туфов кварцевых порфиров и фельзитов, подстилающих толщи игнимбритов.

Определение физико-механических свойств пород производилось на ядрах колонкового бурения или крупных блоках-монолитах, отобранных из наиболее типичных разностей пород, не затронутых выветриванием (табл. 1).

Эффективная пористость пород определялась после суточного принудительного водонасыщения, упругие параметры — при помощи проволочных датчиков сопротивления (Беликов, 1961).

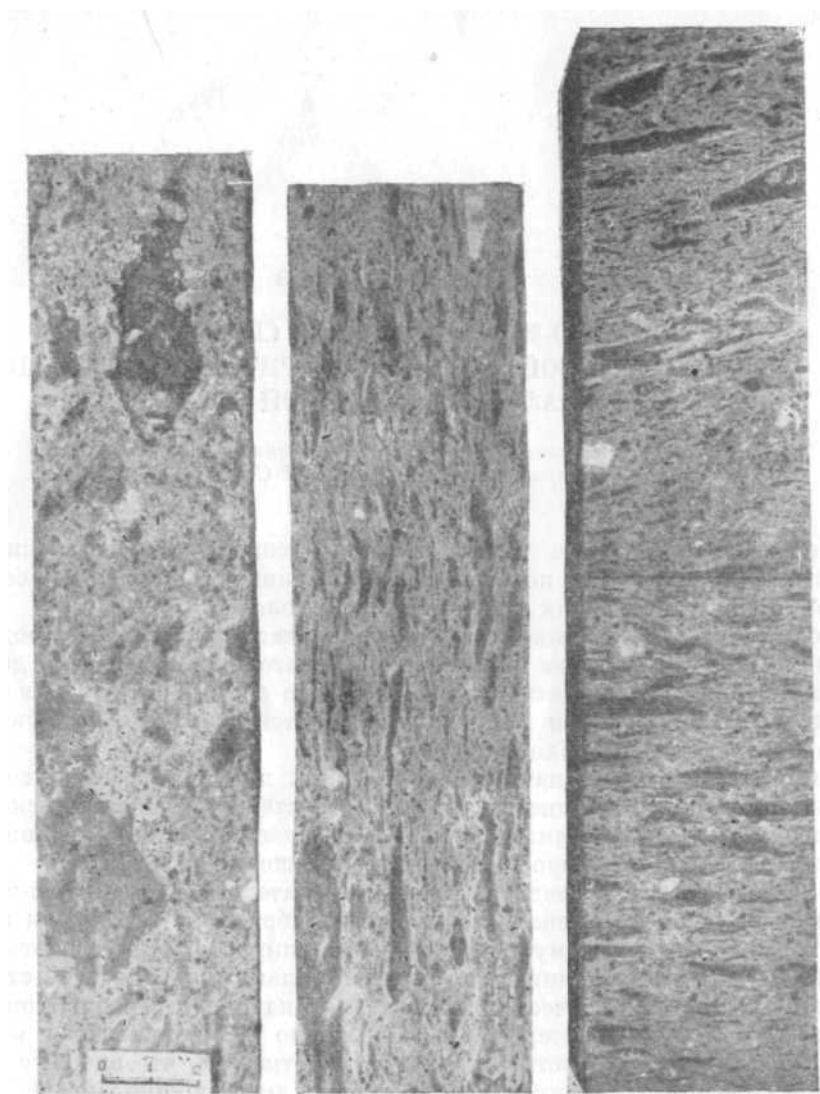


Рис. 1. Проба № 4234. Пришлифованная поверхность образцов игнимбрита в трех взаимноперпендикулярных направлениях. (Подошва игнимбритового горизонта)

С целью выяснения анизотропии физико-механических свойств пород испытывались строго ориентированные образцы. Особенно это касается игнимбритов (пр. № 4234, рис. 1), на примере которых этот вопрос изучался специально. Ниже приводится краткое описание пород.

Игнимбриты кварцевых порфиров слагают довольно мощную толщу (100—250 м), имеющую относительно ровную поверхность кровли и нередко обнажающуюся в виде почти вертикальных обрывов — (рис. 2). Иногда в толще игнимбритов наблюдается четко выраженная столбчатая отдельность с размерами столбов от 15 до 20 см, до 1,5 —

2,0 м в поперечнике, ориентированные перпендикулярно псевдофлюидалной текстуре. По внешнему виду это темно-коричневые плотные породы с характерными линзовидными включениями (фьямме), имеющими субпараллельную ориентировку и четко выделяющимися более темной окраской. Размер линзовидных включений в длину 2—5, реже 10—15 см.

Встречаются также многочисленные обломки (размером 0,4—3,0 мм) кристаллов кварца с округлыми очертаниями, калиевого полевого шпата, кислого плагиоклаза, а также обломки (0,5—2 см) раскристаллизованного стекла фельзитов и кварцевых порфиров. Линзовидные включения представлены раскристаллизованым стеклом. Цементирующая масса микрофельзитовая, нередко вторично окварцованная, имеет четко выраженную псевдофлюидалность.

В игнимбритах отмечается пелитизация полевых шпатов, вторичное окварцевание и слабая серитизация.

Т у ф о л а в ы к в а р ц е в ы х п о р ф и р о в характеризуются пробами из толщи мощностью 10—30 м, залегающих ниже игнимбритов. В отличие от последних туфолавы характеризуются меньшим содержанием пирокластического материала и четко выраженной флюидалной текстурой. Туфолавы — плотные породы коричневого или серого цвета с включениями обломков кристаллов и вмещающих пород, имеющих угловатые формы. Под микроскопом туфолавы представлены бурым флюидалным стеклом, содержащим обломки кварцевых порфиров, фельзитов и раскристаллизованного стекла, а также обломки кристаллов (калиевого) полевого пшата, кварца и кислого плагиоклаза. Обломки составляют 20—40% объема породы. Форма обломков угловатая. В пробе № 2495 обломочного материала около 50%.

И туфолавах отмечается довольно интенсивная карбонатизация цементирующей массы, а также пелитизация калиевых полевых шпатов.

К в а р ц е в ы е порфиры — это кирпично-красные плотные породы спорфировой структурой. Вкрапленники представлены калиевым полевым шпатом, кварцем и реже кислым плагиоклазом и биотитом. Размер вкрапленников 1—3 мм. Основная масса (занимает 60—70% площади

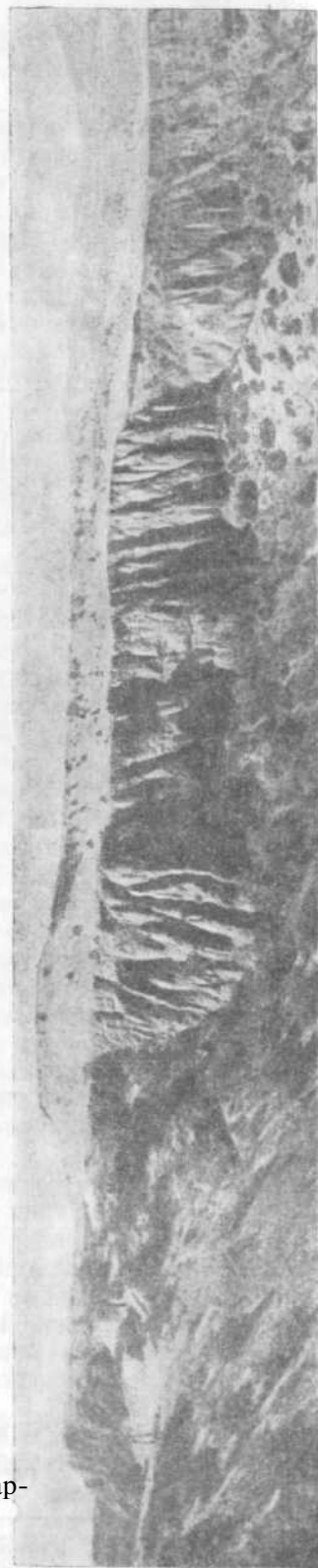


Рис. 2. Отвесные образцы 100-метровой толщи игнимбритов на тавакском плато в Восточном Казахстане

Физико-механические свойства пород

Таблица 1

Лабораторный номер 214	Места отбора проб	Ориентировка образцов	Объемный вес (г/см <sup>3</sup> )	Пористость эфф. (%)	Прочность на сжатие (кг/см <sup>2</sup> )	Твердость по Шору	Модуль Юнга ×10 <sup>6</sup> (кг/см <sup>2</sup> )	Коэффициент Пуассона
<i>Неимбриты кварцевых порфиров</i>								
4234	Предгорья Чаткальского хребта	II по флюидалности	2,41	7,2	2480	88	5,05	0,17
4234	То же	I » »			3150	92	3,52	0,14
4236	»	II » »	2,50	4,3	2450	90	6,33	0,22
2491	Восточный Карамазар		2,44	8,3	2300	81	4,16	0,22
4232	Предгорья Чаткальского хребта		2,40	8,5	1370	90	—	—
Среднее			2,44	7,1	2350	88	4,76	0,19
<i>Туфоловы кварцевых порфиров</i>								
4223	Предгорья Чаткальского хребта	I по флюидалности	2,42	6,8	1650	80	—	—
4227	То же		2,45	5,4	1530	76	—	—
2495	Восточный Карамазар		2,54	5,7	1760	80	3,80	0,15
Среднее			2,47	6,0	1650	79	3,80	0,15
<i>Кварцевые порфиры</i>								
4154	Самгарский массив		2,54	1,9	3320	91	5,62	0,22
2770	»		2,57	1,7	3610	91	6,85	0,20
2787	»		2,50	3,0	3410	92	6,18	0,22
2784	Район месторожд. Алтын—Топкан		2,62	1,5	4090	92	6,56	0,22
2582	Восточный Карамазар		2,54	3,5	3700	94	6,00	0,22
Среднее			2,55	2,32	3630	92	6,24	0,22
<i>Туфы кварцевых порфиров и фельзитов</i>								
4216	Предгорья Чаткальского хребта		2,29	13,1	1080	50	—	—
4218	То же		2,14	17,8	1100	56	—	—
2474	Восточный Карамазар		2,45	14,3	650	66	1,91	0,10
2475	»		2,52	11,5	1150	52	0,94	0,14
2585	»		2,51	9,4	790	51	2,20	0,14
2477	»		2,50	9,4	470	57	1,48	0,14
2474	»		2,54	5,3	1620	60	2,63	0,07
4172	»		2,28	12,8	1190	65	2,81	0,14
Среднее			2,40	11,7	1010	57	1,99	0,12

Примечание. Определения проводились старшими лаборантами А. А. Андреевой, Е. А. Саниной, З. Г. Хаустовой.

шлифа) — микрофельзитовая. В пробе № 2582 многие вкрапленники кварца имеют округлые очертания, а в основной массе имеется точно рассеянный рудный минерал.

В кварцевых порфирах полевой шпат вкрапленников и основная масса пелитизированы, биотит хлоритизирован, иногда отмечается ожелезнение, а также слабая карбонатизация (Елисеев, 1958).

Туфы кварцевых порфиров и фельзитов характеризуются пористыми разностями, широко распространенными в пределах оясайской свиты Чаткало-Кураминской зоны. Пирокластический материал туфов представлен обломками кристаллов калиевых полевых шпатов, кварца, кислых плагиоклазов, роговой обманки, биотита, а также фельзитов, кварцевых порфиров и реже кварцевых сферолит-порфиров. Размер обломков обычно 0,5—2,0 мм. По объему обломки составляют 40—60% породы, форма их угловатая. Структура туфов преимущественно витрокристаллокластическая с пепловой структурой основной массы. Основная масса туфов интенсивно окварцована, карбонатизирована и хлоритизирована (Власова и Николаев, 1959).

### КРАТКИЕ ВЫВОДЫ

1. Изученные верхнепалеозойские игнимбриты и туфолавы характеризуются специфическим комплексом физико-механических свойств. Несмотря на существенное изменение первоначального облика этих пород вторичными процессами, различия в их свойствах достаточно велики, что подчеркивает решающее влияние на формирование физико-механических свойств и условий их образования. Особенно это четко проявляется при сравнении игнимбритов и туфолав с кварцевыми порфирами и туфами. Как видно из приведенных в таблице данных, по возрастанию прочностных и упругих показателей изученные породы распределяются в такой последовательности: туфы, туфолавы, игнимбриты, кварцевые порфиры.

2. Своеобразием условий образования игнимбритов обусловлена высокая анизотропия их физико-механических свойств. В зависимости от ориентировки относительно псевдофлюидальной текстуры, образцы игнимбритов при испытаниях показывают различия в прочностных и упругих показателях, достигающие  $\frac{1}{3}$  измеряемых величин. При этом анизотропия физико-механических свойств отмечается в трех взаимноперпендикулярных направлениях. Несомненно, некоторые особенности трещиноватости и характерные формы рельефа, присущие изученным игнимбритам, в значительной мере обусловлены их физико-механическими свойствами, а также анизотропией этих свойств.

3. Определенную роль физические и механические свойства игнимбритов оказывают и на характер распределения полиметаллического оруденения, широко проявленного в исследуемом районе. Показательно, что мощные толщи плотных игнимбритов, слагающие значительные площади, как правило оказываются безрудными. В то же время в нижележащих, обычно более пористых эффузивных породах известно значительное количество оруденелых участков, многие из которых имеют промышленное значение. Очевидно, в ряде случаев толщи игнимбритов играли экранирующую роль.

В заключение следует отметить, что изученные игнимбриты в несколько раз более плотные и прочные породы, чем аналогичные четвертичные образования Армении (Апагорцян, 1959). Столь резкое различие (в 4—10 раз) этих пород по физико-механическим свойствам вероятно можно объяснить как различной степенью их изменения, так и несколькими отличными условиями образования.

## ЛИТЕРАТУРА

- Ацагорцян З. А. Долговечность вулканических туфов Армении. Ереван, 1959.
- Беликов Б. П. Упругие и прочностные свойства горных пород.—Труды ИГЕМ, вып. 43, 1961.
- Борисов О. М. Палеоигнимбриты Кальканата.—Изв. АН Узб. ССР, 1956, № XI.
- М.И. Власова и С. В. Николаев. Пористость эффузивных пород Восточного Карамазара и ее влияние на локализацию полиметаллического оруденения — Вестник Моск. ун-та, серия геол., 1959, № 4.
- Воловикова И. М. Игнимбриты Кураминского хребта (Северный Тянь-Шань).—Труды Лабор. вулканол. АН СССР, вып. 14, 1957.
- Елисева О. Н. Акцессорные минералы и акцессорные элементы Самгарского интрузива кварцевых порфиров на южном склоне Кураминского хребта.—Узб. геол. журн., 1958, № 2.
- Рыбалов В. Л. О происхождении некоторых туфолов юго-западных отрогов Северного Тянь-Шаня.—Труды Лабор. вулканол. АН СССР, вып. 14, 1957.