

## ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОРОД КАДЖАРАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

© 1999 г. С. П. Саркисян

*Институт геологических наук НАН РА  
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна 24а, Республика Армения  
Поступила в редакцию 03.03.99.*

В статье приведены результаты исследований физико-механических свойств пород Каджаранского месторождения. На основе имеющихся данных рудовмещающие породы месторождения подразделены на четыре петрофизические группы, отличающиеся также ролью при локализации оруденения.

Впервые получены данные по петрофизическим обобщающим параметрам (температура Дебая и  $K_{пк}$  – комплексный петрофизический коэффициент).

В геологическом строении Каджаранского рудного поля и месторождения принимают участие преимущественно породы монцонитового состава и их фациальные разновидности. Они принадлежат одноименной фазе габбро-монцонит-сиенитового интрузивного комплекса (в. эоцен-олигоцен) Мегринского плутона [2]. Порфирировидные граниты ранней фазы комплекса порфирировидных гранодиоритов нижнего миоцена не несут оруденения и ограничивают месторождение на западе. Контакт между монцонитами и порфирировидными гранитами тектонический и прослеживается по плоскости Таштунского (Дебаклинского) разлома, ориентированного здесь на СЗ ( $320-340^\circ$ ) с падением на СВ под углом  $50-55^\circ$ , мощностью 50-55 м.

Рудовмещающими породами месторождения, в основном, являются монцониты. Отмечаются их фациальные переходы от крупнозернистых к среднезернистым, а также среднезернистым монцогаббро. Рудовмещающими являются и ранние жильные образования – микромонциты, аплиты. Оруденению и гидротермальным изменениям подвержены и ограниченные площади вмещающих на севере рудного поля вулканогенных и вулканогенно-осадочных образований средне-верхнего эоцена с полосой контактовых роговиков (левобережный участок) [3].

Важная роль в геологическом строении Каджаранского рудного поля и месторождения отводится дайковым образованиям. В пределах месторождения наибольшее развитие получили мегафировые крупнопорфирировые дайки гранодиорит-порфиоров, являющиеся наиболее поздними из дайковых образований рудного поля. На Центральном участке месторождения эти дайки выполняют широтные системы разрывов, не несут оруденения и часто выполняют экранирующую роль. Взаимоотношения даек и оруденения рассмотрены в ряде публикаций [3,4]. Руды Каджаранского месторождения подразделяются на три морфологических типа [3]. По степени проявления и содержанию запасов выделяются: а) прожилковый или штокверковый, б) вкрапленный и в) жильный.

Гидротермально измененные породы имеют широкое распространение, в особенности, на Центральном участке месторождения. Исследования физико-механических свойств горных пород проводились по общеизвестным методикам [1,5,6].

## Физико-механические свойства пород

В табл.1 приведены данные физико-механических свойств основных неизменных пород рудного поля. Как уже отмечалось, площади рудовмещающих пород не однородны. Крупнозернистые и среднезернистые монцониты согласно табл.1 обнаруживают значительные отличия по физико-механическим свойствам. Первые из отмеченных отличаются высокими значениями упругих параметров (на 45%) и коэффициентом Пуассона (на 25-30%). Значения эффективной пористости идентичны среднезернистым монцонитам.

Монцогаббро и дайки гранодиорит-порфиров имеют высокие значения упругих параметров, а также коэффициента Пуассона. Микромонцониты (табл.1) по упругим параметрам и коэффициенту Пуассона имеют самые низкие значения, но высокие значения эффективной пористости. На месторождении они интенсивно оруденелы, пронизаны густой сетью прожилков. Характерна для них вкрапленная медная и пиритовая минерализация.

Таблица 1

Петрофизические параметры неизменных пород  
Каджаранского рудного поля

№№	Объемный вес г/см <sup>3</sup>	Насыщенность в %	Эффективная пористость, %	Скорости ультразвуковых волн.		Коэффициент Пуассона $\mu$	Модули, 10 <sup>5</sup> г/см <sup>3</sup>	
				V <sub>p</sub>	V <sub>s</sub>		Юнга E	Сдвига G
1	2.80	0.38	1.06	5.98	3.16	0.31	7.36	2.82
2	2.76	0.45	1.24	6.24	3.60	0.25	8.80	3.52
3	2.65	0.89	2.35	5.51	2.80	0.32	5.62	2.07
4	2.63	0.93	2.45	3.68	2.17	0.23	3.07	1.24
5	2.78	0.27	0.76	6.25	3.22	0.32	7.61	2.88
6	2.65	1.18	3.10	4.54	2.91	0.15	5.19	2.24
7	2.61	0.38	0.99	4.76	3.12	0.30	5.74	2.54
8	2.64	0.43	1.13	5.61	3.13	0.27	6.64	2.57
9	2.61	1.60	4.17	4.13	2.72	0.12	4.32	1.93
10	2.61	0.46	1.20	5.32	2.20	0.21	4.78	2.90

1 – андезит-базальты, 2 – роговики, 3 – крупнозернистые монцониты, 4 – среднезернистые монцониты, 5 – монцогаббро, 6 – микромонцониты, 7 – порфировидные граниты, 8 – дайки гранодиорит-порфиров, 9 – керсантиты, 10 – аплиты.

В пределах Каджаранского рудного поля широкое развитие получили метасоматические образования. На Центральном участке выделяются ранние высокотемпературные метасоматиты – биотитизация, калишпатизация и низкотемпературные гидротермальные пострудные метасоматиты (карбонатизация, каолинизация). Полученные результаты физико-механических свойств метасоматитов приведены в табл.2. Высокотемпературные ранние метасоматиты имеют более высокие значения модуля упругости и коэффициента Пуассона, чем низкотемпературные метасоматиты, которые, наоборот, имеют высокие значения эффективной пористости и низкие значения скоростей упругих волн.

Пористость и упругие параметры гидротермально измененных монцонитов

Монцониты	Объемный вес $г/см^3$	Пористость, %		Скорости ультразвуковых волн, км/с		Коэфф. Пуассона $\mu$	Модули, $10^5 кг/см^2$	
		Насыщение	Эффект.	продол. попереч. $V_p$ $V_s$			Юнга E	Сдвига G
Неизмененные	2.73	0.51	1.39	5.21	3.05	0.20	4.10	2.53
Биотитизированные	2.70	0.90	2.54	4.55	2.78	0.21	5.01	2.08
Полевошпатизированные	2.61	0.76	2.00	5.05	2.75	0.27	5.06	2.10
Сарицитизированные	2.55	0.98	5.51	3.88	2.62	0.08	2.34	1.75
Карбонатизированные	2.50	2.52	6.32	3.56	2.49	0.07	3.34	1.55
Каолинизированные	2.53	2.55	6.46	4.35	2.24	0.32	2.34	1.38

По степени гидротермального изменения анализировались (табл.3) неизмененные (до 7% изменения), слабо измененные (7-20%), среднеизмененные (20-50%) и интенсивно измененные монцониты (50% и более). Отмечается, что при увеличении степени изменения пропорционально увеличивается эффективная пористость и пропорционально уменьшаются скорость упругих волн и коэффициент Пуассона. На основании отмеченного можно констатировать, что гидротермально измененные монцониты более хрупки и менее устойчивы к тектоническим деформациям.

Таблица 3

Физико-механические параметры гидротермально измененных монцонитов

Степень изменения монцонитов, %	Объемный вес, $г/см^3$	Эффект. пористость, %	Скорость ультразвуковых волн, м/с		Коэффициент Пуассона $\mu$	Модуль упругости E
			$V_p$	$V_s$		
0-7	2.71	1.67	4.95	2.94	0.23	5.41
7-20	2.63	2.16	4.66	2.81	0.23	5.15
20-50	2.68	2.58	4.05	2.86	0.20	5.13
50	2.59	4.25	3.98	2.44	0.16	3.70

### Комплексный петрофизический коэффициент и температура Дебая

Согласно представлениям В.И.Старостина [6] и по предложенной им программе, нами на основе имеющихся данных по физическим свойствам пород (порядка 300 образцов) рассчитаны обобщающие петрофизические параметры —  $K_{пк}$  (комплексный петрофизический коэффициент) и температура Дебая.

Положительные значения  $K_{пк}$  свидетельствуют о благоприятных условиях развития трещинных структур фильтрации рудоносных растворов и рудоотложения.

Средние значения петрофизических параметров горных пород  
Каджаранского рудного поля

Петрофизические группы	Породы	Объемный вес, г/см <sup>3</sup>	Насыщение, в %	Эффективная пористость, %	Скорости ультразвуковых волн, км/см		Упругость Модули 10 <sup>5</sup> кг/см <sup>2</sup>		Коэффициент Пуассона $\mu$	Температура Дебая, $\theta$	Комплексный петрофизический коэффициент, $K_{пк}$
					Продольные $V_p$	Поперечные $V_s$	Юнга E	Сдвига G			
I	<u>Вулканогенно-осадочная толща</u>										
	Андезитобазальты	2.80	0.38	1.06	5.98	3.16	7.36	2.82	0.31	4.45	-0.80
	Роговики	2.76	0.45	1.24	6.24	3.60	8.80	3.52	0.25	5.03	-0.35
II	<u>Дайки</u>										
	Гранодиорит-порфиры	2.64	0.43	1.13	5.61	3.13	6.64	2.57	0.29	4.42	-0.10
	Керсантиты	2.61	1.60	4.17	4.13	2.72	4.32	1.93	0.12	4.34	-0.39
III	<u>Интрузивы</u>										
	Монцониты	2.73	0.51	1.39	5.21	3.05	4.10	2.53	0.20	4.17	0.18
	Порфиридные граниты	2.61	0.38	0.99	4.76	3.12	5.74	2.54	0.32	4.11	0.17
IV	<u>Гидротермально измененные монцониты</u>	2.59	2.14	5.55	3.90	1.54	3.90	1.54	0.20	3.59	0.91

Породы с отрицательными значениями  $K_{пк}$  являются структурно-петрофизическими экранами. Расчетное значение температуры Дебая характеризует физическое состояние пород, полученных на основе данных по величинам скоростей ультразвуковых волн. Температура Дебая позволяет оценить теплоемкость пород, их изменения в процессе метасоматических преобразований.

*Петрофизические группы пород.* Обработка данных определений физико-механических свойств пород позволила разделить породы на четыре петрофизические группы (табл.4, рис.1).

В первую группу входят вулканогенные образования и контактовые роговики. Они характеризуются низкими значениями эффективной пористости (1.06-1.24) и высокими значениями модуля Юнга ( $7,36-8,80 \cdot 10^5$  кг/см<sup>2</sup>), подчеркивающими высокую плотность. На основании полученных параметров эти породы могут быть отнесены к неблагоприятным для образования трещинных структур и последующей локализации оруденения.

Во вторую группу входят дайки гранодиорит-порфиров и керсантитов. Высокие значения физико-механических параметров могли способствовать экранирующей роли при рудоотложении. На месторождении в экзоконтактах даек гранодиорит-порфиров часто наблюдаются участки концентрации богатых медно-молибденовых руд. Эти дайковые породы имеют отрицательные значения  $K_{пк}$ .

В третью группу входят породы двух интрузивных фаз — монцитов и порфиroidных гранитов. Эти породы по петрофизическим параметрам практически не отличаются. Коэффициент Пуассона является единственным отличием. Так, пластичность порфиroidных гранодиоритов на 30% выше, чем у монцитов, что позволяет считать, что монциты более хрупкие и способны деформироваться при меньших напряжениях. Этим фактором, наряду с общей тектонической обстановкой, обусловленной присутствием крупных зон разломов, можно объяснить развитие до- и пострудной густой сети трещин в монцонитах.

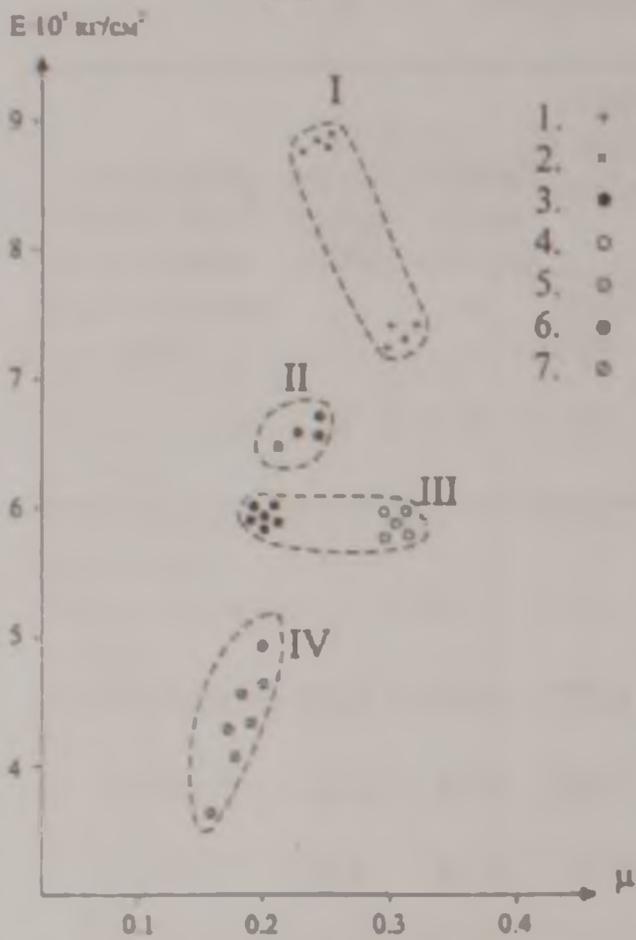


Рис. 1. Характер изменения модуля упругости (E) и коэффициента Пуассона ( $\mu$ ) пород Каджаранского рудного поля. 1 — андезитобазальты, 2 — роговики, 3 — монциты, 4 — порфиroidные граниты, 5 — керсантиты, 6 — дайки гранодиорит-порфиroidов, 7 — гидротермально измененные монциты.

В четвертую группу объединены гидротермально-метасоматически измененные монциты. Они широко развиты на Центральном участке Каджаранского медно-молибденового месторождения. В целом эти породы с оптимальными петрофизическими параметрами. Отмечаются низкие значения температуры Дебая, высокие значения  $K_{пк}$ . Для рассматриваемых гидротермально измененных пород наблюдается снижение параметров температуры Дебая до 20%. Многочисленные примеры свидетельствуют о том, что породы с минимальными значениями температуры Дебая находятся в зонах рудных концентраций.

Выводы

Рудовмещающие породы Каджаранского месторождения по физико-механическим и, в частности, упруго-прочностным параметрам могут быть подразделены на четыре основные группы: 1) вулканогенные образования и контактовые роговики; 2) дайковые образования; 3) монциты и граниты и 4) метасоматические образования. Породы первых двух групп характеризуются высокими значениями модуля упругости и низкими значениями коэффициента Пуассона, что способствовало их экранирующей роли при рудоотложении. Об этом свидетельствуют также полученные по этим породам отрицательные значения  $K_{пк}$  с высокими значениями температуры Дебая.

Породы двух других групп по всем рассмотренным параметрам могут быть отнесены к более податливым развитию хрупких деформаций. Площади обогащения медно-молибденовым оруденением, наряду с приуроченностью их к протяженным зонам разрывов, образуют скопления вдоль проницаемых экзоконтактов даек, обусловленные различиями физико-механических сред рудоотложения.

# ՔԱՉԱՐԱՆԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԻ ԱՊԱՐՆԵՐԻ ՊԵՏՐՈՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԶԱՓԱՆԻՇՆԵՐԸ

Ս. Պ. Սարգսյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Ուսումնասիրվել են Քաջարանի հանքավայրի ապարների ֆիզիկա-մեխանիկական հատկությունները: Ուսումնասիրման ոլորտին են պատկանում ապարների ծակոտկենությունը, Պուլաստնի գործակիցը, առաձգականության հատկանիշները, Դեբայի ջերմաստիճանը և այլն: Ստացված արդյունքների հիման վրա հանքավայրի ապարները, ըստ իրենց ֆիզիկա-մեխանիկական հատկանիշների, ստորաբաժանվել են չորս պետրոֆիզիկական խմբերի, որոնցից յուրաքանչյուրը հանքակուտակման և ստրուկտուրաների ձևավորման գործում ունեցել են իրենց ուրույն դերը: Օրինակ՝ Պուլաստնի գործակցի փոփոխությունը մեծ ազդեցություն է գործել ապարների պլաստիկության վրա, որն ունեցել է իր կարևորագույն դերը հանքակուտակման պրոցեսում, ծակոտկենության՝ նմանապես՝ հիդրոթերմալ փոփոխված ապարների վրա իր նշանակալի ազդեցությունն է գործել: Դեբայի ջերմաստիճանի նվազումը ցույց է տալիս հանքակուտակման տեղամասերը:

## PETROPHYSICAL PARAMETERS OF THE KAJARAN DEPOSIT ROCKS

S. P. Sargsyan

Abstract

The paper presents the results of studies of physical-and-mechanical properties of the Kajaran deposit rocks. Based on the data available the enclosing rocks of the deposit are divided into four petrophysical groups, which are also distinguished by their role in mineralization localization.

For the first time the data on generalizing petrophysical parameters (the Debye temperature and the complex petrophysical coefficient  $K_{\text{PC}}$ ) are obtained.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Беликов Б.П. Упругие и прочностные свойства горных пород. В кн.: Исследования физико-механических свойств горных пород. Труды ИГЕМ, вып.43, 1961, с.47-111.
2. Карамян К.А., Таян Р.Н., Гуюмджян О.П. Основные черты интрузивного магматизма Зангезурского рудного района Армянской ССР. — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1974, т. XXVII, №1, с.54-65.
3. Мкртчян С.С., Карамян К.А., Аревшатын Т.А. Каджаранское медно-молибденовое месторождение. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1969, 327 с.
4. Мовсесян С.А., Исаенко М.П. Комплексные медно-молибденовые месторождения. М.: Недра, 1974. 343 с.
5. Старостин В.И. Структурно-петрофизический анализ эндогенных рудных полей. М.: Недра, 1979, 239 с.
6. Старостин В.И. Палеотектонические режимы и механизмы формирования структур рудных месторождений. М.: Недра, 1988, 261 с.
7. Таян Р.Н. Особенности развития разрывных структур Каджаранского рудного поля. — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1984, XXXVII, №3, с.21-29.
8. Срапионян М.Г., Вартанян С.У. Физико-механические свойства горных пород и структурно-литологические условия локализации оруденения на медно-молибденовом месторождении Армянской ССР. — Изв. ВУЗ-ов, Геология и разведка, 1978, №9, с.61-67.