

11. Contribution a l'etude des repliques du seisme de Spitak du 7. December, 1988. Institut de Physique du Globe Strasbourg, 1989, с. 56.
12. Borchardt R., Flison J., et al. Results and data from Seismologie and Geologic studies following earthquakes of December 7, 1988, Near Spitak, Armenian SSR, USA, 1989, p. 188.

Известия АН Армении, Науки о Земле, 1992, XLV, № 2, 21—30

УДК: 553.064.32(479.25)

М. А. АРУТЮНЯН

## ОСОБЕННОСТИ СКАРНООБРАЗОВАНИЯ УЧАСТКА АБГЯЗ (юго-восточный экзоконтакт Мегринского плутона)

В статье приведены результаты исследований скарнов юго-восточного экзоконтакта Мегринского плутона. Рассмотрены вопросы строения скарнов, их состава и генетической связи с магматизмом. На территории Армении впервые выявлены известковые скарны магматической стадии.

В теории скарнообразования один из основополагающих моментов, выдвигаемых Д. С. Коржинским [11], Н. Н. Шабыниным [17] и В. А. Жариковым [8] на базе термодинамических и экспериментальных данных,—исключение возможности формирования известковых скарнов в магматическую стадию. Теоретические разработки в области парагенетического и фациального анализа, проведенные Е. Н. Граменицким [4] и В. В. Ревердатто [13], позволили им взять под сомнение незыблемость этого утверждения. В геологических публикациях стали появляться хоть и в незначительном числе примеры образования известковых скарнов в магматическую стадию, описанные Т. Ш. Хаджиевым [15], Р. М. Слободским [14], Л. А. Мирошниченко и А. П. Гуляевым [12].

Ниже приводятся данные геологических исследований автора, полученные по юго-восточному экзоконтакту Мегринского плутона, и в частности участка Абгяз, где скарны представлены крупными выходами западнее и восточнее одноименного села. По Ю. А. Арапову [1], скарны образовались по останцам кровли известняков в сиенито-диоритах Мегринского плутона. Более поздние исследования Г. С. Ходжабагыана и Р. А. Арутюняна [16] способствовали выявлению зоны скарнов в контакте с ранними габброидами, а также на правом берегу реки, среди ороговикованных туфопесчанистых отложений богацарской толщи.

Согласно нашим исследованиям геологическая ситуация образования скарнов намного сложнее. Наиболее древние породы Абгяза, представленные слоистыми мраморизованными карбонатными отложениями, предположительно имеют верхнемеловой (сенон) возраст, по аналогии с соответствующими образованиями и структурным положением западного крыла Гехи—Шишкертской горст-антиклинали [1, 3]. Незначительными островками обнажаются выходы туфопесчанистых отложений богацарской толщи, а также рвушие тела андезитов-базальтов и базальтов среднего и верхнего эоцена [6]. Магматические породы представлены габброидами и сиенитами, входящими в состав габбро-монзонит-сиенитового интрузивного комплекса [19]. Габброиды образуют вытянутые в меридиональном направлении выходы с крутыми 70—75° углами падения в известняках. Прорывающие их сиениты ориентированы в северо-западном направлении и характеризуются пологопадающей 40—50° плоскостью контакта.

Скарновые тела значительной мощностью отмечаются по левому берегу р. Абгяз, в контакте с габброидами и сиенитами (рис. 1). Мощ-

ность пластообразной залежи скарнов в контакте с габбро составляет 8—12 м; угол падения 65—70°; плоскость контактной стенки с известняками ровная. Мощность скарновых пород, тянувшихся вдоль контакта сиенитов с карбонатными породами, колеблется в пределах

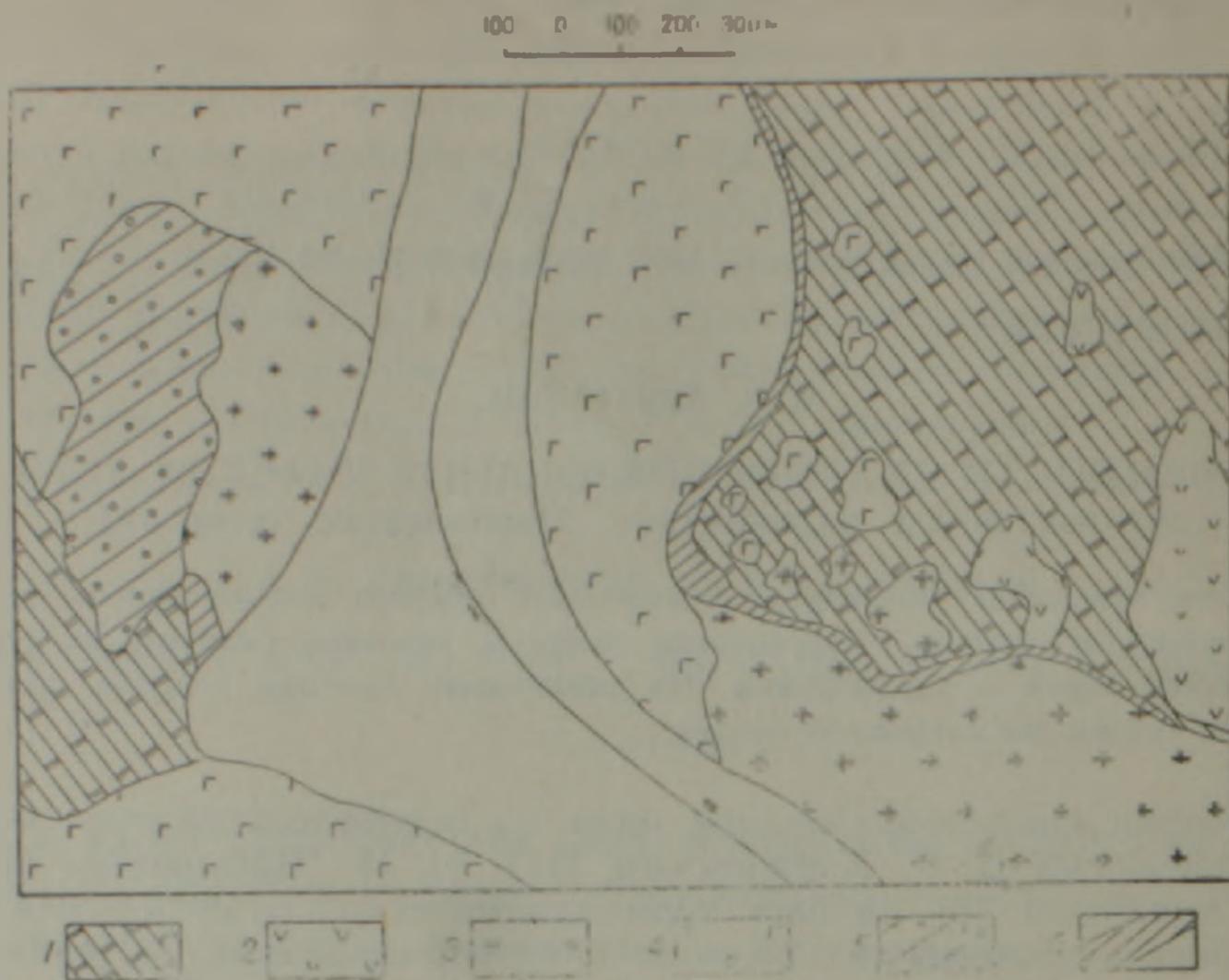


Рис. 1. Скарны Абяз. Условные обозначения: 1. Верхний мел, известняк, 2. Средний эцн. Андезито-базальт, базальт, 3. Сиенит, 4. Габбро, 5. Пироксен-гранат-плагиоклазовый роговик, 6. Гранитовый скарн.

15—18 м; угол падения 45—50°; контакт скарнов с известняками неровный, извилистый. В экзоконтакте сиенитов, в карбонатных отложениях мела, в пределах первых 200—300 м от линии контакта отмечаются мелкие тела сиенитового и габброидного состава. Если первые представляют апофизальные ответвления сиенитовой интрузии, то изменчивый текстурно-структурный рисунок и химический состав последних не вызывает сомнений в метасоматической природе вторых. Аналогичные метасоматиты развиты также в пределах контактовых ореолов Ковшутского, Сурбкарского, Лернашенского и Ахлатянского массивов, где О. П. Гуюмджяном [5] установлено влечение их образование в магматическую стадию и впервые нами было отмечено по юго-восточному контакту Мегрииского плутона — Хдебанцское проявление [16]. Исследования последних лет позволили отнести к ним и породы основного состава, выявленные в экзоконтакте сиенитов. Метасоматические изменения отмечаются по рвущим телам андезито-базальтов и базальтов в карбонатных отложениях мела и характеризуются Амф+Пл парагенезисом минералов. Мелкие тела скарнов установлены в ассоциации с ними.

На правом берегу р. Абгяз скарны представлены линзообразными мелкими залежами длиной не более 10 м, по контакту сиенитов с вмещающими известняками и ороговикоманскими туфопесчанистыми отложениями, а также жильными фациями в сиенитах. Мощность последних колеблется от 0,2 до 0,5 м; простирание 320°. Пересекаются сиенит-аплитами (рис. 2).

Геологический разрез от габброидов через скарны во вмещающие известняки характеризуется следующей сменой пород:

Габбро, габбро-диорит—пироксен-плагиоклазовая околоскарновая порода (1,5 м)—гранатовый скарн (10 м) с останцами пироксен-скаполитовых и пироксен-гранатовых пород (до 0,15 м в диаметре); в

экзоскарновой зоне—реликты пироксен-гранат-волластонитовых пород—известняки.

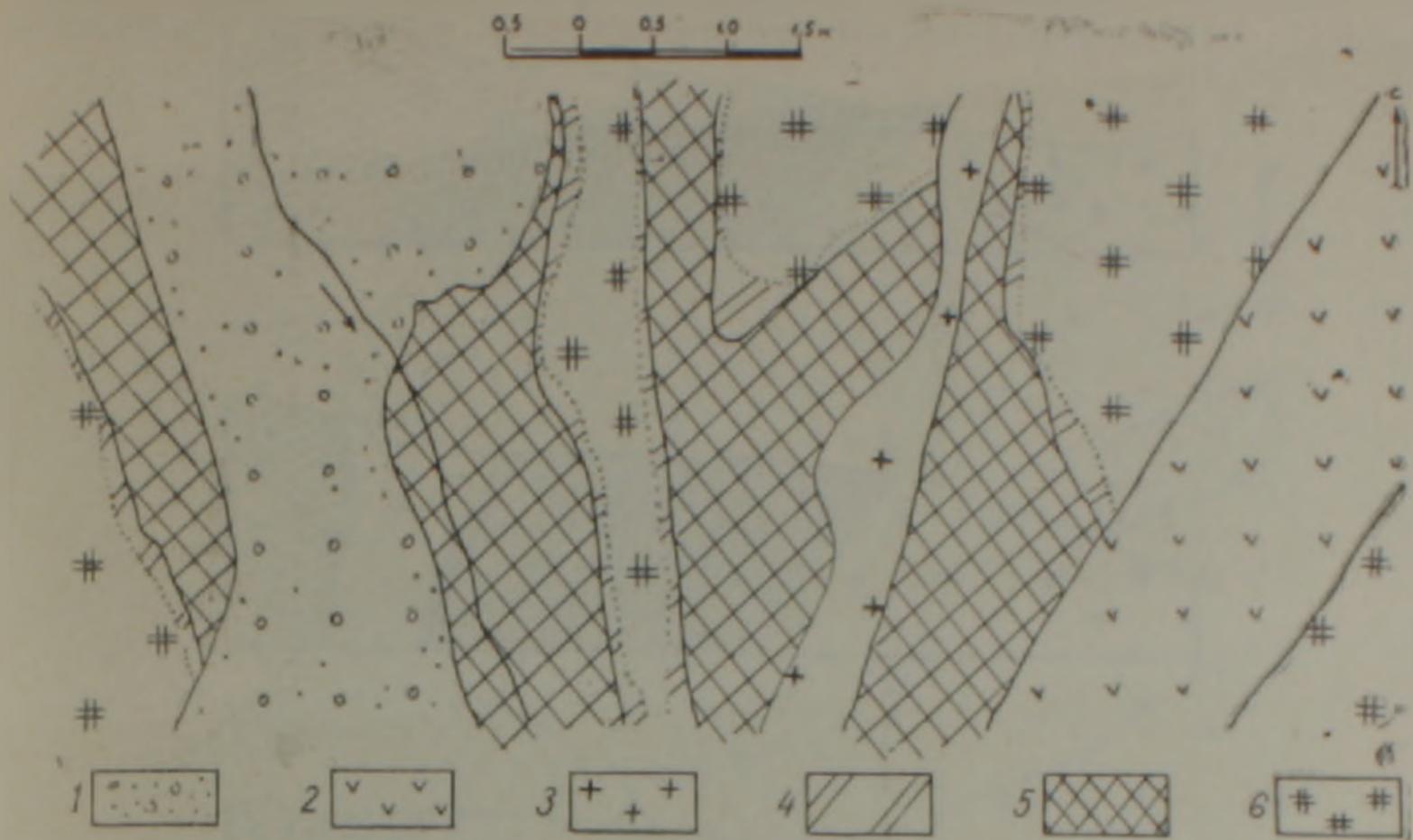


Рис. 2. Пересечение жильных скарнов эндоконтактной зоны сиенитов аплитом и диабазом. Условные обозначения: 1. Аллювиальные отложения, 2. Диабаз, 3. Сиенит-аплит, 4. Пироксен-плагиоклазовая околоскарновая порода, 5. Гранатовый скарн, 6. Сиенит.

От сиенитов во вмещающие известняки наблюдаются следующие разрезы (рис. 3):

*Разрез I-ый;*

Сиенит- и кварцсодержащий сиенит—пироксен-плагиоклазовая околоскарновая порода с реликтами пироксен-скаполитового скарна (2,0—2,5 м)—гранатовый скарн (15—17 м); в экзоскарновых фациях ксенолит амфибол-плагиоклазовых метасоматитов (до 0,7 м в диаметре), с переходом в пироксен-гранатовую породу с черно-зеленым пироксеном—везувриановый кальцифир (6—7 м)—известняк.

Везувриановые кальцифиры, как и апоэффузивные амфибол-плагиоклазовые метасоматиты, были выявлены О. П. Гуюмджяном на западном Баргушате в пределах контактового ореола Сурбкарского штока [5].

*Разрез II-ой:*

Сиенит- и кварцсодержащий сиенит—пироксен-плагиоклазовая околоскарновая порода (1,5 м)—гранатовый скарн (10,5 м)—везувриановый кальцифир (6—7 м)—гранатовый скарн (0,7 м)—амфибол-плагиоклазовый метасоматит (5,5—6,0 м)—гранатовый скарн (0,8 м)—везувриановый кальцифир (8,5—9 м)—известняк.

Таким образом, фиксируется образование скарновой оторочки вокруг амфибол-плагиоклазовых пород по контакту их с известняками. Более сложные тела образуются при слиянии скарновых оторочек близкососедствующих метасоматитов. Как для амфибол-плагиоклазовых пород, так и скарнов, тяготеющих к ним, отмечаются пересечения их апофизами интрузива сиенитов (рис. 4).

*Разрез III-ий:*

Сиенит- и кварцсодержащий сиенит—пироксен-плагиоклазовая околоскарновая порода (1,5 м)—гранатовый скарн (10,5—11,0 м)—пироксен-плагиоклазовая околоскарновая порода (0,7 м)—амфибол-плагиоклазовый метасоматит (16,5—17,0 м)—везувриановый кальцифир (10,0 м)—известняк.

*Разрез IV-ый,* характеризующий ту же ситуацию, но с переходом амфибол-плагиоклазовых пород в неизменные андезито-базальты и далее известняки, представлен:

Спелит-пироксен-плагноклазовая околоскарновая порода (1,5—2 м)—гранатовый скарн (10 м)—пироксен-плагноклазовая околоскар-

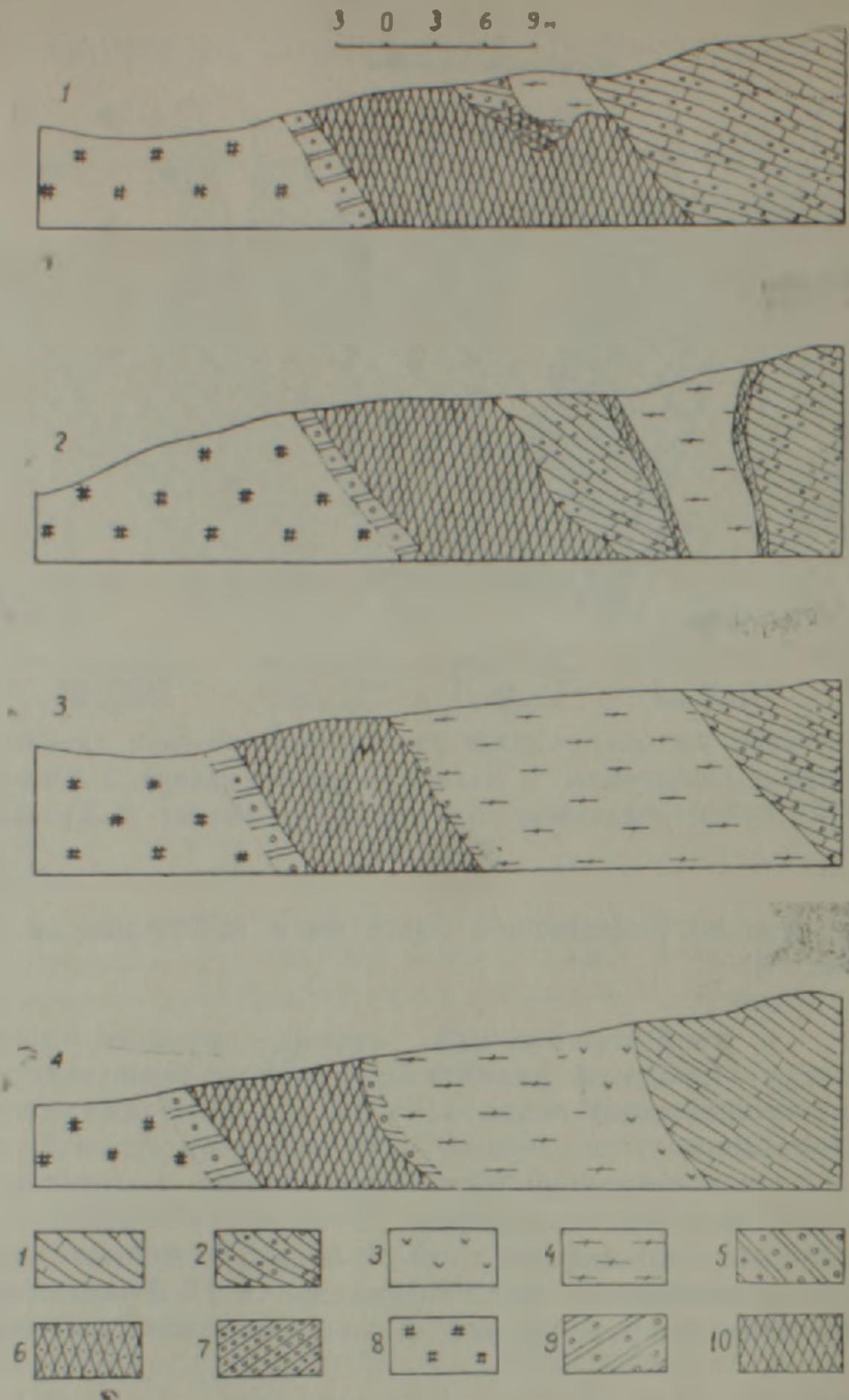


Рис. 3. Геологические разрезы через контактные скарны от сиенитов к вмещающим известнякам. Условные обозначения: 1. Верхний мел, известняк, 2. Везувияновый кальцифир, 3. Средний эоцен, андезит-базальт, базальт, 4. Апоэффузивный амфибол-плагноклазовый метасоматит, 5. Околоскарновая пироксен-плагноклазовая порода по амфибол-плагноклазовым метасоматитам, 6. Гранатовый скарн экзоконтактной зоны, 7. Пироксеновый скарн экзоконтактной зоны, 8. Сиенит, 9. Пироксен-плагноклазовая околоскарновая порода по сиенитам, 10. Гранатовый скарн (контактный).

новая порода (1—1,2 м)—амфибол-плагноклазовый метасоматит (12 м)—андезито-базальт (4,5—5 м)—известняк.

В общем виде породы скарновых зон характеризуются следующим минеральным составом: околоскарновые породы—андезин-лабрадорный плагноклаз 60—65%, пироксен—диопсид ( $N_g = 1,701—1,703$ ,  $N_p = 1,672—1,674$ ,  $cN_g = 40^\circ$ )—10—35%, гранат-гроссулярового состава (андр. 20—25%)—0—5%, апатит и магнетит—1,0—1,5%. Плагноклаз околоскарновых пород, наложившихся на габбро, лабрадорный—

№ 55—70; на сиениты—андезиновый № 35—50. Скаполит вместе с пироксеном в виде микрозонок  $N_0=1,545—1,550$ ,  $N_e=1,531—1,538$ . Гранатовые скарны образуют мономинеральную породу, в которой реликтовыми останками встречаются пироксен-плагноклазовые и пирок-

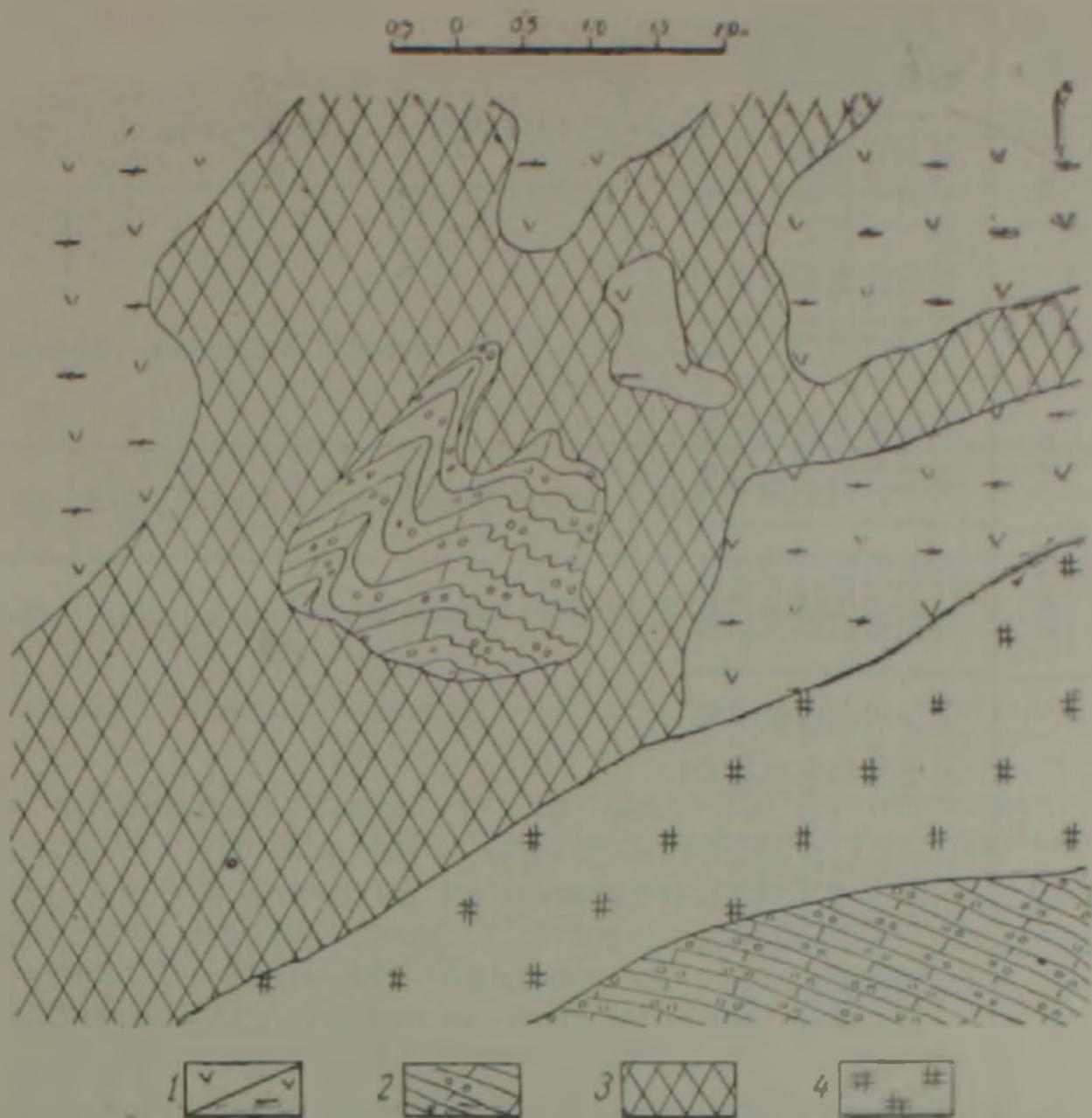
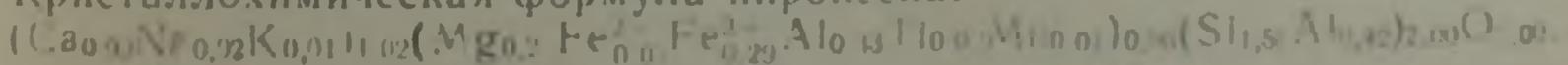


Рис. 4 Пересечение гранатового скарна апофизой сиенита. Условные обозначения: 1 Андезито-базальт и амфиболитизированный андезито-базальт, 2. Везувиановый кальцифир, 3. Гранатовый скарн. 4. Сиенит.

сен-гранат-волластонитовые породы. Гранат переменного состава. Содержание андрадитового минала, соответственно выведенной В. А. Жариковым формуле [8], определяющей андрадитовый компонент по показателю преломления граната  $\left( \frac{N_{гр} - 1,735}{0,0016} \right)$ ;  $N = 1,735—1,938$ ), в

контактовых с габбро скарнах от эндо- к экзоскарновым фациям меняется от 25 до 70%. В контакте с сиенитами гранаты сугубо гроссуляровые с содержанием андрадитового компонента до 20—26%, что обусловлено высокими содержаниями  $Al_2O_3$  от 11,68 до 18,83 (табл. 1). Волластонит обнаружен в экзоскарновых фациях габбро:  $N_g = 1,628$ ,  $N_p = 1,615$ ,  $cN_p = 27^\circ$ . В гранатовых скарнах, развитых по амфибол-плагноклазовым метасоматитам, содержание андрадитового минала в гранатах варьирует от 20% (№ 36, табл. 1) до 70% ( $N = 1,840$ ). Пироксен, ассоциирующий с гранатами салит-авгит, характеризуется высокими содержаниями  $Al_2O_3$  и превышением  $Fe_2O_3$  над  $FeO$ , что находит свое отражение в высоких значениях молекул Чермака  $CaAl_2SiO_6$  и  $CaFe_2^{3+}SiO_6$  [7] ( $N_g = 1,72$ ),  $N_p = 1,75$ ,  $cN_g = 43^\circ$ . Химический состав приведен в табл. 2.

Кристаллохимическая формула пироксена:



Соотношения коэффициентов распределения Mg в ассоциирующих гранате и пироксене скарнов, сопряженных с амфибол-плагноклазовыми метасоматитами, указывают на высокие значения давления, при

## Химический состав гранатов

№№	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Σ	андр	грос	пир	альм	спес	мел
23	38.19	0.62	12.30	13.18	0.56	0.29	34.02	0.97	0.15	0.13	—	0.23	100.69	41.73	53.50	3.05	1.04	0.64	—
22	39.25	0.75	18.83	7.67	0.28	0.36	31.90	1.43	0.35	0.20	0.05	0.05	100.67	20.10	73.09	4.56	0.59	0.59	1.05
25	39.82	0.66	11.68	7.62	0.56	0.23	33.95	2.99	0.16	0.21	0.03	0.02	99.25	26.22	59.45	11.89	1.19	0.06	1.18
28	39.50	1.24	14.58	6.76	0.56	0.27	33.33	3.00	0.22	0.10	0.05	0.07	99.88	21.37	64.10	10.68	1.07	0.64	2.13
29	40.25	0.82	13.70	6.77	0.23	0.23	32.73	3.00	0.12	—	0.05	0.07	100.65	21.31	63.93	11.93	0.64	0.05	2.13
30	38.25	1.31	16.85	9.18	—	0.38	33.54	1.07	0.20	0.12	—	0.02	100.97	23.62	69.14	3.76	—	0.61	2.86
36	39.16	0.80	14.75	7.57	0.56	0.11	36.10	2.29	0.16	0.08	0.01	0.13	100.55	19.36	68.71	8.52	1.13	—	2.27
X	41.69	0.34	17.23	8.83	0.66	—	28.23	1.66	—	—	—	—	99.90	23.59	69.65	5.72	1.03	—	—

23.  $(\text{Na}_{0.0}\text{K}_{0.01}\text{Mg}_{0.1}\text{Ca}_{12.6}\text{Fe}_{0.11}^{2+}\text{Mn}_{0.02})_{1.3}(\text{Al}_{1.14}\text{Fe}_{0.78}^{3+})_{1.92}(\text{Si}_{3.01}\text{Ti}_{0.01})_{3.01} \cdot \text{O}_{12.00}$
22.  $(\text{Na}_{0.05}\text{K}_{0.03}\text{Mg}_{0.16}\text{Ca}_{2.1}\text{Fe}_{0.02}^{2+}\text{Mn}_{0.01})_{2.96}(\text{Al}_{1.07}\text{Fe}_{0.44}^{3+})_{2.11}(\text{Si}_{2.9}\text{Ti}_{0.03}\text{Al}_{0.1})_{3.00} \cdot \text{O}_{12.00}$
25.  $(\text{Na}_{0.02}\text{K}_{0.0}\text{Mg}_{0.35}\text{Ca}_{2.7}\text{Fe}_{0.01}^{2+}\text{Mn}_{0.01})_{3.1}(\text{Al}_{1.01}\text{Fe}_{0.45}^{3+})_{1.54}(\text{Si}_{3.15}\text{Ti}_{0.01})_{3.19} \cdot \text{O}_{12.00}$
28.  $(\text{Na}_{0.1}\text{K}_{0.01}\text{Mg}_{0.35}\text{Ca}_{2.7}\text{Fe}_{0.01}^{2+}\text{Mn}_{0.02})_{3.21}(\text{Al}_{1.33}\text{Fe}_{0.39}^{3+})_{1.72}(\text{Si}_{3.05}\text{Ti}_{0.04})_{3.01} \cdot \text{O}_{12.00}$
29.  $(\text{Na}_{0.01}\text{K}_{0.0}\text{Mg}_{0.3}\text{Ca}_{2.71}\text{Fe}_{0.02}^{2+}\text{Mn}_{0.02})_{3.17}(\text{Al}_{1.2}\text{Fe}_{1.40}^{3+})_{1.66}(\text{Si}_{3.14}\text{Ti}_{0.01})_{3.18} \cdot \text{O}_{12.00}$
30.  $(\text{Na}_{0.02}\text{K}_{0.01}\text{Mg}_{0.02}\text{Ca}_{2.75}\text{Mn}_{0.01})_{3.01}(\text{Al}_{1.5}\text{Fe}_{0.53}^{3+})_{1.0}(\text{Si}_{2.93}\text{Ti}_{0.05})_{3.01} \cdot \text{O}_{12.00}$
36.  $(\text{Na}_{0.0}\text{K}_{0.0}\text{Mg}_{0.26}\text{Ca}_{2.99}\text{Fe}_{0.1}^{2+}\text{Mn}_{0.01})_{3.23}(\text{Al}_{1.31}\text{Fe}_{0.35}^{3+})_{1.66}(\text{Si}_{3.03}\text{Ti}_{0.01})_{3.07} \cdot \text{O}_{12.00}$
- X.  $(\text{Mg}_{0.19}\text{Ca}_{1.30}\text{Fe}_{0.04}^{2+})_{2.53}(\text{Al}_{1.55}\text{Fe}_{0.5}^{3+})_{2.05}\text{Si}_{3.18} \cdot \text{O}_{12.00}$

Примечание: № 23 гранат скарнов магматической стадии, ассоциирующих с апоэффузивными амфибол-плагноклазовыми метасоматитами; №№ 23—30 разрез через скарновую зону в контакте с сиенитами; № 36 гранатовый прожилок в известняках; № X—гранат скарнов в контакте с сиенито-диоритами (данные Ю. А. Арапова).

Аналитики Э. Г. Еганян и С. Г. Чаталян; Хим. лаб. ЦОАЛ ИГН АН Армении.

Таблица 2

SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	I <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Σ
41,69	1,00	16,55	9,56	0,85	0,11	24,50	4,48	0,07	0,23	0,14	0,50	99,64
CaMgSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub>		CaFe <sup>2+</sup> Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub>			NaFe <sup>3+</sup> Si <sub>2</sub> O <sub>6</sub>		CaMnSi <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	CaAl <sub>2</sub> SiO <sub>6</sub>		CaFe <sub>2</sub> <sup>3+</sup> SiO <sub>6</sub>		
22		4			2		1	56		15		

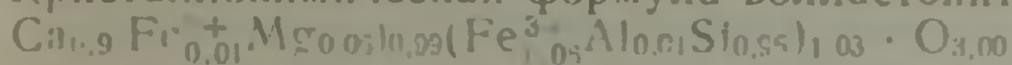
Примечание: аналитик Чаталян С. Г.; хим. лаб. ЦОАЛ ИГН АН Армении

Таблица 3

SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Σ
49,09	0,09	0,40	2,05	0,56	0,08	44,03	2,17	0,16	0,09	0,04	0,06	100,17

Примечание: аналитик Чаталян С. Г.; хим. лаб. ЦОАЛ ИГН АН Армении

которых происходил процесс, или высокую фугитивность кислорода порядка  $15-17 \cdot 10^8$  Па [2]. Для сравнения, в скарнах постмагматической стадии эти значения не превышают  $5 \cdot 10^8$  Па. Волластонит, обнаруженный в парагенезисе с этими минералами:  $N_g = 1,633$ ,  $N_p = 1,618$ ,  $-2v = 35^\circ$ ,  $cN_p = 32^\circ$ . Химический состав приведен в табл. 3. Кристаллохимическая формула волластонита:



Результаты рентгеноструктурных исследований волластонита приведены в табл. 4.

Таблица 4

## Рентгенограмма порошка волластонита

№№ линий п п	у	$\frac{d_2}{n}$	№№ линий п п	у	$\frac{d_2}{n}$	№№ линий п п	у	$\frac{d_2}{n}$
1	5	7,55	8	7	2,542	15	2	1,749
2	10	3,0	9	2	2,161	16	2	1,712
3	4	4,48	10	3	2,332	17	6	1,530
4	8	3,97	11	5	2,296	18	4	1,455
5	4	3,078	12	3	2,155	19	2	1,358
6	3	2,951	13	7	1,912	20	3	1,275
7	6	2,710	14	1	1,804	21	3	1,212

Примечание: исполнитель Хуршудян Э. Х.; рентген. лаб. ЦОАЛ ИГН АН Армении.

Резюмируя все вышесказанное, можно констатировать, что мы имеем дело с проявлениями процессов скарнообразования трех возрастов. Наиболее ранние по времени скарны генетически связаны со становлением габброидов и, относительно магматизма продуцирующего их, представляют постмагматические образования. Температурная фация пироксен-гранат-волластонитовая. Механизм образования диффузионно-биметасоматический. Режим щелочности—повышенный натровый [8].

С формированием сиенитовой интрузии отмечается образование скарнов магматической и постмагматической стадии. Основанием для выделения скарнов магматической стадии является наличие апофиз и прожилков магматических инъекций в скарнах, а также ассоциация скарнов с метасоматическими породами магматической стадии.

Температурная фацция пироксен-гранат-волластонитовая. Механизм образования контактово-инфильтрационный фронтального типа. Корреляция железистости между сосуществующими пироксеном и гранатом свидетельствует о повышенной щелочности [8].

Скарны постмагматической стадии, сопряженные с сиенитами, отнесены к постмагматическим образованиям на основании наложения их на эндоконтактовую зону сиенитов и пересечения как контактовых, так и жильных разностей сиенит-аплитами. Особенности минерального состава свидетельствуют о контактово-инфильтрационном механизме образования. Температурная фацция пироксен-гранатовая. Режим щелочности—натровый.

Институт геологических наук  
АН Армении

Поступила 27.11.1990

Մ. Ա. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ,

ԱՐԳՅԱԶ ՏԵՂԱՄԱՍԻ ՍԿԱՌԱՌԱԶԱՅՄԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ  
(ՄԵՆԼՐՈՒ ՊԼՈՒՏՈՆԻ ՀԱՐԱՎ.-ԱՐԵՎ.ԵԼՅԱՆ ԷԿՁՈԿՈՆՏԱԿՏ)

Ա մ փ ո փ ու մ

Մեզրու պլուտոնի հարավ-արևելյան շրջանում երկրաբանական ուսումնասիրությունների շնորհիվ բացահայտվել են սկառնային առաջացումների երեք տարահասակ խմբեր:

Առաջին խումբը ներկայացված է 12 մ հզորությամբ մի շերտով, որը հարում է զարրոներին: Ինտրուզիվ ապարների էնդոկոնտակտային փոփոխությունները, որոնք սկառնաառաջացման երևույթների արդյունք են, ինչպես նաև ապլիտային երակների հատման փաստերը, վկայում են ետմագմատիկ առաջացման և զարրոների հետ նրանց ծագումնային կապի մասին: Լատ միներալային կազմի համադրակցման, նրանք պատկանում են պիրոքսեն-նոնաքար-վոլաստոնիտային ջերմաստիճանային ֆազիային:

Նոնաքարային գոտու հզորությամբ հարաբերությունը սկառների ընդհանուր հզորությամբ կազմում է 5/6: Նոնաքարի միներալային կազմի առանձնահատկությունները վկայում են դիֆուզիոն-րիմետասոմատիկ առաջացման մեխանիզմի մասին:

Այն սկառները, որոնք առաջացել են կրաքարերի և սիենիտների կոնտակտում, ունեն 18 մ հզորություն: Վերոհիշյալներին նման փաստերի հիման վրա, այդ սկառները կա համարվում են ետմագմատիկ առաջացումներ: Նոնաքարային գոտու հզորությամբ հարաբերությունը սկառների ընդհանուր հզորությամբ կազմում է 2,7/3: Պատկանում է պիրոքսեն-նոնաքարային ջերմաստիճանային ֆազիային: Նոնաքարերում անդրապլիտային բաղադրամասի միանման տեղաբաշխման և կալահոդի բարձր պարունակության շնորհիվ սկառները գասվում են ճակատային կոնտակտ-ինֆիլտրացիոն ափսիս:

Սիենիտային ինտրուզիայի էնդոկոնտակտային գոտու սկառները հանդիսանում են սիենիտագոյացնող մագմայի ամանցյալները: Այդ սկառների զուգորդությունները ամֆիբոլային մետասոմատիտների հետ, որոնց հասակը որոշված է, ինչպես նաև սկառների հատումները սիենիտային ապոֆիզներով, վկայում են գրանց մագմատիկ փուլին պատկանելու մասին: Պիրոքսենի և նոնաքարի միջև մագնեզիումի տեղաբաշխման հարաբերությունը վկայում է մագմատիկ փուլի սկառնաառաջացնող ֆլուիդների բարձր ճնշման մասին ( $15 \cdot 10^5$  Պա) համեմատած ետմագմատիկ փուլի հետ ( $5 \cdot 10^5$  Պա):

Սկառների ալկալային ռեժիմը երեք խմբերի համար էլ բարձր է:

THE ABGUYAZ AREA SKARN FORMATION PECULIARITIES  
(The Meghri pluton south-eastern exocontact)

## A b s t r a c t

The Meghri pluton south-eastern exocontact skarns investigation results are brought in this paper. The problems of skarns structure, their composition and relation to magmatism are considered. For the first time the magmatic stage calciferous skarns are revealed on the Armenia territory.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Арапов Ю. А. Особенности генезиса и минералогия скарнов некоторых районов Армянской ССР. — Известия АН АрмССР, сер. естеств. наук, 1946, № 2, с. 45—68.
2. Арутюнян М. А., Маданян О. Г. Температурные условия формирования скарнов Зангезурского рудного района Армянской ССР и связанного с ними оруденения. — Известия АН АрмССР, Науки о Земле, 1990, т. 43, № 2.
3. Белов А. А. Стратиграфия и структура метаморфизованных вулканогенных и осадочных комплексов зоны Анкавано—Зангезурского разлома в юго-восточной Армении. — Бюлл. МОИП, отд. геол., 1969, т. XIV, № 1, с. 65—73.
4. Граменицкий Е. Н. Возрастные отношения магнезиальных и известковых скарнов при совместном распространении и особенности условий их образования. — Вестник МГУ, сер. геол., 1966, № 1, с. 76—85.
5. Гуюмджян О. П. Одновариантные ( $n=1$ ) трехкомпонентные мультисистемы для метасоматических пород нормально-щелочного и щелочного рядов Баргшатского хребта (Армянская ССР). — Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, 1967, т. 20, № 4, с. 54—69.
6. Джрбашян Р. Т., Гуюмджян О. П., Таян Р. Н. Палеовулканические формации позднеальпийского этапа развития юго-восточного склона Малого Кавказа. — В кн.: Палеовулканизм и его продукты. Петрозаводск: Изд. Карельского филиала АН СССР, 1977, с. 81—87.
7. Добрецов Н. Л., Кочкин Н. Л., Кривенко А. П., Кутолин В. А. Породообразующие пироксены. М.: Изд. Наука, 1971, 454 с.
8. Жариков В. А. Скарновые месторождения. — В кн.: Генезис эндогенных рудных месторождений. М.: Недра, 1968, с. 220—302.
9. Карамян К. А., Таян Р. Н., Гуюмджян О. П. Основные черты интрузивного магматизма Зангезурского района Армянской ССР. — Известия АН Армянской ССР, Науки о Земле, 1974, т. 27, № 1, с. 54—65.
10. Карамян К. А., Таян Р. Н., Аревшатян Т. А., Арутюнян М. А., Авакян А. А., Сиркисян С. П., Маданян О. Г. Постмагматические образования Зангезурского рудного района. Ереван: Изд. АН Армянской ССР, 1987, 198 с.
11. Коржинский Д. С. Очерк метасоматических процессов. — В кн.: Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях. М.: Изд. АН СССР, 1955, с. 156—208.
12. Мирошниченко Л. А., Гуляев А. П. Известковые скарны магматического этапа. — В кн.: Критерии рудоносности метасоматитов. Труды Симпозиума, часть I. Алма-Ата, 1972, с. 165—172.
13. Ревердатто В. В. К проблеме генезиса скарнов. В кн.: Проблемы петрологии и генетической минералогии. Т. I, М.: Изд. Наука, 1969, с. 163—173.
14. Слободской Р. М. Контактные скарны Усть—Чуйского гранитоидного массива в Центральном Алтае. — Геология и геофизика, 1968, № 8, с. 132—135.
15. Хаджиен Т. Ш. Пример образования известковых скарнов в магматическую стадию (Кумышканское рудное поле, Кураминская подзона). — Материалы II-й конференции по околорудному метасоматизму. Ленинград, 1966, с. 240—241.
16. Ходжабекия Г. С. Геологическое строение, магматизм и рудоносность юго-вос-

точной части Мегринского рудного района. Автореф. дисс. на соискание уч. ст. канд. геол.-мин. наук. Баку: М-во высш. и сред. спец. образ. Азерб. ССР. 1982. 22 с.

17. Шендеров Л. И. О магнетитово-скарновой рудной формации — В кн.: Вопросы генезиса и закономерности размещения эндогенных месторождений. М.: Изд. Наука, 1966, с. 88—101.

Известия АН Армении. Науки о Земле, 1992, XLV, № 2, 30—34.

Г. М. АВЧЯН

## СЖИМАЕМОСТЬ ТРЕЩИННЫХ ПОРОД

На основе анализа уравнений скорости распространения упругих волн в порово-трещинной породе получено выражение для оценки сжимаемости среды с «п» системами трещиноватости в любом направлении пространства.

Рекомендуется новый параметр, который может характеризовать концентрацию накопленных напряжений или интегральную сжимаемость среды.

Деформация пород, как многокомпонентных пористых агрегатов, рассмотрена в работах М. Био, Ф. Гассмана, Дж. Гирстма, Ш. Нагумо, В. М. Добрынина, Г. И. Петкевича, А. И. Савича, Г. А. Соболева и многих других авторов.

Такой интерес в геологии к теоретическому и экспериментальному изучению деформации пород обусловлен с одной стороны тем, что деформация пород является причиной многих катастрофических землетрясений, а с другой — трещины, возникающие при деформации, являются путями миграции нефти и газа, способствуют эксплуатации месторождений, а также определяют возникновения рудных залежей при перемещении гидротермальных растворов.

Между коэффициентом сжимаемости пористой среды и пористостью существует связь [1, 5].

$$\beta_{ск} = \beta_t + K_p \beta_p, \quad (1)$$

где  $\beta_{ск}$ ,  $\beta_t$  и  $\beta_p$  соответственно сжимаемости скелета, твердой фазы и порового пространства,  $K_p$  — коэффициент пористости.

Это уравнение является фундаментальным, так как оно определяет не только связь между величинами, характеризующими свойства породы деформироваться, но и роль пористости [5]. Если в породе имеется и трещинная пористость, то уравнение принимает вид:

$$\beta_{ск} = \beta_t + K_{п.гр} \beta_{п.гр} + K_{тр} \beta_{тр}, \quad (2)$$

где индексы (гр) и (тр) относятся к гранулярным (межзерновым) и трещинным порам.

Имеется множество работ, посвященных оценке величины сжимаемости гранулярных пор  $\beta_{п.гр}$ . Эта величина не зависит от пористости, а определяется напряжением, колеблется в пределах  $(80—500) \cdot 10^{-5} \text{ МПа}^{-1}$  в атмосферных условиях и снижается до  $(30—100) \cdot 10^{-5} \text{ МПа}^{-1}$  в глубинных условиях залегания пород [1].

Сжимаемость твердой фазы  $\beta$  колеблется в пределах  $(1,4—4,0) \cdot 10^{-5} \text{ МПа}^{-1}$ , т. е. меньше на один-два порядка относительно сжимаемости гранулярных пор.

Вопрос сжимаемости трещин до настоящего времени остается открытым. Имеются теоретические исследования В. М. Добрынина [5] по оценке величины  $\beta_{ск}$  для карбонатных пород в зависимости от раскрытости и напряжения. Сжимаемость трещин может превышать сжимаемость гранулярных пор более чем в 4—5 раз и особенно, ес-