

УДК 553.324 (479.25)

Л. П. ЯШВИЛИ

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ И ГЕНЕЗИС МАРГАНЦЕВЫХ РУД
СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ОЗ. СЕВАН

В верховье бассейна р. Саринар (Севанский хребет) в разрезе кремнисто-вулканогенной формации офиолитовой серии обнаружено проявление марганцевых руд [5].

Для рудовмещающей толщи характерно чередование горизонта кремнистых пород (преимущественно радиоляритов) и пород вулканогенных—спилитов, диабазов и в кровле иногда дацитов. Соотношение кремнистых и вулканогенных пород изменчиво вверх по разрезу. В целом мощности вулканитов наращиваются к верхней части разреза, с которой и связаны концентрации марганца. Литологически они тяготеют к радиоляритовым горизонтам и размещены вблизи зоны тектонического контакта толщи с сенонскими терригенными и карбонатными отложениями. Суммарная мощность разреза формации достигает 800 м.

Вопросы возраста рудовмещающих пород являются спорными. Палеонтологически охарактеризованные верхнеконьякские отложения несогласно налегают на породы кремнисто-вулканогенной формации [4], тем самым доказываются ее досенонский возраст. В верхней части разреза формации вместе с тем обнаружены известняки с глоботрунканами, переслаивающиеся с радиоляритами, содержащими сеноман-туронский комплекс радиолярий. Основание формации не вскрыто. В приводораздельной части хребта контакт наиболее нижних ее горизонтов с гипербазитами Джил-Сатанахачского массива имеет тектонический характер.

Перед тем, как охарактеризовать проявление марганца, необходимо отметить заметную зараженность пород марганцем почти по всему разрезу формации, что проявляется в виде довольно выдержанных горизонтов марганцевистых радиоляритов. В обнажениях они резко обозначаются среди красных радиоляритов черным цветом и металлическим блеском на выветрелой поверхности. Радиоляриты обычно обнаруживают ритмичное строение: основание нередко слагают пачки мелкозернистых известняков и известковых радиоляритов (радиолярии в карбонатном цементе), выше их сменяют тонкослоистые глинистые радиоляриты, ритмично чередующиеся с кремнистыми радиоляритами, далее следуют кремнисто-железистые и, наконец,—кремнисто-железо-марганцевистые радиоляриты. Их суммарная мощность достигает 20—40 м. Мощность марганцевистых радиоляритов (содержание MnO —3—10%) колеблется от 3-х до 10—15 м. Марганец пигментирует микрокристаллическую кварцевую массу породы. Там же на поверхности трещин от-

мечаются пленки и корки, сложенные окисными и гидроокисными соединениями марганца.

Саринарское проявление марганцевых руд обнаружено в 300 м севернее надвига, по которому вулканиты и радиоляриты приведены в тектонический контакт с сенонской граувакковой и известковой толщами.

Марганцевое рудопроявление морфологически представлено:

а) линзообразным рудным телом мощностью от 30—40 см, в раздуже до 2,5—3 м, которое прослеживается на 60 м и б) зоной брекчированных радиоляритов, сцементированных марганцевой рудой. Зона брекчиевидных руд прослеживается на 10—15 м, при мощности 1,2—1,5 м. Азимут падения рудных тел согласен с азимутом падения вмещающих их пород и составляет СВ $25^\circ < 70-85^\circ$.

Рудовмещающие породы представляют собой сургучно-красные высококремнистые тонкослоистые радиоляриты и кремнистые туффиты, содержащие поток (60 см) спилитового порфирита.

Мелкие прерывистые скопления марганцевых руд прослеживаются на северо-запад, по левому борту левого притока р. Саринар на протяжении до 1 км, а также обнаружены в 150—500 м выше по главному ущелью р. Саринар. Обломки богатых марганцевых руд довольно часто встречаются среди делювиальных отложений.

Марганцевые руды макроскопически представляют собой темно-серый, до черного цвета тонкозернистый агрегат с полуметаллическим блеском. Руды главным образом довольно плотные, массивные. Местами образуют прожилково-вкрапленный тип среди радиоляритов.

Марганцевое оруденение представлено первично-окисными соединениями марганца. Руды сложены преимущественно браунитом и гаусманитом. Подчиненную роль играют якобит, криптомелан, гематит. В небольшом количестве совместно с браунитом присутствует биксбиит (ситапарит).

Нерудные минералы представлены кварцем и в очень незначительном количестве марганцевыми силикатами. Рудные скопления часто приобретают форму полос и линз, переслаивающихся с радиоляритами.

Браунит—главный и наиболее распространенный рудообразующий минерал. Он образует вкрапленники, гнезда, прожилки среди сургучно-красных кремней (радиоляритов). Макроскопически браунит представляет собой плотный скрытокристаллический агрегат темно-серого цвета с полуметаллическим блеском. Во внутренних частях оруденелых участков размер зерен не превышает сотых долей миллиметра. По мере приближения к периферии размер зерен браунита увеличивается, а на границе с нерудными минеральными агрегатами приобретает правильные кристаллографические формы.

Под микроскопом браунит обнаруживает как колломорфные (рис. 1-а), так и кристаллически зернистые текстуры. Последние представлены характерными для браунита полигональными и клиновидными образованиями. Клиновидный браунит слагает веерообразные и ради-

ально-лучистые агрегаты (рис. 1-б). Кроме того, среди нерудной массы часто образует дендриты изометрических выделений (рис. 1-в). Браунит в радиоляритах часто замещает скелеты радиолярий (рис. 1-г). Агрегаты, сложенные браунитом, часто катаклазированы, причем в непосредственной близости от тектонических нарушений признаки катаклаза проявляются сильнее.

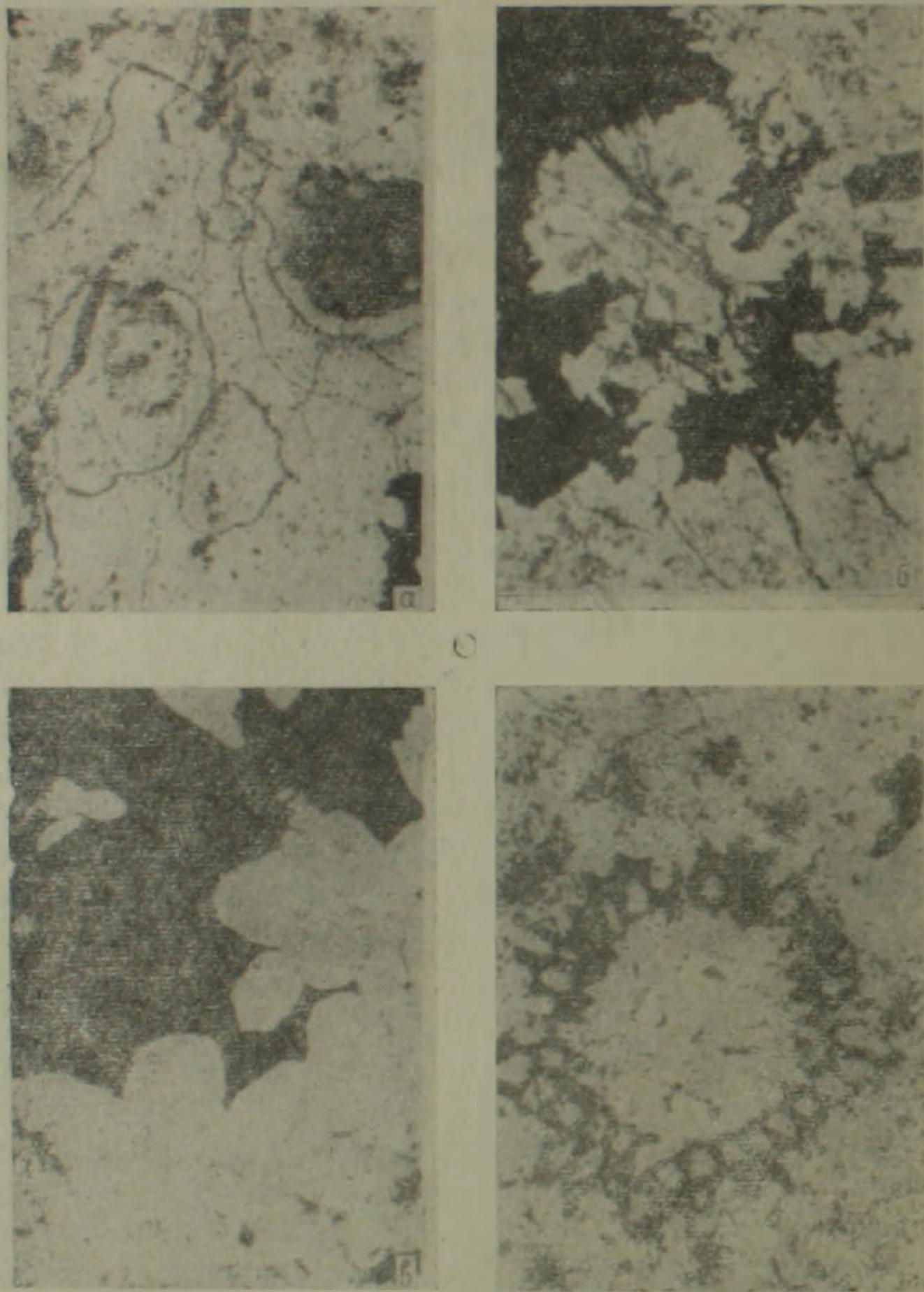


Рис. 1. а) Колломорфные выделения браунита. Полир. шлиф, увел. 100×; б) радиально-лучистые скопления клиновидных образований браунита. Полиров. шлиф, увел. 150×; в) дендриты изометричных кристаллов браунита. Полиров. шлиф, увел. 500×; г) скелет радиолярии, замещенной браунитом. Полиров. шлиф, увел. 150×.

На Саринарском проявлении можно выделить браунит двух генераций: браунит первичный и браунит, образованный за счет ранее существующих окисных и гидроокисных соединений марганца. В первом

случае он выпадает в виде колломорфных и различных кристаллически-зернистых образований, а во втором случае дает псевдоморфозы по манганиту. Кристаллически-зернистый браунит часто обнаруживает зональное строение.

Под микроскопом, в отраженном свете браунит обнаруживает серый цвет со слабым желтоватым оттенком. Отражательная способность чуть ниже, чем у магнетита. Двуотражение очень слабое, но при больших увеличениях заметно отчетливо. Эффекты анизотропии также отчетливые. В иммерсии цвет значительно темнеет, двуотражение и эффекты анизотропии проявляются отчетливее.

Шестоватые агрегаты браунита, с которыми связано несколько повышенное содержание Са (исследования проводились на микрозонде), обнаруживают обильные внутренние рефлексии бело-желтого цвета, количество которых в иммерсии значительно увеличивается.

Данные рентгеноструктурного анализа приведены в табл. 1. Рентгенограмма браунита из Саринара вполне соответствует брауниту из месторождения Тифернаин [9].

Таблица 1

Межплоскостные расстояния и интенсивность дифракционных линий браунита*

№№ п/п	<i>J</i>	$\frac{d}{n}$
1	1	3,28
2	10	2,710
3	2	2,54
4	4	2,348
5	4	2,156
6	1	2,043
7	9	1,655
8	5 дв.	1,418
9	4	1,35

* Рентгеноструктурные анализы проводились в рентгеноструктурной лаборатории ИГН АН Арм. ССР.

Гаусманит на Саринарском проявлении встречается гораздо в меньших количествах, чем браунит. Он образуется среди кремней и марганцевых силикатов в виде вкрапленников и гнезд очень мелкозернистых агрегатов. Обладает главным образом аллотриноморфнозернистой структурой. Развивается в тесной ассоциации с якобитом и гематитом.

Под микроскопом в отраженном свете обнаруживает все характерные для гаусманита оптические свойства: низкую отражательную способность, высокое двуотражение, яркие эффекты анизотропии, густо-красные внутренние рефлексии. Отдельные зерна обнаруживают характерные для гаусманита полисинтетические двойники (рис. 2-а). Скрытокристаллический гаусманит часто развивается в трещинах среди кремней, образуя решетчатые текстуры (рис. 2-б). Встречаются также колломорфные выделения среди общей кремнистой массы (рис. 2-в). Часто

образует псевдоморфозы по манганиту, где основная масса выполнена субмикроскопическим агрегатом, а вокруг зерен развивается реакционная кайма более крупнозернистого гаусманита (рис. 2-г).

Гаусманит встречается также как продукт распада высокотемпературного «вреденбургита», образуя пластинки в полях якобсита.

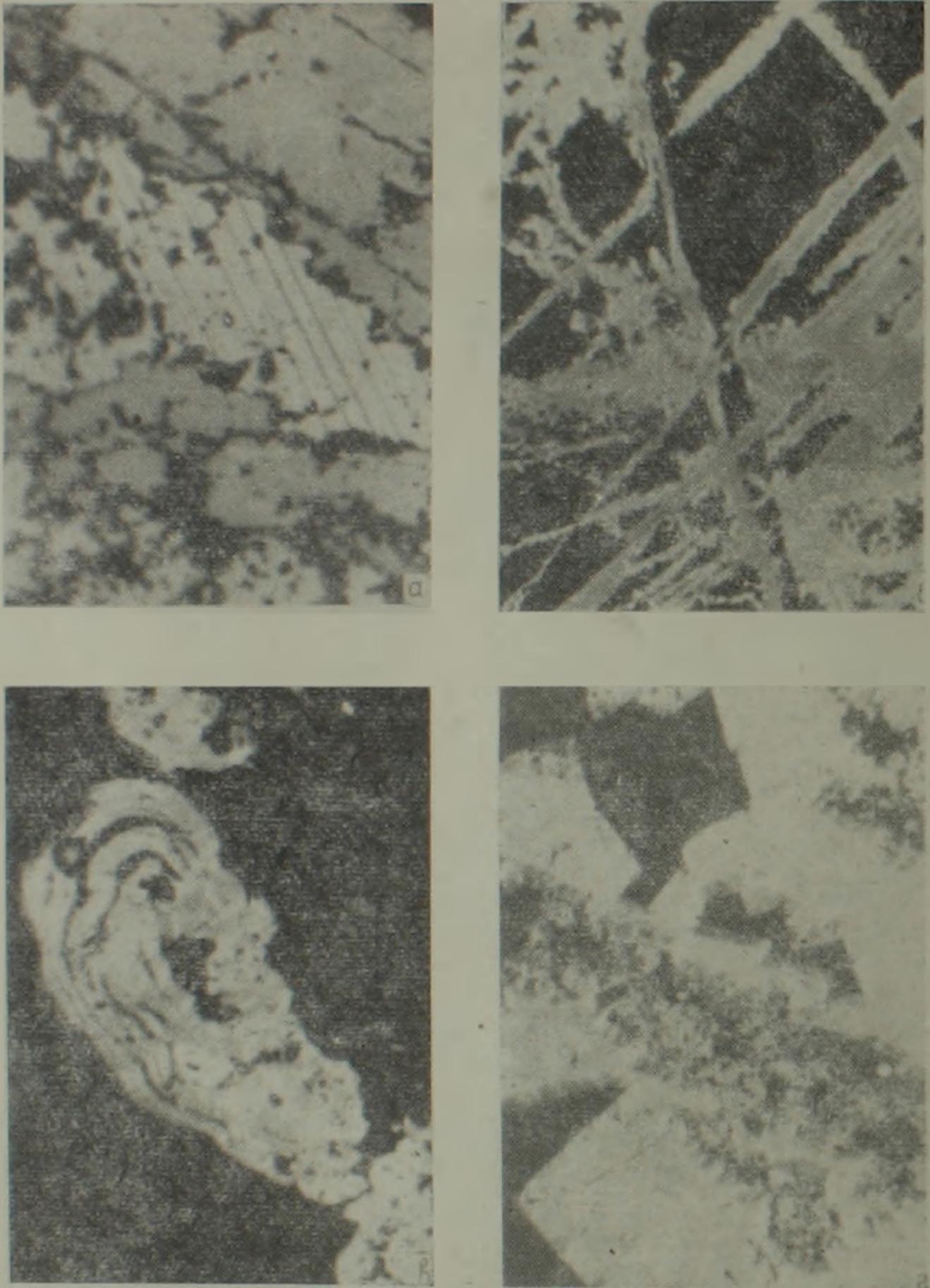


Рис. 2. а) Гаусманит в общей массе «вреденбургита», отчетливо видны полисинтетические двойники. Полир. шлиф, увел. 500×; б) скрытокристаллический гаусманит, выполняющий трещинки среди кремней. Полир. шлиф, увел. 500×; в) колломорфные выделения гаусманита в общей кремнистой массе. Полир. шлиф, увел. 500×; г) псевдоморфоза гаусманита по манганиту. Полир. шлиф, увел. 500×.

Якобсит встречается в очень незначительном количестве в тесной ассоциации с гаусманитом. Помимо сростаний с последними (как уже было отмечено выше—продукт распада «вреденбургита») образует

самостоятельные микрозернистые агрегаты, развивается также в виде вкрапленников идиоморфных и гипидиоморфных зерен среди основной кремнистой массы.

Под микроскопом в отраженном свете якобит обнаруживает отражательную способность порядка 20%, цвет белый, с заметным желтоватым оттенком, который обнаруживается рядом с гаусманитом. Слагает изотропные агрегаты. Сильно магнитен. Наиболее характерные межплоскостные расстояния якобита (правда несколько ослабленные) приведены в табл. 2.

Таблица 2
Наиболее характерные межплоскостные расстояния и интенсивность дифракционных линий якобита

№№ п/п	<i>J</i>	$\frac{d}{n}$
1	4	2,74
2	5	2,51
3	10	2,03
4	1	1,61
5	4	1,46

Как видно из таблицы, имеющиеся на нашей рентгенограмме линии вполне соответствуют линиям эталонного образца. Разница заключается в линиях 2,74 (средняя) и 2,03 (сильная), которые принадлежат гаусманиту.

Криптомелан образуется позже вышеописанных минералов. Развивается в трещинках и пустотах, образуя прожилки, гнезда и вкрапленники метаколлоидного строения с характерным «ледовым» узором.

Под микроскопом криптомелан обнаруживает низкую отражательную способность, отчетливое двуотражение, эффекты анизотропии без цветовых эффектов. Для метаколлоидных образований весьма характерно волнистое и пламевидное угасание.

На Саринарском проявлении криптомелан имеет ограниченное распространение. Чаще встречается в районе села Шишкая среди марганцевистых радиоляритов, в виде прожилков и корок.

Гематит на Саринарском проявлении среди рудных минералов выделяется последним. Он образуется в прожилках, сложенных скрытокристаллическим агрегатом гаусманита в виде чешуйчатых и пластинчатых агрегатов. Макроскопически гематит представляет собой тонкопластинчатый агрегат черного цвета с сильным металлическим блеском. Размер пластинок часто достигает 2—3 мм в поперечнике. Пластинки и чешуйки почти всегда просвечивают кроваво-красным цветом. От всех марганцевистых минералов гематит отличается сильным металлическим блеском.

Под микроскопом в отраженном свете гематит белый (в полях гаусманита). Отражательная способность средняя. Двуотражение отчетливое. Эффекты анизотропии довольно сильные. Как в воздухе, так и в

иммерсии довольно часто наблюдаются яркие кроваво-красные внутренние рефлексии.

Данные рентгеноструктурного анализа гематита приведены в табл. 3.

Таблица 3
Межплоскостные расстояния и интенсивность
дифракционных линий гематита

№№ п/п	<i>I</i>	$\frac{d}{n}$	№№ п/п	<i>I</i>	$\frac{d}{n}$
1	3	3,68	7	5	1,840
2	4	3,35	8	7	1,695
3	10	2,697	9	4	1,599
4	5	2,518	10	3	1,485
5	3	2,291	11	3	1,454
6	4	2,204	12	5	1,309

Результаты химического анализа марганцевой руды Саринарского проявления, отобранной из массивных и брекчиевидных участков, приведены в табл. 4.

Таблица 4
Химический состав марганцевых руд

Хим. элем.	№ пробы		Хим. элем.	№ пробы	
	<i>P'</i> -1/4	<i>P</i> -1/4		<i>P'</i> -1/4	<i>P</i> -1/4
<i>SiO</i> ₂	22,26	42,90	<i>MnO</i>	31,60	20,66
<i>TiO</i> ₂	не обн.	не обн.	<i>CaO</i>	не обн.	не обн.
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃	0,57	0,94	<i>MgO</i>	не обн.	не обн.
<i>Fe</i> ₂ <i>O</i> ₃	0,48	0,56	<i>H</i> ₂ <i>O</i> ⁻	1,25	3,27
<i>MnO</i> ₂	40,03	29,60	п.п.п.	5,02	3,27
				101,21	99,16

Анализ выполнялся в хим. лаборатории ИГН АН Арм. ССР, аналитик Т. Т. Авакян.

По данным приближенно-количественных спектральных анализов, руды Саринарского проявления содержат (в %): *Mn* ≫ 10; *Si*—5,6—0,75; *Va* ~ 3,2; *Al*—1,3—0,75; *Ca*—1,00—0,56; *Mg* и *Ni*—0,56—0,32; *Cu*—0,42—0,1; *Fe*—0,32—0,24; *Na*—0,32—0,1; *K*—0,18—0,42; *Ti*—0,13—0,1; *Zn* ~ 0,32; *Jt*—0,042; *V*—0,018; *Jb*—0,01; *Cr*—0,0075—0,0024; *Li* и *Be*—0,0018—0,0001 (анализ выполнялся в спектральной лаборатории ИГН АН Арм. ССР). Заслуживает внимания несколько повышенное содержание *Cu*, что, очевидно, связано с медно-марганцевыми минералами.

В заключение можно отметить, что тесная парагенетическая связь руд Саринарского проявления с кремнисто-вулканогенными образованиями офиолитового комплекса не вызывает сомнений. Судя по условиям залегания, вещественному составу и текстурно-структурным особенно-

стям, формирование руд носило эксгальционно-осадочный характер с последующим диагенетическим перераспределением рудного вещества и наложенными гидротермальными процессами.

Поступление и осаждение соединений марганца, давшее начало эксгальционно-осадочным рудам, происходило на фоне кремненакопления. Опыты Листовой Л. П. [1] показали, что при рН в пределах от 6,7 до 8,9 в среде морской воды происходит совместное осаждение окисных и гидроокисных соединений марганца и железа, без следов их дифференциации. При рН менее 6,7 происходит дифференциация этих соединений—гидроокислы железа совместно с кремнеземом выпадают в осадок, тогда как гидроокислы марганца остаются во взвешенном состоянии. Таким образом, первоначально выпадают железистые осадки характерного красновато-бурого цвета. Через определенный промежуток времени начинается осаждение марганца в виде темно-коричневых осадков.

Марганцевые концентрации на Саринарском рудопроявлении оказываются обедненными окислами железа (табл. 3). По-видимому, на фоне ритмичных накоплений железистых и марганцевистых кремней наступает момент, когда в морской бассейн поступают сильно обогащенные марганцем и рядом малых элементов рудоносные растворы. В этих случаях марганец опять-таки обособляется и выпадает в виде окисных и гидроокисных соединений, образуя богатые концентрации марганцевых руд, и конседиментационно брекчированные железно-кремнистые породы, сцементированные окисными соединениями марганца.

Судя по минеральному составу и текстурно-структурным особенностям, процессы рудообразования протекали на относительно больших глубинах при некотором недостатке кислорода. В таких условиях марганец первоначально выпадал в виде манганита (для образования высших окислов не доставало кислорода). В условиях умеренного регионального метаморфизма, за счет манганита в последующем мог образоваться браунит (2)—основной рудообразующий минерал и гаусманит, образующие на Саринарском проявлении псевдоморфозы по манганиту.

Не исключено, что местами на минеральном составе руд сказались процессы пирометаморфизма. В непосредственной близости от рудных тел нередко ископаемые потоки эффузивов. Скопления среди руд таких минералов, как вреденбургит, якобит, гаусманит и марганцевые силикаты, говорят об аномально высокотемпературных условиях формирования руд.

Как уже было отмечено, на рудопроявлении наблюдаются наложенные гидротермальные процессы, в результате чего здесь широко развиты кварцевые жилы и прожилки с гематитом и минералами группы псилломелана.

Мелкие примазки и гнезда марганцевых минералов среди кремнистых пород на западном продолжении севанских офиолитов, на Базумском хребте и в бассейне р. Ахурян свидетельствуют о региональной зараженности пород кремнисто-вулканогенной формации Амасийско-Севанского офиолитового пояса марганцем.

Саринарское проявление марганцевых руд по геологическому строению и минеральному составу несколько напоминает ранее известное Сваранцское проявление, которое парагенетически тесно связано с кремнисто-вулканогенными отложениями верхнего мела и представлено высокотемпературными браунит-биксбит-родонитовыми рудами [6, 7].

Аналогичные Саринарскому проявлению скопления марганцевых руд, парагенетически тесно связанных с офиолитовым комплексом, известны также и за пределами Арм. ССР—в Иране в Загросе месторождение Аб-Банд [8] и ряд проявлений марганца в Турции [10].

Таким образом, исходя из вышензложенного, можно заключить, что:

1) Руды Саринарского проявления парагенетически тесно связаны с кремнисто-вулканогенными образованиями офиолитового комплекса.

2) Поступление соединений марганца происходило на фоне накопления кремнистых осадков и, судя по условиям залегания и вещественному составу, носило эксгалационно-осадочный характер, с последующим диагенетическим перераспределением рудного вещества.

3) Как зачаточные рудные, так и наиболее значительные концентрации марганца размещены главным образом согласно с вмещающими породами: радиоляритами и другими кремнистыми породами. Проявление марганцевых руд тяготеет к конседиментационно брекчированным кремням, в верхней части разреза кремнисто-вулканогенной формации, наиболее насыщенной вулканитами.

4) Мелкие примазки и гнезда марганца, обнаруженные в кремнистых породах на западном продолжении севанских офиолитов, на Базумском хребте и в бассейне р. Ахурян, позволяют говорить о региональной зараженности марганцем пород кремнисто-вулканогенной формации Амасийско-Севанского офиолитового пояса.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 14.IV.1978.

Լ. Փ. ՅԱՇՎԻԼԻ

ՍԵՎԱՆԱ ԼՃԻ ՀՅՈՒՄԻՍԱՐԵՎԵԼՅԱՆ ԱՌԱՓՆՅԱ ՄԱՍԵՐԻ
ՄԱՆԿԱՆԱՅԻՆ ՀԱՆՔԱՆՅՈՒԹԵՐԻ ՄԻՆԵՐԱԼԱՅԻՆ
ԿԱԶՄԵՆ ՈՒ ԾԱԳՈՒՄԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հողվածում բերված են Սևանի օֆիոլիտային կոմպլեքսի կայծքարա-հրաբխածին ֆորմացիային հարող մանգանային հանքանյութերի միներալային կազմի և առաջացման երկրաբանական պայմանների ուսումնասիրման արդյունքները:

Մանրամասնորեն տրված է Սարինարի մանգանային հանքօրևակման միներալոգիական բնութագրումը, որի հանքանյութերը հիմնականում կազմված են բրաունիտից՝ հաուսմանիտի, հեմատիտի, կրիպտոմելանի և այլոց երկրորդական մասնակցությամբ:

Ի հայտ է բերված հանքայնացման էքսհալացիոն- նստվածքային բնույթը հանքային նյութի հետագա դիագենետիկ վերաբաշխմամբ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Листова Л. П. Физико-химические исследования условий образования окисных и карбонатных руд марганца. Изд-во АН СССР, М., 1961.
2. Минералы. Справочник, т. II, вып. 2, «Наука», М., 1967.
3. Рамдор П. Рудные минералы и сростания. Изд-во ИЛ., № 1, 1961.
4. Ренгартен В. П. Стратиграфия меловых отложений Малого Кавказа. В кн.: «Региональная стратиграфия СССР», т. 6, М., Изд. АН СССР, 1959.
5. Сатян М. А., Яшвили Л. П. О проявлении марганцевых руд в породах кремнисто-вулканогенной формации Севанского хребта. ДАН Арм. ССР, т. LXII, № 2, 1976.
6. Яшвили Л. П. О генезисе и перспективах марганцевого оруденения Армянской ССР. ДАН Арм. ССР, т. XLI, № 4, 1965.
7. Яшвили Л. П. Об условиях формирования Севкар-Саригюхского месторождения марганца. ДАН Арм. ССР, т. L III, № 3, 1971.
8. Brinkmann R. Geology of Turkey, Stuttgart, 1976.
9. Rumdor P. Simposium sobre acimiltos de mahgaheso T. 1, Mexiko, 1956.
10. Watters N. A., Etminan N. Manganese in Iran, Geological survei of Iran, Report № 21, 1973.