

АССОЦИАЦИИ АКИКСОСНЫХ МИНЕРАЛОВ В МАФИТ-УЛЬТРАМАФИТОВЫХ КОМПЛЕКСАХ ОФИОЛИТОВЫХ ПОЯСОВ АРМЯНСКОЙ ССР

Мафит-ультрамафитовые интрузивные комплексы на территории Армянской ССР входят в состав двух узких дугообразных офиолитовых поясов СЗ простирания – Севанского и Вединского. Севанский пояс прослеживается вдоль Базумского, Ширакского и Севанского хребтов на расстоянии около 200 км при ширине от 1 до 15 км, а Вединский пояс на расстоянии около 40 км, при ширине от 1 до 7 км в направлении сс. Арташат-Веди и отличается значительно меньшими размерами. Оба пояса продолжают на СЗ в Турцию и на ЮВ – в Иран и примыкают таким образом к обширной цепи офиолитов крупной Средиземноморской области.

Детальный анализ геолого-структурных, петрографических, петрохимических, минеральных и металлогенических особенностей Севанского и Вединского офиолитовых поясов позволяет рассматривать их как ассоциации верхнемелового и палеогенового вулканогенно-осадочных, габбро-перидотитового и габбро-диоритового интрузивных комплексов (Абовян, 1981).

Породы габбро-перидотитового интрузивного комплекса составляют около 85% площади распространения интрузивных пород Севанского и Вединского офиолитовых поясов. Они образуют массивы размерами от нескольких десятков метров до 75 кв.км, имеющие линзо- и пластообразные формы, вытянутые в СЗ – общекавказском направлении. Они многофазные и имеют сложный состав. В их строении в различных количественных соотношениях участвуют мафитовые и ультрамафитовые породы. В целом среди пород комплекса ультрамафитовые породы (70%) преобладают над мафитовыми (30%). Ультрамафитовые породы представлены главным образом перидотитами, реже дунитами и пироксенитами. Обычно ультрамафитовые породы в различной степени серпентинизированы, а вдоль контакта с известняками – листвинитизированы. Мафитовые породы пространственно тесно связаны с ультрамафитовыми и представлены различными габбро, габбро-норитами и норитами. Метаморфические породы развивающиеся по мафи-

там представлены амфиболитами и родингитами. Более кислые дифференциаты комплекса имеют подчиненное развитие и представлены габбро-диоритами, кварцевыми диоритами и реже плагиогранитами.

Породы габбро-диоритового интрузивного комплекса занимают около 15% площади выхода интрузивных пород описываемых поясов. Они слагают массивы небольших размеров площадью от сотен кв.м до 3,7 кв.км. По форме это штоко- и пластообразные тела, вытянутые в СЗ направлении. В отличие от многофазных массивов габбро-перидотитового комплекса, массивы габбро-диоритового комплекса имеют однофазное строение, характеризуются довольно простым составом, и представлены габбро, габбро-диоритами и диоритами.

Как известно, при решении различных вопросов петрологии и металогеологии магматических комплексов, в качестве дополнительных критериев используются акцессорные минералы. В частности, рассматриваемые интрузивные комплексы, как будет видно ниже, отличаются друг от друга количественным содержанием и химизмом акцессорных минералов.

С целью изучения закономерностей качественного и количественного распределения акцессорных минералов из пород рассматриваемых интрузивных комплексов отобрано около 350 проб-протолочек, исходным весом 10-12 кг. в каждой. Измельчение проб проводилось на щековых и валковых дробилках, промывка - на концентрационном столе, а обработка проб по "габбродной" схеме /Соболев, 1965/.

Детальное изучение протолочек из мафит-ультрамафитовых интрузивных пород офиолитовых поясов Армянской ССР позволило установить в них следующие акцессорные минералы:

а) простые и сложные окислы: магнетит (титаномагнетит, хром-магнетит), хромшпинелид, ильменит (лейкоксен), рутил, гематит, лимонит, монацит; б) сульфиды: пирит, никель-кобальт пирит, пирротин, пентландит, миллерит, хизлевудит, халькопирит, сфалерит, коваллин, галенит, киноварь, антимонит, реальгар, аурипигмент; в) силикаты: опен, циркон, гранат; г) гидрокарбонаты: малахит, азурит, артинит, брусит, англезит; д) карбиды: муассанит; е) самородные металлы: никелистое железо (аварунт), самородные - медь, свинец, мышьяк, золото.

Ниже приводится краткая характеристика акцессорных минералов.

а) Простые и сложные окислы:

Магнетит

Магнетит встречается во всех интрузивных породах и представлен магматической (первичной) и вторичной разновидностями.

Первичный магнетит встречается во всех типах пород, в количестве сотен г/т за исключением ультрамафитов. Он образует правильные кристаллы октаэдрического облика размерами до 2 мм с блестящими гранями черного цвета, обладающими слабой побелостью. Магнетит обычно слагает включения в пироксенах или сростки с пироксеном, амфиболом, биотитом, реже плагиоклазом.

В связи со значительным содержанием титана описанные магнетиты относятся к титаномagnetитам, при этом содержание титана в них возрастает в связи с увеличением кислотности вмещающих их пород. Повышенное содержание титана в титаномagnetитах средних и кислых пород указывает на генетическую связь последних с габброидными породами. Известно, что титаномagnetиты из соответствующих дифференциатов гранитоидной магмы содержат менее 1% TiO_2 (Штейнберг, Фоминих, 1961). В габбро-норитах встречена хромосодержащая разновидность магнетита-хромомagnetита с содержанием Cr - 8,4%.

Вторичный магнетит образуется в результате разложения темнокрасных минералов - в ультрамафитовых породах в процессе серпентинизации дунитов, перидотитов и пироксенитов, в мафитовых породах - в результате хлоритизации и амфиболитизации габброидов. Количество его находится в прямой зависимости от степени разложения указанных пород. Вторичный магнетит образует тонкую рудную пыль вдоль пироксеновой спайности в перидотитах, пироксенитах и габброидах и слагает стенки петаль в дунитах. Рентгенограмма порошка, выделенного из серпентинизированного дунита, указывает на его принадлежность к типичному магнетиту (Абовян, Борисенко, 1971). Концентрации элементов-примесей во вторичном магнетите из ультрамафитов не превышает их содержания в силикатах, за счет разложения которых они образовались. Содержания Ni, Co и Cr в титаномagnetитах основных и кислых дифференциатов габбро-перидотитового комплексов значительно выше, чем в титаномagnetитах соответствующих пород габбро-диоритового комплекса, что может служить дополнительным подтверждением генетической самостоятельности выделенных магматических комплексов.

Х р о м ш п и н е л и д

Хромшпинелид характерен для ультрамафитовых и некоторых разновидностей мафитовых пород габбро-перидотитового комплекса в количестве от единиц г/т до тысяч г/т.

В относительно свежих разновидностях ультрамафитов хромшпинелид образует правильные октаэдрические кристаллы размерами от 0,1 до 0,5 мм. В серпентинизированных разновидностях зерна приобретают более или менее округлую форму, со сглаженной матовой поверхностью.

Отмечается зависимость состава хромшпинелидов и содержания в них элементов-примесей от состава вмещающих их пород и от положения последних в теле ультрамафитового массива.

И л ь м е н и т

Ильменит встречается в виде единичных знаков в некоторых разновидностях пироксенитов и довольно неравномерно во всех мафитовых породах обоих магматических комплексов, особенно в габбро-диоритовом.

Ильменит слагает зерна неправильной формы в ассоциации с титаномagnetитом, реже кристаллы таблитчатого и октаэдрического облика размерами до 0,6 м. Иногда встречается пластинчатое выделение ильменитина в титаномagnetите в виде продукта распада твердого раствора. Цвет ильменита черный или стально-серый, блеск смолистый, металлоидный, непрозрачен. Измененные зерна с поверхности замещаются лейкоксеном серого цвета, а во внутренних частях иногда сохраняются остатки черного ильменита.

Р у т и л

Рутил распространен в виде единичных знаков в измененных пироксенитах, диоритах, плагтиогранитах габбро-перидотитового, а также в диоритах габбро-диоритового комплексов. В гидротермально-измененных породах Мумукан-Красарского массива количество его резко возрастает до 65 г/т.

Для кристаллов рутила характерен призматический облик. Цвет — от вишнево-красного до черного, в тонких осколках просвечивает буровато-красным цветом. Размеры зерен рутила достигают до 0,3 мм.

Отсутствие рутила в свежих породах, появление его в изменен-

ных разновидностях и возрастание его количества в гидротермально-измененных породах, по-видимому, связано с деятельностью постмагматических гидротермальных растворов.

Гематит

Гематит встречается главным образом в гидротермально-измененных породах (сотни г/т), значительно меньше - в серпентинитах, лиственитах и в мафитовых, средних и кислых породах габбро-перидотитового (десятки г/т) и в виде единичных знаков в породах габбро-диоритового комплексов.

Гематит образует пластинчатые, таблитчатые, реже ромбоэдрические кристаллы, иногда пылевидные, и скрытокристаллические или коллоидные скопления. Цвет кристаллических разновидностей железно-черный, скрытокристаллических или коллоидных скоплений - красный. Блеск полуметаллический, в тонких осколках просвечивает густо красным цветом. В габбро, кварцевых диоритах и плагиогранитах отмечается в различной степени мартитизированные кристаллы магнетита. Размеры зерен гематита достигают 3 мм.

Возникновение гематита в рассматриваемых породах связано с их постмагматическим изменением.

Иоцит

Иоцит обнаружен в незначительном количестве (единицы г/т) в габбро и габбро-пегматитах габбро-перидотитового и в виде единичных знаков в породах габбро-диоритового комплекса.

Иоцит встречается в виде черных шариков с блестящей поверхностью до 0,3 мм. Части сростки с магнетитом. Иоцит, по-видимому, образовался за счет магнетита в восстановительных условиях.

Лимонит

Лимонит присутствует во всех разновидностях пород габбро-перидотитового комплекса, особенно в их измененных разновидностях. Значительно меньше он встречается в породах габбро-диоритового комплекса.

Лимонит образует псевдоморфы по магнетиту, пириту и шпротину. Часто, в результате лимонитизации пылевидных выделений

ний магнетита, серпентиниты и листвениты приобретают коричне-вато-бурый цвет.

б) Сульфиды

П и р и т

Пирит встречается неравномерно во всех разновидностях пород от единичных знаков до 8200 г/т. В породах габбро-перидотитового комплекса наблюдается увеличение количества пирита от ультрамафитовых пород к мафитовым, средним и кислым. Значительное количество пирита отмечается в серпентинитах, лиственитах и гидротермально-измененных породах.

В ультрамафитах и в породах габбро-диоритового комплекса размеры зерен пирита не превышают 0,5 мм, а в остальных типах пород достигают до 5 мм.

Для пиритов из пород габбро-перидотитового комплекса характерно более высокие содержания Cr , Ni , Co , Zn и более низкие содержания Ti , Mn , V по сравнению с пиритами из пород габбро-диоритового комплекса. Кроме того, в пиритах из гидротермально-измененных пород наблюдается привнос Ti , As и B .

Из изложенного ясно, что пириты четко реагируют на состав среды, в которой происходила их кристаллизация, а также на постмагматические процессы, обусловившие гидротермальное изменение вмещающих пород.

П и р р о т и н

Пирротин встречается во всех разновидностях пород от единичных знаков до 600 г/т. Среди пород габбро-перидотитового комплекса количество пирротина увеличивается с возрастанием кислотности пород. В породах габбро-диоритового комплекса количество пирротина вновь резко сокращается.

Пирротин представлен угловатыми, неправильными, кричловатыми и лапчатыми выделениями размерами от 0,1 до 1,0 мм. Целые кристаллы редки.

Для пирротинов всех пород габбро-перидотитового комплекса характерны довольно высокие содержания Cr , Ni , Co , а содержания Ti , Cu , Zn и Sc возрастают от пирротинов ультрамафитовых пород к пирротинам мафитовых и средних пород.

В породах основного состава пирротины имеют магматическое происхождение — они выделяются последними после силикатов, а

в породах ультрамафитового состава и в гидротермально-измененных породах они имеют эпимагматическое происхождение.

Пентландит

Пентландит в количестве единичных знаков обнаружен только в породах габбро-перидотитового комплекса. Наблюдается некоторое увеличение его количества с повышением степени серпентинизации пород (единицы г/т). Наиболее высокое содержание пентландита отмечается в гидротермально-измененных породах (сотни г/т).

Пентландит образует зерна неправильной формы размерами до 0,4 мм. Часто встречаются более мелкие сростки с хромшпинеллом и пирротинном. В рассматриваемых породах пентландит является эпимагматическим минералом и связан с гидротермальными процессами.

Миллерит

Миллерит встречен в виде единичных знаков только среди ультрамафитов, причем количество его увеличивается в связи с повышением степени серпентинизации пород.

Он представлен тонкими пластинчатыми выделениями с неправильными часто изрезанными контурами размерами до 0,2 мм в трещинках акцессорных хромшпинелидов. Цвет латунно-желтый, иногда с радужной побелалостью. Блеск металлический.

Как и пентландит, миллерит выделяется в более позднюю эпимагматическую стадию, связанную с гидротермальными процессами.

Хизлевудит

Хизлевудит обнаружен в виде единичных знаков только среди дунитов и перидотитов. Наблюдается увеличение его количества в связи с повышением степени серпентинизации пород (до единиц г/т).

Хизлевудит образует зерна неправильной формы, иногда крючковатые выделения размерами до 1 мм в сростках с пирротинном и особенно часто с аварунтом, за счет которого, по-видимому, и образуется. Цвет — бледножелтый, блеск металлический, магнетон.

Хизлевудит редкий эпимагматический минерал, связанный с про-

цессом серпентинизации, причем источником серы и никеля являлись сами ультрамафитовые породы.

Х а л ь к о п и р и т

Халькопирит встречается в незначительных количествах в породах обоих комплексов от единичных знаков до 8 г/т и в гидротермально-измененных породах до 90 г/т.

Он представлен кристаллами октаэдрического облика или их обломками размерами до 0,5 мм. Цвет латунно-желтый. Встречаются разности, замещенные малахитом и азурином.

Присутствие халькопирита только в измененных разновидностях пород, вероятно, указывает на его возникновение в эпиматматическую стадию в результате гидротермальных процессов.

Г а л е н и т

Галенит обнаружен только в породах габбро-перидотитового комплекса в количестве от единичных знаков до 32 г/т и в гидротермально-измененных породах до 45 г/т.

Он образует таблитчатые, пластинчатые или кубические зерна размерами до 0,4 мм часто со ступенчатой поверхностью. В результате окисления с поверхности они покрыты белым англезитом.

Приуроченность к измененным разновидностям пород и ассоциация с пиритом и халькопиритом указывает на гидротермальное происхождение галенита.

К и н о в а р ь

Киноварь встречена только в гидротермально-измененных породах от единичных знаков до 30 г/т.

Она представлена примазками и налетами, реже сплошными массами или неправильными зернами размерами до 1 мм.

Ассоциация киновари с пиритом, халькопиритом, карбонатами и кварцем указывает на его гидротермальное происхождение.

С ф а л е р и т

Сфалерит обнаружен в породах габбро-перидотитового комплекса и в гидротермально-измененных породах от единичных знаков до 20 г/т.

В шлихах он представлен остроугольными обломками с остатками граней тетраэдрической формы с хорошо выраженной спайностью, реже игольчатыми кристаллами кубической формы размерами до 0,5 мм.

Ассоциация с пиритом, халькопиритом, телуритом и кинноварью позволяет отнести офалерит к гидротермальному образованию.

А н т и м о н и т

Антимонит встречен только среди пород габбро-перидотитового комплекса Мумухан-Красарского массива в виде единичных зерен.

Он состоит призматических, игольчатых и неправильной формы кристаллы с вертикальной штриховкой размерами до 0,7 мм, иногда игольчатые кристаллы слагают агрегат радиально-лучистого строения.

Как и другие сульфиды антимонит относится к гидротермальным образованиям.

Р е а л ь г а р и а у р и п и г м е н т ы

Реальгар и аурипигменты встречены среди серпентинитов в виде единичных зерен и среди гидротермально-измененных пород Мумухан-Красарского массива до 50 г/т.

Они представлены призматическими кристаллами размерами до 0,4 мм, на гранях которых наблюдается тонкая штриховка параллельно вертикальной оси. Радио встречается двойники. При изменении реальгар превращается в аурипигмент.

Реальгар и аурипигмент как и антимонит, образовались в результате поздних гидротермальных процессов.

в) Гидрокарбонаты и карбонаты

М а л а х и т и а з у р и т

Оба минерала обнаружены среди наиболее измененных пород обоих комплексов и лиственитов в количестве от единичных знаков до 10 г/т (малахит) и до 4 г/т (азурит).

Малахит и азурит образуют частичные или полные псевдоморфозы по халькопириту. Формы и размеры их выделений находятся в зависимости от таковых халькопирита.

Б р у с и т и а р т и н и т

Брусит встречен только в серпентинитах в количестве от единичных зерен до 3 г/т (артинит) и 6 г/т (брусит).

Брусит наблюдается в виде чешуйчатых и листоватых образований белого или желтовато-белого цвета размерами до 0,3 мм, а артинит — тонкоиглочатых образований снежно-белого цвета размерами до 0,7 мм.

Оба минерала образовались в результате гидротермального изменения оливина в процессе серпентинизации.

г) Силикаты

С ф е н и ц и р к о н

Оба минерала встречены в большинстве пород обеих интрузивных комплексов в количестве от единичных зерен до 3 г/т и в гидротермально-измененных породах до 40 г/т. Наблюдается некоторое увеличение количества сфена при переходе от интрузивных пород к их жильным фацциям.

Сфен представлен клиновидными или конвертовидными кристаллами размерами до 0,8 мм, а циркон длиннопризматическими кристаллами с тетрагональными бипирамидами, размерами до 0,5 мм.

Они кристаллизовались в последние моменты магматической стадии после породообразующих силикатов.

Г р а н а т ы

А н д р а д и т и а л ь м а н д и н

Андрадит встречен в некоторых разновидностях серпентинитов в количестве единичных знаков до 7 г/т и в контактово-измененных породах некоторых массивов и габбро-диоритового комплекса до сотен г/т, а альмандин — в перидотитах в количестве от единичных знаков до 5 г/т.

Андрадит из серпентинитов имеет зеленый цвет и ромбо-додраэдрический облик, часто в комбинации с тетрагон-триоктаэдром, размерами до 2 мм. Коричневато-бурый разновидность андрадита из контактово-измененных пород составляет октаэдрические кристаллы, размерами до 1 мм в ассоциации с магнетитом. Альмандин представлен тетрагон-триоктаэдрическими кристаллами оранжево-красного цвета размерами до 0,6 мм.

Образование зеленой разновидности андрадита связано с воздействием кислых гидротерм на ультрамафиты, коричневатато-бурой - с изменением известняков на контакте с габбровым интрузивом. Альмандин имеет магматическое происхождение и составляет первичную составную часть перидотитов.

д) Самородные металлы

Аварунт - никелистое железо

Аварунт наблюдается среди серпентинизированных разностей ультрамафитов в количестве от единичных знаков до десятков г/т. Отмечается резкое возрастание его количества при повышении степени серпентинизации пород.

Он составляет зерна неправильной формы, кричковатые выделения, размерами до 1 мм.

Тесные сростания аварунта с магнетитом и серпентинитом, иногда явные признаки замещения магнетита, указывают на его возникновение за счет магнетита при низкотемпературных восстановительных условиях, при этом источником никеля служили сами ультрамафиты. По мнению П.Рамдора (1962), для образования аварунта, кроме восстановительной среды необходимо также одновременное каталитическое воздействие следов платины.

Самородная медь

Самородная медь обнаружена среди пород габбро-перидотитового комплекса от единичных знаков до 8 г/т.

Она образует неправильные, кричковатые, пластинчатые, иногда моховидные выделения, размерами до 0,7 мм.

Как и аварунт, самородная медь образуется в восстановительных условиях, источником меди служили сульфиды, с которыми она ассоциирует.

Самородный свинец

Самородный свинец встречен в большинстве пород обокх интрузивных комплексов в количестве от единичных знаков до 5 г/т.

Он представлен зернами неправильной формы и кричковатыми выделениями размерами до 1 мм.

Самородный свинец также образуется в восстановительных условиях, источником свинца служили галенит и некоторые суль-

фиды меди и железа, в которых галенит встречается в виде механической примеси.

С а м о р о д н ы й м ы ш ь я к

Самородный мышьяк наблюдается среди аподунитовых серпентинитов Мумухан-Красарского массива, к югу от гидротермально-измененных пород сурьмяно-мышьякового месторождения в количестве до 2-3 г/т.

Он встречается в виде пластинчатых выделений, реже кристаллов псевдокубического облика размерами до 0,5 мм.

Образование самородного мышьяка, ассоциирующего с реальгаром, аурипигментом и другими сульфидами, связано с гидротермальным процессом, обусловившим также возникновение сурьмяно-мышьякового месторождения.

С а м о р о д н о е з о л о т о

Самородное золото встречено среди дунитов и перидотитов в количестве единичных знаков.

Оно составляет пластинчатые, реже кричковые выделения размерами до 0,5 мм.

Нахождение самородного золота в относительно свежих ультрамафитах вдали от месторождений золота, по-видимому, указывает на его магматическое происхождение.

е) Фосфаты

А п а т и т

Апатит обнаружен почти во всех разновидностях пород в количестве от единичных зерен до 4 г/т в ультрамафитах и до 280 г/т в мафитах. Отмечается увеличение количества апатита в связи с повышением степени серпентинизации ультрамафитов.

Он представлен хорошо образованными кристаллами удлиненных шестигранных призм или, реже, утолщенных призм короткостолбчатого облика размерами до 0,8 мм.

Для ультрамафитов характерны тонкие иглоподобные бесцветные, почти прозрачные кристаллы апатита размерами до 0,2 мм, а для мафитов — менее удлиненные серые, иногда черные кристаллы с бипирамидами размерами до 0,6 мм, для средних и кислых

пород — короткостолбчатые кристаллы изометрического облика черного цвета с комбинацией бипирамиды и базопинакоида размерами до 0,8 мм.

Наличие в апатите редких земель церио-иттриевого состава указывает на генетическую связь вытесняемых их пород с основной магмой / Семенов, 1963/.

Выделение кристаллов апатита произошло, по-видимому, одновременно или позже начала кристаллизации породообразующих минералов.

ж) Карбиды

Муассанит

Муассанит встречается в некоторых апоперидотитовых серпентинитах в количестве от единичных знаков до 6 г/т.

В шлихах он имеет форму остроугольных неправильных обломков, реже — удлиненных гексагональных табличек размерами до 0,3 мм.

Ассоциация с хромшпинелидом, гранатом альмандин-пиропового состава указывает на то, что муассанит представляет первичную составную часть перидотитов, образовавшихся в условиях высокого давления и температуры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сложные геологические условия образования пород интрузивных комплексов наложили свой отпечаток на процессы кристаллизации в них акцессорных минералов — на их видовой состав, форму, размеры и химические особенности. Сравнение акцессорных минералов одноклассных, но в различной степени измененных пород, позволяет установить более широкое разнообразие их видового и количественного содержания в измененных разновидностях и при переходе от интрузивных пород к породам их жильных серий.

Химические особенности акцессорных минералов обусловлены той средой, в которой происходила их кристаллизация. Хромшпинелиды, титаномагнетиты, пириты и пирротины из различных магматических комплексов резко отличаются друг от друга по коли-

чественному распределению ряда элементов-примесей, — что может служить надежным геохимическим критерием, который, наряду с геолого-петрографическими факторами, позволяет выделять самостоятельные интрузивные комплексы.

Некоторые акцессорные минералы являются показателями более поздних наложенных гидротермальных процессов и могут служить полевым признаком на руды мышьяка, сурьмы и ртути.

В зависимости от времени выделения акцессорных минералов различаются пять стадий: ранне- и позднемагматическая, автометаморфическая, гидротермальная и гипергенная.

Изучение акцессорных минералов габбро-перидотитового комплекса показывает, что среди них выделяются ассоциации характерные для определенных типов пород: для ультрамафитовых — ассоциация хромшпинелид, вторичный магнетит, аварунит, хизлевудит; для основных — титаномagnetит, иоцит, халькопирит и для обоих типов — хромшпинелид, вторичный магнетит, пирит, пирротин, пентландит, циркон и апатит. В ультрамафитовых породах по сравнению с мафитовыми в целом характерно сокращение видового и количественного содержания акцессорных минералов.

Следует отметить, что ассоциация хромшпинелид-вторичный магнетит-аварунит-хизлевудит указывает на возможность обнаружения самостоятельных минералов группы платины в ультрамафитах Армянской ССР, а ассоциация хромшпинелид-гранат-муассанит позволяет надеяться на их возможную алмазность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абовян С.Б. Мафит-ультрамафитовые интрузивные комплексы офиолитовых поясов Армянской ССР. Изд. АН АрмССР, 1981.
2. Абовян С.Б., Борисенко Л.Ф. Новые данные о вторичном магнетите из ультрабазитов Армянской ССР. ДАН АрмССР, т.П, № 4, 1971.
3. Рамдор П. Рудные минералы и их сростания. Изд. ИЛ, 1962.
4. Семенов Е.И. Минералогия редких земель. Изд. АН СССР, 1963.
5. Соболев С.Ф. Габбро-тоналитовый комплекс Полярного Урала. Изд. "Наука", 1965.
6. Штейнберг Л.С., Фоминих В.Г. Состав акцессорного титаномagnetита в различных генетических типах гранитоидов Урала. ДАН СССР, т.139, 1961.