

A. I. BROTHANDEL, T. T. GVERDTSITEL', G. T. GUELOVANI, N. E. LOMIDZE,
G. A. NADIRBAIDZE, V. K. SERAFIMOV, G. K. SULAKVELIDZE, M. B. CHIKVAIDZE,
G. Z. ELBAKIAN

A QUASI EMPIRICAL MODEL OF THE HAILCLOUD AND AN ATTEMPT TO INFLUENCE THE HAILING PROCESS

A b s t r a c t

A schematic presentation is given of the hail formation process in the vertical section of a hailcloud with an invariable wind direction. The dropping of large hail-stones is assumed to be triggered from the cloud zone with maximum rates of ascending currents. A new model is suggested of hail dropping from the section closer to the cloud front having lower current rates. A substantiation is offered for localization and timing of the reagent injection to prevent hailing process.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абшасв М. Т., Бурцев И. И., Ваксбург С. И., Шевела Г. Ф. Руководство по применению радиолокаторов МРЛ-4, МРЛ-5 и МРЛ-6 в системе градозащиты. Л., Гидрометеониздат, 1980, с. 230.
2. Бартишвили Г. С., Кавиладзе М. Ш., Соломко Б. А. Некоторые результаты исследования роста града на основе изотопного анализа, Тр. ВГИ, 1977, вып. 38, стр. 28—39.
3. Библашвили Н. Ш., Бурцев И. И., Серегин Ю. А. Руководство по организации и проведению противоградовых работ. Л., Гидрометеониздат, 1981, с. 168.
4. Бротгандель А. И., Сулаквелидзе Г. К. О радиолокационных характеристиках градовых облаков. Известия АН АрмССР, Науки о Земле, № 4, 1974.
5. Сулаквелидзе Г. К. Ливневые осадки и град. Л., Гидрометеониздат, 1967, с. 356.
6. Сулаквелидзе Г. К. Некоторые вопросы роста града в облаке. В сб.: Проблемы оптики атмосферы, Л., ЛОЛГУ, 1979, с. 63—79.
7. Хоргуани В. Г. Микрофизические исследования зарождения и роста града. Метеорология и гидрология, № 8, 1982, с. 118—125.
8. Хоргуани В. Г., Тлисов М. И. О природе зародышей и концентрации града в облаке. ДАН СССР, т. 227, № 5, с. 1108—1111.
9. Browning K. A., Foote G. B. Air flow and hail growth in supercell storms and some implications for hail suppression. Suart. J. Road, Met. Soc., № 7, pp. 494—533, 1976.
10. Browning K. A. Comments on numerical simulation of the life history of a hail-storm. J. Atm. Sci., 9, № 35, pp. 1553—1554. 1977.
11. List R., Agnew T. Air bubbles in artificial hailstones. J. Atm. Sci., 1973, vol 30, № 5, pp. 1158—1165.
12. Ludlam F. H. The hail problem. Roma 1956, Nubila 1, pp. 12—95.

Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, XXXVIII, № 3, 62—66, 1985.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 553.23:411(479.25)

М. А. АРУТЮНЯН, М. А. КУКУЛЯН

ВРЕМЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗОЛОТА В ПРОЦЕССЕ СКАРНО- И РУДООБРАЗОВАНИЯ НА КЕФАШЕНСКОМ СКАРНОВОМ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВОМ ПРОЯВЛЕНИИ ЗАНГЕЗУРСКОГО РУДНОГО РАЙОНА (Армянская ССР)

Целью настоящей статьи является выявление золотоносности скарновых пород и времени выделения золота в общем процессе скарно-рудообразования.

Скарновое медно-молибденовое проявление у с. Кефашен (Кафанский район) известно с начала века и до сих пор является объектом изучения петрографов, минералогов и геохимиков. Представлено оно пластообразным телом скарнов мощностью от 2,0 до 17,0 м и прослеживается на расстоянии 2,0 км по контакту гранитоидов Гехинского интрузива с пермскими известняками. Минералогические и петрографические исследования [3] позволили отнести скарны Кефашена к известковой формации с определяющим парагенезисом пироксена диопсид-геденбергитового ряда с гранатом андрадит-гроссулярового состава. Температурная фация скарнов, по С. А. Жарикову [4], определяется пироксен-гранат-волластонитовым парагенезисом, характеризваемым температурным интервалом образования от 550 до 750 (800) °С.

Метасоматическая колонка скарнов представлена следующим чередованием пород: гранодиорит-пироксен-плагиоклазовая порода—диопсидовый скарн (реликтовый)—гранатовый скарн—салитовый скарн (реликтовый)—волластонитовый скарн (реликтовый)—известняки. При суммарной мощности скарнов в 17,0 м, на долю околоскарновых пород приходится 2,0 м. Остальные породы реликтивными останцами диаметром до 0,7 м встречаются среди мономинеральных гранатовых скарнов, преобладающее развитие которых в сравнении с общей мощностью скарнов можно выразить цифровым соотношением 4,3:5,0.

Железистость граната в разрезе, поперечном скарновой залежи, меняется от 22% андрадитового минала в эндоскарнах до 80%—в экзоскарнах. Содержание пиральспитов от 2,0 до 11,4% [1].

Пироксен-плагиоклазовый парагенезис околоскарновых пород позволяет отнести скарны к фации нормальной щелочности [3]. Исследования соотношений железистости, находящихся в парагенезисе пироксена и граната эндоскарновой фации ($f_{пир}/f_{гр}=22/42$) показали, что скарны Кефашена могут быть отнесены к фации пониженной кислотности: $K_p=0,52$. [1].

Оруденение развито преимущественно в скарнах и в примыкающих к скарнам гранодиоритах. Представлено оно преимущественно гнездово-вкрапленной халькопирит-молибденитовой минерализацией, с обогащением эндо- и экзоскарнов, а в прилегающих к скарнам гранитоидах, в основном, маломощными (до 0,5—1,5 м) кварц-молибденитовыми прижилками. Кроме того, в пределах скарновой зоны отмечаются небольшие гнездо- и линзообразные тела магнетитового состава.

В результате изучения рудных образований проявления, их пространственно-временных взаимоотношений, нам представляется возможным выделить следующие парагенетические ассоциации минералов:

1. Кварц-хлорит-эпидот-кальцит-магнетит-пирит-андрадитовая;
2. Кварц-кальцит-молибденит-эпидот-гематит-пирит-халькопиритовая;
3. Кварц-кальцит-халькопирит-андрадитовая;
4. Кварц-молибденитовая;
5. Кварц-сфалерит-пирротиновая;
6. Кварц-карбонатная.

Изменения скарнов, сопровождающие магнетитовую минерализацию (1-ая ассоциация), характерны для среднетемпературной фации магнетитовых руд сопутствующего типа, выделяемых В. А. Жариковым [4]. Железистость граната высокая и составляет 87—88% андрадитового минала. Гранатая кварц-кальцит-халькопирит-андрадитовая ассоциация характеризуется меньшей железистостью и содержит 70—75% андрадитового минала.

Кварц во всех указанных ассоциациях в пределах скарновой зоны

имеет резко подчиненное значение, и его роль возрастает в кварц-молибденитовой ассоциации, при наложении ее на гранитоиды.

Выделяемые выше ассоциации рудных минералов пространственно разобщены, и выяснить их взаимоотношения оказалось возможным на участках развития магнетитовых руд, при наложении на них сульфидной минерализации, что отмечается в северо-восточной части скарновой зоны.

Распределение свободного золота не зависит от количества заключенных в скарнах сульфидов. Самородное золото в виде зерен, а также тонких пластинок встречается не только в скарновых породах, но и в магнетитовой руде. Размер включений от нескольких микрон до 0,01 мм. Выделения золота, как правило, тяготеют к микротрещинкам в породе, а также к микрополостям между зернами граната и магнетита. Наблюдаемые взаимоотношения золота с сульфидами—халькопиритом, пиритом, пирротинном и сфалеритом не дают каких-либо конкретных указаний о последовательности их отложения; во всяком случае, примазок и пленок золота на гранях сульфидных минералов не отмечается, тогда как для магнетита и андрадита такого рода явления встречаются довольно часто. По данным А. Л. Павлова [6], магнетит, андрадит и другие минералы, содержащие слабые основания (Fe, Mn и др.), способствуют разложению комплексных соединений золота AuS^{-1} , AuS^{-3} с выпадением самородного золота на поверхности этих минералов или по трещинкам в них.

Данные пробирного и атомно-абсорбционного анализов скарновых пород, не затронутых процессами гидротермального изменения, показали сравнительно однотонные содержания золота, со сравнительным обогащением эндоскарновых фаций (табл. 1).

Средние содержания золота в скарновых породах

Таблица 1

Скарновые породы	Содержание в г/т	Количество анализов
Околоскарная пироксен-плагиоклазовая порода	0.6	7
Гранатовый эндоскарн	0.4	5
Гранатовый экзоскарн	0.1	4
Салитовый эндоскарн	0.1	4
Волластонитовый эндоскарн	0.1	3

Центральная лаборатория Управления Геологии АрмССР. Аналитик Хачатрян Р. С.

Поскольку приведенные в табл. 1 содержания не исключают возможности нахождения в породах тонкодисперсного золота, нами, для более четкого представления о характере распределения золота, проводились исследования гранатовых скарнов с использованием рентгено-спектрального микроанализатора JXA-5 («Джеол», Япония). Исследования показали, что наряду с тонкодисперсным золотом имеет место довольно насыщенное содержание золота в структуре гранатов.

На рис. 1 зерно самородного золота находится в межзерновой полости скопления андрадитов. Исследование этого поля в рентгеновских лучах K_{Au} показывает более или менее равномерное площадное распределение золота в гранатах (рис. 1б). Кривая распределения интенсивностей аналитической линии золота, полученная в результате линейного сканирования по профилю А—Б, обнаруживает, кроме экстремального содержания золота, соответствующего участку локализации самородного зерна, повышение содержания его в андрадитах по мере прохождения профиля от самородного золота через межзерновую полость к гранатам (рис. 1в).

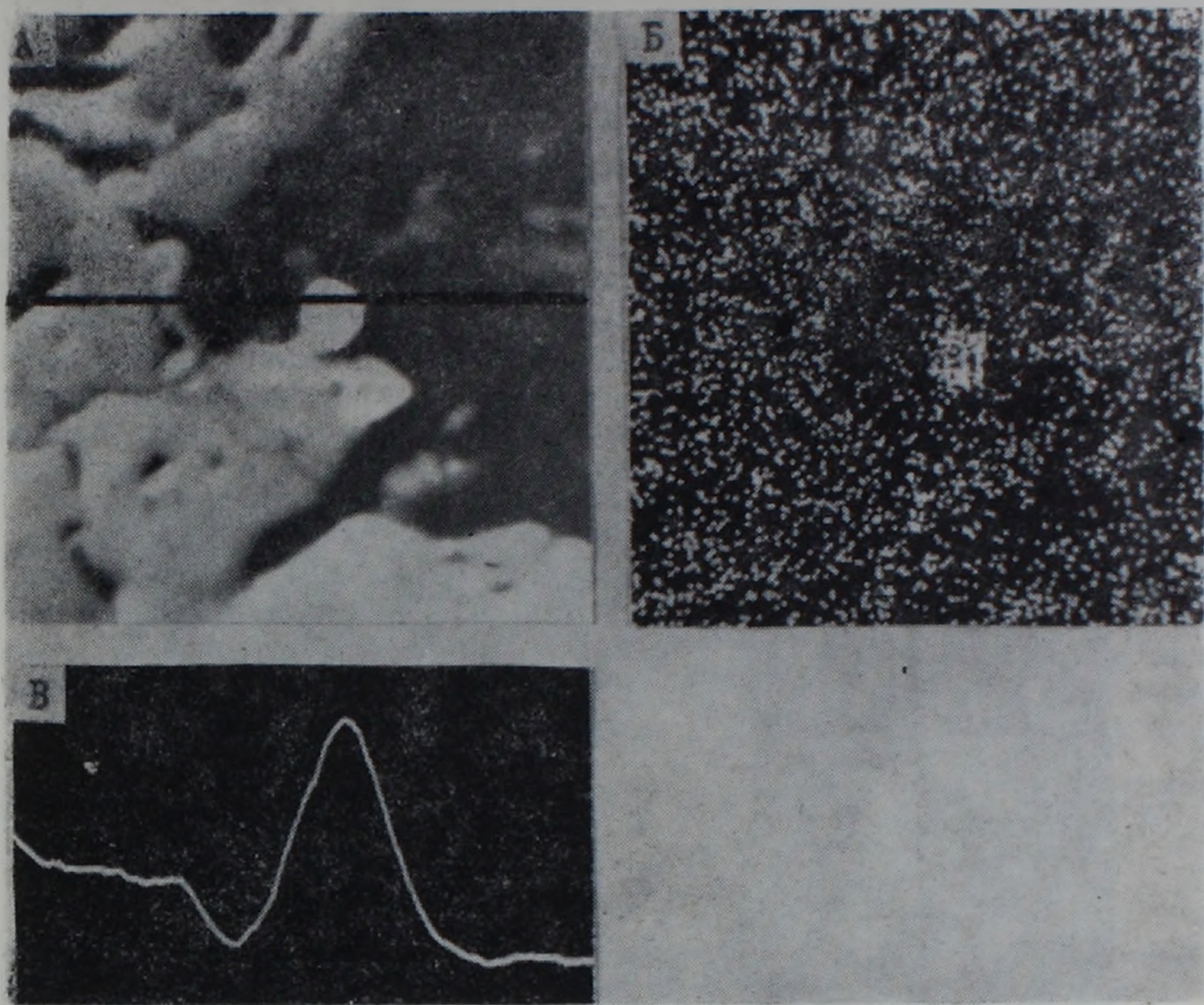


Рис 1. Зерно самородного золота в межзерновой полости гранатов: а) в обратнорассеянных электронах (белое—золото, серое—гранат, черное—межзерновая микрополость); б) в рентгеновских лучах K_{α} Au; в) кривая распределения интенсивностей аналитической линии Au по прфилю А—Б х 600.

Различными авторами—Ю. Г. Щербаковым [7], Е. А. Винсентом и Кроккетом [8], а также другими, отмечаются случаи обогащения золотом железо-магнезиальных силикатов и магнетитов, при общем высоком содержании золота в породе. По Винсенту и Кроккету [8], частота встречаемости сравнительно высоких содержаний золота в железо-магнезиальных силикатах более характерна, чем в полевых шпатах, что является возможным отражением структурного фактора минералов, влияющего на распределение атомарного золота в породе.

Результаты анализов мономинеральных фракций скарновых минералов и руд позволили нам выделить минералы-носители и минералы-концентраторы золота: в число первых входят гранаты—30 мг/т (8опр), эпидот—15 мг/т (2опр), магнетит—35 мг/т (3опр); к минералам-концентраторам относятся: пирит—0,5 г/т (4опр.), молибденит—0,7 г/т (2опр.), халькопирит—1,0 г/т (3опр.).

Закономерность, распределения золота в породах эндо- и экзо-скарнов подтверждается и данными содержаний золота в гранатах: в гранатах эндоскарновых фаций золото варьирует от 20 до 30 мг/т (3опр.). Что касается сульфидов, то еще в 1941 г. опытами И. Масленицкого было доказано, что тонкодисперсное, не видимое даже под микроскопом, золото может входить в состав сульфидов.

Согласно В. А. Вахрушеву [2], Ю. П. Ивенсену и В. И. Левину [5], по содержанию золота в пиритах четко обособляются скарново-железорудные (незолотоносные) и золото-скарновые месторождения:

в пиритах скарново-железорудных месторождений среднее содержание золота $5,49 \cdot 10^{-5}\%$, в пиритах золото-скарновых — $142,7 \cdot 10^{-5}\%$.

Содержания золота в пиритах Кефашенского проявления не характерны для золото-скарновых месторождений, однако более высокие концентрации золота в сульфидах (халькопирит и молибденит), составляющих главную массу оруденения, оставляют открытым вопрос о наличии промышленного золотого оруденения в скарнах.

Обобщение результатов проведенных нами исследований позволило сделать следующие выводы: в распределении золота в породах метасоматической колонки скарнов Кефамена эндоскарновые фации обнаруживают относительную обогащенность в сравнении с экзоскарновыми, что подтверждается и данными анализов мономинеральных фракций. Детальные исследования, проведенные с помощью рентгеноспектрального микроанализатора, позволяют утверждать о рассеянии золота в минералах на атомарном уровне.

Выделение свободного золота происходило после образования скарновых минералов и магнетита. Однако, учитывая присутствие тонкодисперсного золота во всех сульфидных минералах, независимо от времени их образования в общем ходе кристаллизации, мы можем говорить о привносе золота и отложении его на протяжении всего сульфидного этапа формирования проявления.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 14.IX.1983.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арутюнян М. А. Некоторые данные о геологическом строении и генезисе известковых скарнов бассейна р. Гехи.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, т. 29, № 2, 1977, с. 25—34.
2. Вахрушев В. А. Минералогия, геохимия и образование месторождений скарново-золоторудной формации. Новосибирск, Наука, 1972, 265с.
3. Гуюмджян О. П. Известковые биметасоматические скарны Западного Баргушата.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, т. 27, № 5, 1974, с. 35—47.
4. Жариков В. А. Скарновые месторождения.—В сб: Генезис эндогенных рудных месторождений. М., Недра, 1968, с. 245—310.
5. Ивсенс Ю. П., Леви В. И. Генетические типы золотого оруденения и золоторудные формации.—В кн.: Золоторудные формации и геохимия золота Верхояно-Чукотской складчатой области. М., Наука, 1975, с.5—121.
6. Павлов А. Л. Термодинамические аспекты проблемы пространства при формировании метасоматических сульфидных месторождений.—В сб.: Материалы к конференции молодых ученых и аспирантов ИГиГ. СО АН СССР, Новосибирск, 1967, с. 75—81.
7. Щербаков Ю. Г. Распределение и условия концентрации золота в рудных провинциях. М., Наука, 1967, 266с.
8. Vincent E. A., Crochet J. H. Studies on the geochemistry of gold—1. The distribution of gold in rocks and minerals of the Skaergaard Intrusion, East Greenland. — „Geochim. et cosimochim. acta“, 1960a, v. 18, p. 130—134.

Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, XXXVIII, № 3, 66—69, 1985.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Т. А. АВАКЯН, Р. Г. МХИТАРЯН

МОНТМОРИЛЛОНИТ-ДИАТОМИТОВЫЕ ПОРОДЫ КАК ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

В диатомитовых месторождениях Армянской ССР (Сисианском, Ахурянском, Абовянском, Мартунинском и др.) часто наблюдаются вертикальные и латеральные переходы от собственно диатомитов к их