

УДК 553.44:550 42

Л. Н. ГРИНЕНКО, С. А. ЗОГРАБЯН, А. Г. СЕВУНЦ

## О БАРИТОВОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ НА АЛАВЕРДСКОЙ ГРУППЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Барит является одним из наиболее распространенных нерудных минералов месторождений Алавердского рудного района. На Ахтальском барито-полиметаллическом и Уч-Килисинском баритовом месторождениях его скопления имеют промышленное значение. На Шамлугском и Алавердском медноколчеданных месторождениях барит присутствует в небольшом количестве.

Генезис барита (источник его серы, место в рудном процессе) предыдущими исследователями освещен недостаточно. Взгляды на образование гипогенных сульфатных минералов во многом остаются спорными. Одни исследователи полагают, что сульфаты в гидротермальных месторождениях образуются при переотложении эвапоритов—первично осадочных морских сульфатов. Согласно другой точке зрения, эти минералы возникают в заключительную стадию рудного процесса, в связи с повышением концентрации сульфат-иона в растворе при окислении сульфидных ионов. По-разному трактуются взаимоотношения генераций баритов друг с другом и с сульфидами. Большинство исследователей считает, что барит отложился в одну, конечную стадию минерализации. М. Л. Лачинян в 1956 году и позднее С. А. Зограбян на Ахтальском месторождении выделили две генерации барита: первая отличается красными и серыми тонами окраски, вторая—белого цвета. Обоснования к их выделению рассмотрены в работе С. А. Зограбяна [5, 6].

Для получения новых данных, позволяющих судить об источнике серы баритов, был применен метод изотопного анализа. Исследования проводились на кафедре геохимии геологического факультета МГУ. Перевод серы баритов в  $\text{SO}_2$  осуществлялся по методу, предложенному В. И. Устиновым и В. А. Гриненко [8]. Измерения выполнялись на двухколлекторном масс-спектрометре типа МИ-1305. За стандарт принята сера троилита метеорита Каньон Дьябло. Значения  $\delta\text{S}^{34}$  вычислялись по формуле

$$\delta\text{S}^{34} = \frac{(\text{S}^{34}/\text{S}^{32}_{\text{обр}} - \text{S}^{34}/\text{S}^{32}_{\text{ст}})}{\text{S}^{34}/\text{S}^{32}_{\text{ст}}} \cdot 1000 \text{ (в } \text{‰}).$$

Ошибка измерения —  $\pm 0,3\text{‰}$  от величины  $\delta\text{S}^{34}$ .

*Результаты анализа и их обсуждение*

Изотопный состав серы определен в 34 образцах барита: 27 из Ахтальского месторождения, 3—Шамлугского, 2—Алавердского и 2—Уч-Килисинского. Результаты представлены на фиг. 1 и в табл. 1.

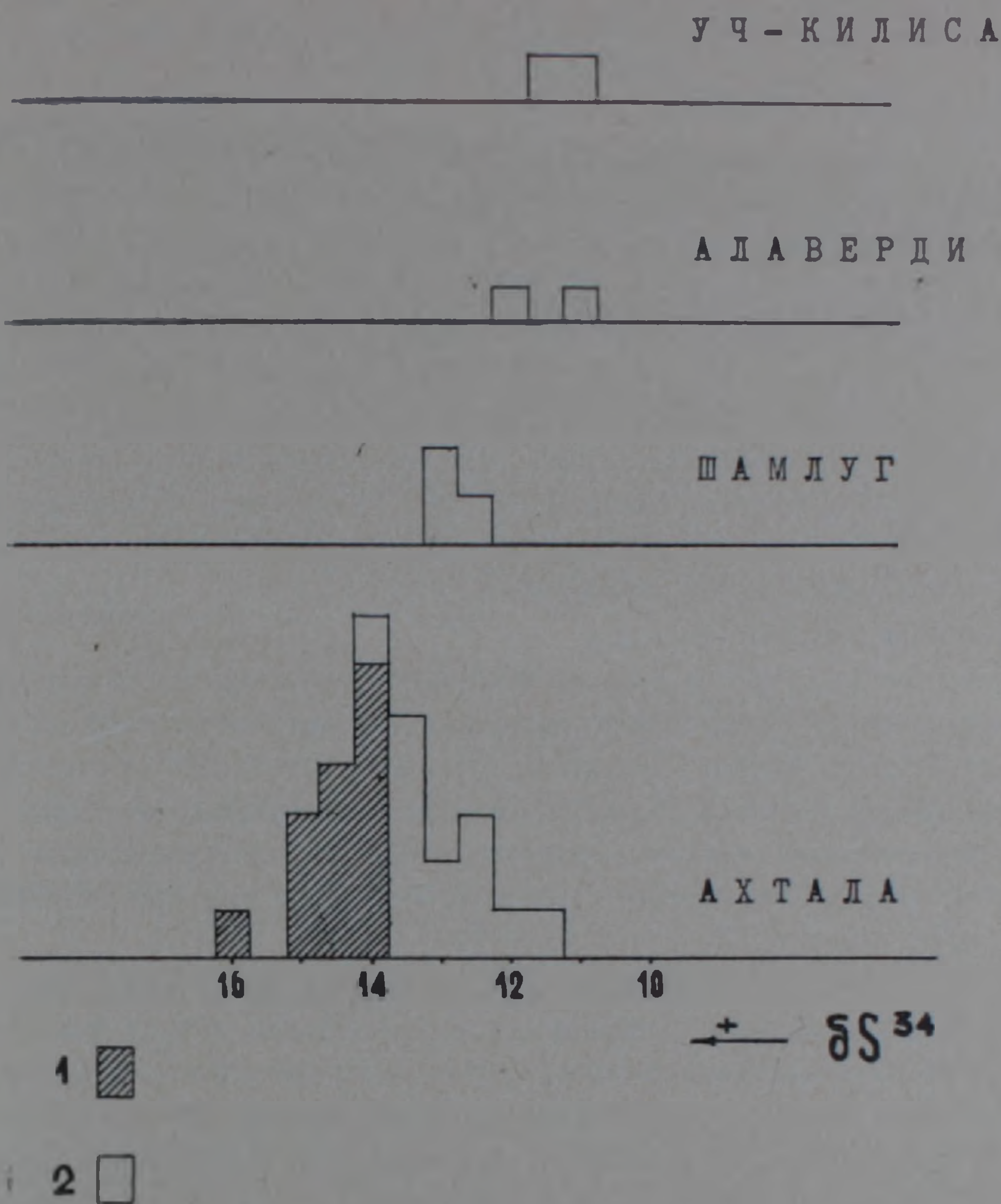
Таблица 1

## Изотопный состав серы баритов Ахтальского месторождения

| Характеристика образца и место взятия                                                                 | Минерал       | $\delta S^{34}$ |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------|
| Красный барит. Скв. 81, гл. 42,05—41,75 м                                                             | Барит красный | +14,5           |
| Барит белый. Линза 11                                                                                 | Барит белый   | +11,8           |
| Серый барит. Шт. 7, гор. +52,5 м                                                                      | Барит серый   | +15,0           |
| Красный барит. Линза 11, гор. +8,5 м                                                                  | Барит красный | +14,0           |
| Красный и серый бариты. Линза 11, гор. +24 м                                                          | Барит серый   | +15,1           |
|                                                                                                       | Барит красный | +16,0           |
| Барит красный. Отвалы шт. 30                                                                          | Барит красный | +14,2           |
| Барит белый. Линза 11, гор. +27 м                                                                     | Барит белый   | +12,5           |
| Барит белый. Линза 10, гор. шт. № 7                                                                   | Барит белый   | +13,4           |
| Прожилок белого барита в красном. В последнем—<br>включения почковидного пирита. Линза 11, гор. +29 м | Барит красный | +14,3           |
|                                                                                                       | Барит белый   | +12,4           |
| Прожилок белого барита в красном<br>Линза 11, гор. +18 м                                              | Барит красный | +14,0           |
|                                                                                                       | Барит белый   | +13,6           |
| Серый барит с вкрапленностью галенита. Восст. 37                                                      | Барит серый   | +15,2           |
| Прожилок белого барита, секущий красный с полиметал-<br>лической рудой. Линза 11, гор. +27 м, шель 2  | Барит белый   | +13,4           |
|                                                                                                       | Барит красный | +14,4           |
| Гнездообразное выделение белого барита<br>Линза 11, гор. +27 м, шель 2                                | Барит белый   | +12,8           |
| Барит белый. Линза 11, гор. +24 м                                                                     | Барит белый   | +13,6           |
| Массивная цинковая руда. Шт. 16, штр. 12, линза 11                                                    | Барит белый   | +13,1           |
| Почковидный пирит с красным баритом. Шт. 16, гор.<br>+29 м                                            | Барит красный | +14,8           |
| Почковидный пирит в сером барите. Отвалы шт. 7                                                        | Барит серый   | +14,1           |
| Мелкозернистая полиметаллическая руда с белым ба-<br>ритом. Линза 10, гор. +29 м                      | Барит белый   | +14,0           |
| Белый барит в серноколчеданной руде. Шт. 16, штр. 12                                                  | Барит белый   | +12,5           |
| Массивная полиметаллическая руда с белым баритом.<br>Шт. 16, штр. 12                                  | Барит белый   | +13,5           |
| Серноколчеданная руда с серым баритом. Шт. 16,<br>штр. 12                                             | Барит серый   | +14,2           |
| Почковидный пирит в сером барите. Линза 10                                                            | Барит серый   | +14,0           |
| Полиметаллическая руда с белым баритом.<br>Линза 10, гор. +56 м                                       | Барит белый   | +12,2           |

Четырнадцать образцов ахтальских баритов, относимых к ранней генерации, показали значения  $\delta S^{34}$  в пределах +14,0 до +16,0‰ (среднее  $\delta S^{34}$  — +14,6‰). Для тринадцати же образцов поздних — +11,7 до +14,0‰ (среднее  $\delta S^{34}$  — +12,9‰). Бариты других месторождений, качественно сходные с поздней генерацией ахтальских баритов, дали значения  $\delta S^{34}$  от +10,0 до +13,5‰.

Как видно из приведенных данных, сера баритов Ахтальского месторождения существенно обогащена изотопом  $S^{34}$ . Подобный изотопный состав серы могут иметь как гипогенные сульфатные минералы, непосредственно связанные с рудным процессом, так и сульфаты первично морского происхождения. Поэтому только по величине отношения изотопов в баритах Ахталы нельзя однозначно ответить на вопрос о природе



Фиг. 1. Распределение изотопного состава серы в баритах месторождений Алавердского рудного района. 1. Барит ранний, 2. Барит поздний.

их серы. Необходимы сведения об изотопном составе серы сульфатных минералов в породах, вмещающих месторождение, а также данные о распределении изотопов серы в сульфидах в ходе рудного процесса.

Во вмещающей толще Ахтальского месторождения и ниже по разрезу прослой осадочных сульфатов отсутствуют. Сульфатная же сера из вулканогенно-осадочных пород в Алавердском районе имеет значительно меньшее содержание изотопа  $S^{34}$ , чем бариты Ахталы. Так, значения  $S^{34}$  в сульфатах из пород изменяются от +8,0 до —4,2‰, что характерно для сульфатов вторичного происхождения [4]. Эти факты свидетельствуют о том, что сера баритов Ахтальского месторождения не является полностью заимствованной из боковых пород.

По мнению большинства исследователей, на Алавердском, Шамлугском и Ахтальском месторождениях присутствуют в неодинаковых количественных соотношениях продукты различных стадий единого рудного процесса. На Ахтале наибольшее значение имеют поздние

минеральные ассоциации, входящие в состав полиметаллических руд. Помимо этого, здесь в значительно большем масштабе, чем на других месторождениях, проявлена баритовая минерализация. Сульфиды Ахтальского месторождения оказались отличными по изотопному составу серы от сульфатов месторождений Алаверди и Шамлуг, а именно, они на 3—4‰ обеднены изотопом  $S^{34}$  по сравнению с последними [7]. Содержание легкого изотопа  $S^{32}$  повышено в поздних генерациях сульфидов, причем количественная роль этого изотопа возрастает не только в сульфиде меди, цинка и свинца, но и в поздних пиритах. Следует подчеркнуть, что аналогичное распределение изотопов серы выявлено на многих колчеданных и полиметаллических месторождениях, где присутствуют гипогенные сульфатные минералы [1, 2]. Эти данные в соответствии с результатами экспериментальных исследований [3] могут рассматриваться как свидетельство повышения окислительного потенциала рудного раствора к концу процесса.

По-видимому, бариты Ахтальского месторождения были образованы в условиях, когда сульфат-ион возникал за счет частичного окисления сульфидной серы рудного раствора. На окислительную обстановку на заключительных стадиях рудообразования указывает также наличие на Ахтальском месторождении гематита. Окисление растворов могло произойти при их обогащении кислородом воздуха или при смешении их с вадозными водами [6].

Различие изотопного состава серы «красных» и «белых» баритов подтверждает наличие двух генераций этого минерала. Об их взаимоотношениях можно лишь высказать следующие предположения. Если поздняя генерация барита образовалась за счет переотложения ранней, то перекристаллизованный агрегат по сравнению с исходным должен показывать меньшие значения  $\delta S^{34}$ . Основанием такого заключения служат результаты экспериментов [9], показавших, что при равновесии сульфат-иона раствора с гипсом или баритом, сера первого при нормальной температуре обогащается до 1,5‰ изотопом  $S^{32}$ . Следует иметь в виду, что обе генерации барита встречаются совместно только на Ахтальском месторождении, а на других объектах барит по изотопному составу сходен с поздним ахтальским. В случае, если бы здесь произошло полное переотложение ранней генерации сульфата, переотложенный барит должен был бы иметь такой же изотопный состав серы, как и ранний.

Из изложенного материала следует, что:

1. Бариты на месторождениях Алавердской группы образовались в результате частичного окисления сульфидной серы гидротермальных растворов, что привело к обогащению их серы тяжелым изотопом  $S^{34}$ .
2. Различие изотопного состава серы «красных» и «белых» баритов подтверждает наличие, по крайней мере, двух генераций этого минерала на Ахтальском месторождении.

Московский государственный университет  
им. Ломоносова,  
Институт геологических наук  
АН Армянской ССР

Поступила 8.IX.1971.

Հ. Ն. ԳՐԻՆԵՆԿՈ, Ս. Ա. ԶՈՂՐԱՐՅԱՆ, Ա. Գ. ՍԵՎՈՒՆՑ

# ԲԱՐԻՏԻ ՀԱՆՔԱՅՆԱՑՈՒՄԵ ԱՎԱՎԵՐԴՈՒ ԽՄԲԻ ՀԱՆՔԱՎԱՅՐԵՐՈՒՄ

## Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հոդվածում տվյալներ են բերվում Ալավերդու հանքային շրջանի հանքավայրերի ծծմբի իզոտոպային կազմի վերաբերյալ:

Նշվում է, որ այս հանքավայրերի բարիտներն առաջացել են հիդրոթերմալ լուծույթների սուլֆիդային ծծմբի մասնակի օքսիդացման շնորհիվ, որի հետևանքով բարիտները հարստացված են  $S^{34}$  ծանր իզոտոպով:

Բարիտների երկու խմբի իզոտոպային հարաբերությունների տարբերությունը հաստատում է բարիտի տարբեր գեներացիաների գոյության մասին նախկինում արտահայտված կարծիքը:

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Виноградов А. П., Гриненко Л. Н., Гриненко В. А., Столяров Ю. М. Изотопный состав серы сульфидов и сульфатов Алексеевского меднорудного месторождения (Средний Урал) и некоторые вопросы его генезиса. Геохимия № 8, 1969.
2. Гриненко Л. Н., Гриненко В. А., Загряжская Г. Д., Столяров Ю. М. Изотопный состав серы сульфидов и сульфатов колчеданных месторождений Левихи в связи с вопросами их генезиса. Геология рудн. м-ний, № 3, 1969.
3. Гриненко В. А., Загряжская Г. Д., Гриненко Л. Н. Фракционирование изотопов серы при высокотемпературном образовании сульфатов. Тез. докл. на Всес. симп. по примен. стаб. изотопов в геохимии. М., 1970.
4. Гриненко Л. Н., Гурин Ю. П., Севунц А. Г., Савина Л. П., Мелконян Р. Л. Распределение изотопов серы в породах и рудах Алавердского района. Тез. докл. на IV Всес. симп. по примен. стаб. изотопов в геохимии. М., 1972.
5. Зограбян С. А. О баритовой минерализации на Ахтальском месторождении. ДАН Арм. ССР, т. XLI, № 2, 1965.
6. Зограбян С. А. Структура и условия образования Ахтальского месторождения. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1971.
7. Севунц А. Г., Гриненко Л. Н. Закономерности распределения изотопных отношений серы в сульфидных месторождениях Алавердского рудного района. Тез. III Всес. симп. по примен. стаб. изотопов в геохимии. М., 1970.
8. Устинов В. И., Гриненко В. А. Прецизионный масс-спектрометрический метод определения изотопного состава серы. «Наука», М., 1965.
9. Thode H. G., Monster J. Sulfur isotope geochemistry of petroleum, evaporites and ancient seas. Am. Assoc. Petr. Geologists. Mem. 4, 1965.