

МИНЕРАЛОГИЯ

П. М. БАРТИКЯН

К МЕТОДИКЕ КОЛИЧЕСТВЕННО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО
АНАЛИЗА ШЛИХОВ

В последнее время все больше внимания уделяется изучению минералов тяжелых фракций шлихов, в частности акцессорным минералам гранитоидов. Наряду с изучением породообразующих минералов в некоторых работах описание пород дополняется подробным описанием акцессорного комплекса минералов. Данные исследований качественных особенностей и количественных соотношений акцессорных минералов используются для решения многих важных вопросов геологии. В свое время Р. Рестолл и У. Уилкоксон [16] предполагали, что определенные ассоциации акцессорных минералов в определенных количественных соотношениях могут служить отличительным признаком при распознавании возраста гранитоидных интрузий, и таким образом, исследование их может проводиться в целях корреляции интрузивных пород. Изучение акцессорных минералов в породах проводилось также с целью решения вопросов, касающихся полезных ископаемых. Такие работы, в основном, проводились в районах распространения оловоносных гранитоидов.

Качественное изучение акцессорных минералов в современных условиях на базе современных оптических приборов почти всеми авторами решается точно и идентично, а в изучении их количественных соотношений такое единообразие не наблюдается и в методиках разных авторов имеются резкие расхождения. Это обстоятельство затрудняет использование данных для сопоставления количественной характеристики акцессорных минералов разных регионов.

Количественная характеристика в начальный период исследования акцессорных минералов давалась на основании визуальных определений (А. Бреммель и Х. Харвурд, М. Ф. Боос, Г. Д. Фергюсон и А. М. Бейтмен и др.)¹.

В дальнейшем при определении количеств акцессорных минералов в породах Алтая А. П. Никольский [7] отмечает, что если акцессорных минералов оказывалось немного, количество последних определялось путем подсчета зерен, а минералы, присутствующие в значительном количестве, взвешивались. И. Е. Сморгчов [11] количественные определения акцессорных минералов в одном из массивов складчатой зоны юго-востока СССР

¹ По данным сводки Н. А. Преображенского [8].

характеризует с точки зрения процентного содержания шлиха в исходной пробе, а в тяжелой фракции выражает процентные содержания минералов. Ф. К. Шипулин [15], детально исследовавший интрузивные породы юго-восточного Приморья, количество акцессорных минералов выражает также объемными процентами, а Е. М. Захарова [1] предлагает эти объемные проценты переводить в соответственные—весовые по отношению веса данной фракции. Б. М. Меликсетян [6], изучая акцессорные минералы Мегринского плутона в Армении, результаты в таблицах выражает интервалами минимальных и максимальных содержаний, конкретно для каждого типа пород по ряду проб и для них же вычисляет средние содержания.

Во всех этих методах при определении содержания минералов в шлихах потери при обработке и промывке проб, случайные ошибки в отквартованной средней пробе, погрешности в определении содержания трудно диагностируемых минералов («персональный фактор»), удельный вес и др., учитываются не всеми исследователями в одинаковой степени, а иногда вовсе не учитываются [7, 11, 13, 15].

При современном уровне петрографической изученности интрузивных пород, когда в пределах одного интрузивного массива выделяются несколько фаз, соответствующих отдельным тектоническим единицам, детальное изучение качественных особенностей и количественных соотношений акцессорных минералов отдельных интрузивных фаз приобретает актуальное значение. Указанное, вместе с геохимической характеристикой пород и минералов с одной стороны и руд, приуроченных к данной области распространения интрузивных пород с другой, поможет решить некоторые вопросы генетической связи оруденения с магматизмом, а также способствовать проведению корреляции и определению возраста таких интрузивных массивов, где нет возможности определить их по общепризнанным геологическим данным.

В точном и рациональном количественном определении нуждается также шлиховое опробование россыпей, хотя М. Н. Чуевой [14] и Е. В. Конченовой [3] разработаны методы с учетом удельного веса минералов.

В последнее время некоторые исследователи, в частности О. Д. Ставров [12] и Л. В. Таусон [13] для количественной характеристики акцессорных минералов пользуются большими шлифами, размером 6×9 и 8×10 см. Нет сомнения, что метод изучения тяжелых фракций имеет большие преимущества, чем метод больших шлифов, так как последний метод дает скудный видовой состав акцессорных минералов.

В настоящее время наблюдается тенденция к применению и разработке единой методики количественно-минералогического анализа шлихов. В этом отношении большой интерес представляют работы, проводимые в Лаборатории акцессорных минералов ИМГРЭ АН СССР под руководством В. В. Ляховича. Работами В. В. Ляховича [5] и Д. А. Родионова [10] разработана, с применением данных математической статистики, методика отбора и обработки проб, количественного определения минера-

лов в шлихах с учетом удельного веса и потерь на «муку», разработаны номограммы для определения числа подсчетов во фракциях и др.

Большинство этих исследований относятся к искусственным шлихам. Исследование акцессорных минералов можно проводить также в естественных шлихах из терригенных образований в основном в коррелятивных целях при изучении интрузивных массивов отдельных тектоно-магматических зон.

В последнее время в шлиховой партии УГ и ОН при СМ Армянской ССР применяется метод исследования акцессорных минералов гранитоидов по данным естественных шлихов. Преимущество этого метода в том, что в таких шлихах хорошо сохраняется кристаллографический габитус, величина кристаллов, их срастания, двойники и др. особенности минералов, так как последние не подвергаются механическому воздействию, как в искусственных шлихах. О количественной характеристике отдельных минералов можно судить только с точки зрения соотношения их друг к другу, так как полученные данные не могут охарактеризовать истинное количество последних в породе. Но они не теряют своего сравнительного, корреляционного значения, так как во всех случаях сравниваются данные естественных шлихов, обработанные по единой методике. Имея ввиду весьма малое количество и неравномерное распространение акцессорных минералов и особенно весьма редких, данные естественных шлихов дают возможность исследовать большой объем породы. В этих целях используются шлихи, промытые из отложений маленьких ручейков, притоков, протекающих полностью по исследуемым породам, которые не несут каких либо признаков вторичных изменений и не пересечены более поздними жильными дифференциатами. Для этих целей можно промыть также элювий интрузивных пород или так называемую дресву. Для каждой пробы достаточно промыть 3—4 лотка (лоток сибирского типа, емкостью 0,01 м³) с доводкой промывки до серого шлиха (доводка промывки шлиха зависит от количества акцессорных минералов в породе). Обычно после промывки 3—4 лотков получается 200—250 г концентрата, из которого после обработки магнитом, бромформом и электромагнитом получаются несколько фракций. Так как практически невозможно подсчитать зерна во всех из каждой выделенной фракции, то путем квартования¹ получалась средняя фракция в пределах 300—500 зерен². В последней после вытягивания в дорожку подсчитывались зерна отдельных минералов и выводились объемные проценты последних, которые можно отнести ко всей фракции шлиха. В процессе подсчета зерен вводятся визуальные поправки в случае несоизмеримости зерен, хотя предварительно фракции шлиха разделяются на несколько классов по крупности зерен.

¹ Методика отквартования фракций дается в работе А. А. Кухаренко [4].

² Экспериментальные работы В. В. Ляховича [5] показывают, что подсчет 500 зерен правильно отображает содержание минерала в дорожке. В. В. Коперина [2] отмечает, что при увеличении количества подсчитанных зерен выше 300—400, существенного увеличения точности не наблюдается. Ею же отмечается и другой вариант — приготовить три препарата, подсчитывая в каждом по 100 зерен.

Минералы, которые не установлены в средней фракции, но выявляются при просмотре всего шлиха, в таблице результатов минералогического анализа отмечаются знаком «+», показывающим, что минерал присутствует в единичных зернах.

Чтобы полученные объемные проценты перевести на объемные веса учитываются удельные веса всех существующих во фракции минералов и вес фракции шлиха. Количественные определения отдельных минералов в шлихах предполагается производить по следующей формуле:

$$P_m = \frac{d_m V_m P}{\sum_{i=1}^n d_i V_i} \quad 1 \leq m \leq n,$$

где P_m — искомый вес данного минерала в данной фракции шлиха;

d_m — удельный вес этого минерала;

V_m — объемный процент этого минерала в данной фракции шлиха;

P — вес фракции шлиха;

$\sum d_i V_i$ — сумма произведений удельных весов на объемные проценты отдельных, участвующих во фракции, минералов.

Формула исходит из следующего: допустим определенная фракция шлиха имеет U объем. Фракция представлена минералами $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$, которые имеют соответственно $d_1, d_2, d_3, \dots, d_n$ удельные веса и каждый минерал во фракции присутствует с определенным $V_1, V_2, V_3, \dots, V_n$ объемным процентом. Вес фракции P . Процентная единица объема фракции $\left(\frac{U}{100}\right)$, умноженная на соответственный объемный процент (V_1) дает объемный процент минерала A_1 в данной фракции шлиха $\left(\frac{U}{100} \cdot V_1\right)$. Умножая на соответственный удельный вес (d_1) получаем искомый вес минерала A_1 во фракции шлиха:

$$P_1 = \frac{U}{100} \cdot V_1 d_1 \quad (1)$$

Сумма весов отдельных минералов дает вес фракции P ; т. е.

$$\frac{U}{100} V_1 d_1 + \frac{U}{100} V_2 d_2 + \frac{U}{100} V_3 d_3 + \dots + \frac{U}{100} V_n d_n = P$$

Отсюда величина U равняется:

$$U = \frac{P}{\frac{V_1 d_1 + V_2 d_2 + V_3 d_3 + \dots + V_n d_n}{100}} \quad \text{или} \quad \frac{P}{\frac{\sum_{i=1}^n d_i V_i}{100}}$$

Подставляя величину U в формулу (1) получаем:

$$P_1 = \frac{P}{\frac{\sum_{i=1}^n d_i V_i}{100}} \cdot \frac{V_1 d_1}{100} = \frac{P V_1 d_1}{\sum d_i V_i};$$

Количественные определения отдельных минералов выражаются в г/т или г/м³ аллювия, имея ввиду, что средний вес одного лотка аллювия колеблется в пределах 10—12 кг, а объем — 0,01 м³.

Этой формулой можно пользоваться также при количественной характеристике рудных минералов в россыпях.

Нам кажется, что методику исследования акцессорных минералов данными искусственных шлихов можно применить, в основном, для определения абсолютного количества последних в породе. В этих целях предложенная А. В. Рабиновичем [9] методика, где 100 г дробленной породы без доводки полностью отмучиваются в стакане и по этим концентратам определяется количество отдельных акцессорных минералов, является достаточной хотя и не совсем удобной и простой. При получении же акцессорного концентрата для последующего спектрального, рентгеноспектрального, химического исследования, а также для изучения кристаллографических форм и морфологических деталей отдельных минералов, можно использовать естественные шлихи, отобранные по предлагаемой нами методике.

Резюмируя все сказанное можно отметить:

1. Учет удельного веса минералов, а также ряд других факторов, при количественно-минералогическом анализе шлихов является обязательным.

2. Данные естественных шлихов из терригенных образований позволяют проводить корреляцию однотипных интрузивных массивов.

3. Естественными шлихами можно получить акцессорный концентрат для ряда морфологических и аналитических исследований и этим облегчить трудоемкую работу, связанную с дроблением большого объема породы.

Управление геологии и охраны недр
при СМ Армянской ССР

Поступила 11. II. 1962.

Պ. Մ. ԲԱՐՔԻՎՅԱՆ

ՍԿՎԱԾՔՆԵՐԻ ՔԱՆԱԿԱԿԱՆ-ՄԻՆԵՐԱԼՈԳԻԱԿԱՆ ԱՆԱՌԻՋԻ

ՄԵԹՈԴԻԿԱՅԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Առանձին ինտրուզիաների համար համադրման աշխատանքներ կատարելու նպատակով կարելի է օգտվել բնական սկվաժքներից, որոնք կարող են ստացվել տվյալ ինտրուզիայի միջից հոսող փոքրիկ ձորակների ալյուվիա: նստվածքներից: Այդ սկվաժքներից կարելի է ստանալ նաև ակցեսոր միներալների հարստանյութ և խուսափել ապարների մեծաքանակ նմուշների մանրացումից:

Բնական սկվածքների տվյալներով ինտրուզիաների միջև համադրման աշխատանքներ կատարելու, ինչպես նաև ցրոններում առանձին մետաղային միներալների քանակական որոշման համար առաջարկվում է օգտվել հետևյալ ֆորմուլայից՝

$$P_m = \frac{d_m V_m P}{\sum_{i=1}^n d_i V_i} \quad 1 \leq m \leq n,$$

որտեղից

P_m — միներալի պահանջվող կշիռն է սկվածքում

d_m — միներալի տեսակարար կշիռը

V_m — միներալի ծավալային տոկոսը տվյալ ֆրակցիայում

P — սկվածքի տվյալ ֆրակցիայի կշիռը

$\sum d_i V_i$ — ֆրակցիայում մասնակցող միներալների տեսակարար կշիռն է ծավալային տոկոսների արտադրյալների գումարն է:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Захарова Е. М. Шлиховые поиски и анализ шлихов. МГУ., 1960.
2. Коперина В. В. К вопросу о точности минералогического анализа. ДАН СССР, т. 85, № 5, 1952.
3. Копченова Е. В. Минералогический анализ шлихов. Госгеолтехиздат, 1951.
4. Кухаренко А. А. О методике количественно-минералогического анализа шлихов. Уч. зап. Ленинград. ун-та, вып. 8, сер. геол. наук, № 215, 1957.
5. Ляхович В. В., Родионов Д. А. К методике изучения акцессорных минералов в изверженных породах. Тр. ИМГРЭ, вып. 6, 1961.
6. Меликсетян Б. М. Акцессорные минералы в породах Мегринского плутона. Изв. АН АрмССР, сер. геол. и географ. наук, № 2, 1960.
7. Никольский Л. П. Об акцессорных минералах и некоторых минералах тяжелых фракций в гранитоидах Алтая. Тр. ВСЕГЕИ «Петрология и минералогия некоторых рудных районов СССР», Госгеолтехиздат, 1952.
8. Преображенский И. А. Акцессорные минералы в изверженных породах. Тр. Ин-та геол. наук АН СССР, вып. 56, 1941.
9. Рабинович А. В. О методике минералого-геохимических исследований интрузивных пород. Тр. Всес. совещ. работ минералого-петрограф. лабораторий. Госгеолтехиздат, 1955.
10. Родионов Д. А., Соболев С. Ф., Золотарев Б. П., Власова Е. В. О случайных погрешностях количественно-минералогического анализа шлихов и концентратов. Тр. ИМГРЭ, вып. 4, 1960.
11. Сморгчов И. Е. О некоторых закономерностях в распределении акцессорных минералов по вертикали гранодиоритового массива. «Вопросы петрографии и минералогии», т. 1, Изд. АН СССР, 1953.
12. Ставров О. Д., Сорокина М. И. Количественное определение акцессорных минералов гранитоидов в больших шлифах. Разведка недр, № 4, 1958.
13. Таусон Л. В. Геохимия редких элементов в гранитоидах. Изд. АН СССР, 1961.
14. Чуева М. Н. Минералогический анализ шлихов и рудных концентратов. Госгеолтехиздат, 1950.
15. Шипулин Ф. К. Интрузивные породы Ю-В Приморья и связь с ними оруденения. Тр. ИГЕМ, вып. 8, 1957.
16. Rastall R. H., Wilcockson W. H. The accessory Minerals of the Granitic Rocks of the English Lake District, Journ. Geol. Soc. London, 71, 1915.