

Б. ЦАМБЕЛ, Г. П. БАГДАСАРЯН, П. ВЕСЕЛЬСКИЙ, Р. Х. ГУКАСЯН\*

## НОВЫЕ ДАННЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА ПОРОД СЛОВАКИИ РУБИДИЙ-СТРОНЦИЕВЫМ И КАЛИЙ-АРГОНОВЫМ МЕТОДАМИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИНТЕРПРЕТАЦИИ

(Рис. 1—2, таб. 1—3)



**Резюме:** В статье собраны все до настоящего времени полученные данные ядерно-геохронологических определений из которых построены гистограммы. Исходя из полученных возрастных данных авторы сделали взаимное сравнение результатов полученных отдельными методами (K Ar, Rb/Sr, U—Th—Pb) и приводится обзор по данным возрастных значений кристаллических пород Западных Карпат. Подчеркивается тот факт, что для определения возраста ядерно-геохронологическими методами требуется хорошо изучить геохимическое состояние минералов и пород по которым осуществляется определение возраста. Особенно важное познание геохимического состояния материала для интерпретации полученных возрастных значений. Все полученные до настоящего времени результаты подтверждают, что большинство пород выходящих на дневную поверхность в пределах Западных Карпат имеет палеозойский возраст. Пока не существует прямых ядерно-геохронологических доказательств о присутствии пород докембрийского возраста в области Западных Карпат.

**Abstract:** In this article there are all present nucleogeochronological data evaluated and summarized into histograms. On the basis of the evaluation the authors compared the results obtained by single methods (K Ar, Rb/Sr and U-Th-Pb) and on this basis they elaborated the review on age of rocks of West Carpathians. They emphasize, that the age-determination is dependent on geochemical state of studied minerals and rocks. Interpreting, it is necessary this fact is appropriately regarded. Present results confirm the palaeozoic age of the majority of rocks of West Carpathians in the contemporary cross sections. Direct nucleogeochronological evidence of presence of precambrium rocks has not been reached yet.

### Введение

Благодаря научному сотрудничеству Геологического института Словацкой Академии наук (САН) с лабораториями в СССР, а именно с Институтом физики и геохимии минералов АН Украинской ССР в Киеве, с Институтом геологических наук АН Армянской ССР в Ереване и ИГЕМ АН СССР в Москве, удалось осуществить значительное количество определений возраста разными методами ядерно-геохронологического датирования геологических образований Словакии. Применены прежде всего калий-аргоновый метод, а также рубидий-стронциевый и уран-толий-свинцовый методы.<sup>1</sup>

\*Д-р г. м. н. Г. П. Багдасарян, к. г. м. н. Р. Х. Гукасян, Институт геологических наук АН Арм. ССР, Барекамутян 24а, Ереван, академик Б. Цамбел, Геологический институт Словацкой академии наук, Дубравска дорога, Братислава, Д-р П. Весельский, к. г. м. н., Кафедра геохимии, Факультет естественных наук Университета Коменского, ул. Паулини 1., Братислава.

<sup>1</sup> Первые результаты этих определений приведены в статьях, которые по мере накопления фактического материала опубликованы в Геологическом сборнике САН в 1974 (24. 1.) и 1977 (28. 2.).

Применение этих методов имело первостепенное значение для определения возраста сложных комплексов геологических образований, включающих обширный регион Западных Карпат и особенно древних гранитоидных и метаморфических пород, не поддающихся возрастному расчленению биостратиграфическим путем.

Палинологические работы, выполняемые Геологическим институтом САН позволили выяснить, что многие комплексы кристаллических пород Западных Карпат имеют палеозойский возраст, и датировать тем самым в Западных Карпатах магматические фазы.

Постепенное накопление большого количества результатов ядерно-геохронологических определений принесло не только однозначное решение проблемы стратиграфии, но появились и новые проблемы, которые вытекают из ядерно-геохронологических определений. Главной проблемой является то, что все три вышеприведенные подходы ядерно-геохронологического датирования дают не всегда сходящиеся (конкордантные) результаты, хотя в общем относительно убедительно определяют стратиграфические положения магматических, или же комплексов метаморфизованных кристаллических пород. Для выводов, вытекающих из этих результатов, следует учитывать некоторые факторы, отражающиеся на результаты интерпретации: Это прежде всего влияющие в различной степени на радиометрические возрастные значения наложенные процессы, которые необходимо уметь различать и попытаться оценить степень их воздействия. Это весьма сложная и трудная задача, особенно для такого региона, каким являются Западные Карпаты, где донеогеновые породы в той или иной степени изменены. Наиболее чувствительно реагирует на проявления наложенных процессов калий-аргоновый метод абсолютного датирования и, гораздо менее, рубидий-стронциевый и уран-торий-свинцовый методы. Особенно это подтверждается в областях развития прогрессивного метаморфизма палеозойского или допалеозойского времени, с последующим наложенным ретроградным динамометаморфизмом альпийского возраста. Поэтому для правильной интерпретации результатов определений возраста важное значение приобретает детальное петролого-геохимическое изучение радиологически датированных пород, что однако не всегда соблюдается.

В свете сказанного становится ясной дискордантность возрастных значений, полученных по породам одного и того же массива или даже по различным минералам одного и того же образца породы.

Для определения возраста уран-торий-свинцовым методом по цирконам из слабометаморфизованных пород решающим является генетическая классификация отдельных цирконов с разделением аутигенных цирконов от кластогенных, попавших в изучаемую породу из образований предыдущих тектоно-магматических или же осадочных циклов.

Второй, немаловажной проблемой является аналитико-методическая часть. Это прежде всего трудности, связанные с точным определением содержания в породе или минерале первичных элементов, элементов радиогенного происхождения или связанных с определением их изотопного состава. Так, например, уже небольшие ошибки (порядка 0,1—0,2 %) измерений изотопных соотношений  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  в богатых обыкновенным стронцием образцах, а также незнание истинного значения первичного

соотношения  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  могут привести, с геологической точки зрения, к совершенно неиспользуемым результатам.

Необходимо иметь в виду и качество необходимого отсепарированного материала для анализа. Последнему вопросу, однако не всегда уделяется нервостепенное значение у наших геологов так же, как и вопросу чистоты минеральных фракций, поступающих на абсолютное датирование. Общеизвестны высокие требования, предъявляемые при отборе и подготовке проб для определения возраста геологических образований методом изохрон. Неудовлетворение этих требований часто может привести к потере истинных изохрон или к дискордантным результатам. Возможно и появление ложных изохрон, примером которых может служить составление изохроны по данным анализа кластогенных цирконов, полученных из осадочных пород татравепорид и гемерид, которая дает возраст 830 млн. лет (см. статью Цамбел, Щербак и др., 1977, рис. 3 и 4 на стр. 255, 256). На эту изохрону попадают и гибридного характера гранитоидные породы вепорид, в том числе гранодиориты типа Сигла, а также гранодиорит Трибча и другие гранитоиды гибридного характера. Если пересечения значений изотопных соотношений некоторых гранитоидных пород в вышеотмеченном корреляционном графике соединить другой прямой линией, получим изохрону с другим углом наклона и тем самым с другим значением возраста, отвечающим 700 млн. лет. Получается, таким образом, ложная изохрона, которая не отвечает геологическим, палинологическим и стратиграфическим данным. Близкое попадание точек пересечений изотопных соотношений  $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  и  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  определяет, по-видимому, генетические соотношения, т. е. палингенное происхождение, а не возраст интрузии и кристаллизации магмы.

Нами составлена таблица № 1, в которой сведены данные определений возрастов разными методами для одних и тех же проб и минералов. Рассмотрение значений возраста для пород Малых Карпат приводит к следующим результатам.

Калий-аргоновый метод для мусковитов дает значения возрастов от 311 до 389 млн. лет, рубидий-стронциевый метод — от 291 до 358 млн. лет. Для биотитов, соответственно, от 167 до 353 млн. лет и от 188 до 316 млн. лет, за исключением одного определения, дающего значение возраста больше чем определение по калий-аргоновому методу.

Вышеприведенная параллельность отклонений, вероятно, в большей мере связана с тем, что аргон и рубидий, а также образующийся из него стронций, зависит от количества и подвижности калия во время наложенных процессов, сопровождающих изменения минерала и породы в целом. Отличие между этими элементами, по-видимому, состоит лишь в том, что стронций — значительно менее подвижный элемент, чем газообразный аргон. Следует предполагать, что именно эти обстоятельства надо иметь в виду при обсуждении полученных данных указанными двумя методами ядерно-геохронологических определений возраста. В таблицах №№ 2 и 3 приводятся новые данные возраста по  $\text{K}/\text{Ar}$  и  $\text{Rb}/\text{Sr}$  методам. Лишь некоторой математическо-статистической обработкой, а также детальным изучением состояния породы изменений минералов ее слагающих, истории и характера геологических воздействий и процессов, которым подверглись породы можно добиться правильной

Т а б л и ц а 1  
Сводная таблица возрастов минералов и пород Западных Карпат

| № обр. | Название породы,<br>местонахождение                                                                                            | Минерал            | Возраст в млн. лет<br>по методу |               |             |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------------|---------------|-------------|
|        |                                                                                                                                |                    | K Ar                            | Rb. Sr        | U-Th-Pb     |
| G — 36 | Модранский гранит. Малые Карпаты с. Модра-Гармония, каменоломня в долине Жлиабок под вершиной 467,7                            | Биотит             | 353                             | 372           | —           |
| G — 38 | Двуслюдяный гранодиорит. Малые Карпаты. Братислава. Железна Студничка, каменоломня                                             | Мусковит<br>Биотит | 389±11<br>314±6                 | —<br>291      | —           |
| G — 39 | Гранит содержащий пирит. Малые Карпаты. Дорога Карлова Вес—Девин. Большая каменоломня под Брегом                               | Биотит             | 334±0                           | 316           | —           |
| G — 40 | Двуслюдяный гранодиорит Малые Карпаты. Дорога Карлова Вес—Девин, вблизи часовни                                                | Мусковит<br>Биотит | 348±2<br>167±10                 | 332<br>188    | —           |
| G — 45 | Двуслюдяный гранодиорит. Малые Карпаты, с. Загорска Быстрица, гора Цымбал                                                      | Мусковит<br>Биотит | 345±12<br>186±8                 | 344<br>226    | —           |
| G — 46 | Жильный гранит (гидроавто-метаморфизованный). Малые Карпаты, с. Боринка, лесничество Горватка                                  | Биотит             | 311±2<br>—                      | 291<br>—      | —           |
| G — 47 | Двуслюдяный гранит. Малые Карпаты, с. Боринка, долина Пропадле. Западная сторона вершины 511,4                                 | Мусковит<br>Биотит | 331±13<br>281±13                | 358<br>297    | —<br>—      |
| G — 48 | Лейкократовая мелкозернистая фация гранита. Малые Карпаты, с. Марнанка, р. Грмолинский                                         | Мусковит<br>Биотит | 382±2<br>—                      | 337<br>—      | —           |
| G — 49 | Биотитовый филлит. Малые Карпаты, с. Пезинок; в 2 км от отеля Баба по дороге в с. Пернек                                       | Валовая проба      | 267<br>—<br>—                   | 430<br>—<br>— | —<br>—<br>— |
| B — 6  | Метасоматит. Малые Карпаты, с. Часта, Б. Частянская долина из канавы под вершиной 521,9                                        | Валовая проба      | 342±6                           | —             | —           |
| B — 6  | Сланец переходной серии вблизи метасоматита (B — 6) Малые Карпаты, с. Часта, Б. Частянская долина из канавы под вершиной 521,9 | Валовая проба      | 313                             | 370           | —           |

| № обр. | Название породы,<br>местонахождение                                              | Минерал          | Возраст в млн. лет<br>по методу |       |         |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------|-------|---------|
|        |                                                                                  |                  | K/Ar                            | Rb/Sr | U-Th-Pb |
| G — 31 | Гранодиорит типа Сигла. Вепориды. Обнажение по дороге Черны Балог—Сигла—Гриньова | Валовая проба    | 190 ± 1                         | —     | —       |
|        |                                                                                  | Биотит           | 219 ± 4                         | —     | —       |
|        |                                                                                  | Циркон           | —                               | —     | 380     |
| G — 32 | Мигматит. Вепориды. Карьер «Хорепа», перевал дороги Кокава—Кленовец              | Валовая проба    | 310 ± 5                         | —     | —       |
|        |                                                                                  | Мусковит         | —                               | 361   | —       |
|        |                                                                                  | Биотит           | —                               | 338   | —       |
| G — 35 | Гранодиорит типа Грончок Вепориды. Грончок, конец асфальтированной дороги        | Биотит*          | 115                             | —     | —       |
|        |                                                                                  | Биотит           | 98 ± 1.2                        | 214   | —       |
|        |                                                                                  | Циркон           | —                               | —     | 260     |
|        |                                                                                  | К. полевой шпат* | 110                             | —     | —       |

Примечание: Данные, обозначенные \* заимствованы из работы Я. Кантора (1959).

интерпретации. Доказательством этого являются построенные гистограммы, приведенные на графиках I—II.

На двух приведенных ниже графиках I и II обобщены и в виде гистограмм представлены все до сих пор полученные результаты ядерно-геохронологических определений возраста пород и минералов кристаллических комплексов Западных Карпат. Сводные таблицы возрастов или же общая обработка ранее полученных данных находятся в совместных статьях, опубликованных в 1974 и 1977 гг. в Геологическом сборнике САН: А. К. Бойко, Л. Каменицкий, Н. П. Семененко, Б. Цамбел, Н. П. Щербак (1974); Г. П. Багдасарян, Б. Цамбел, И. Весельский, Р. Х. Гукасян (1977); Б. Цамбел, Н. П. Щербак, Л. Каменицкий, Е. Н. Бартницкий, И. Весельский (1977); и Б. Цамбел, Г. П. Багдасарян, И. Весельский, Р. Х. Гукасян (в печати — Геол. сборник САН — 1978). В рисунке 1 сведены ядерно-геохронологические данные пород кристаллических комплексов Малых Карпат, а в рисунке 2 — возрасты, полученные для кристаллических пород из остальной части Западных Карпат. Изложение и интерпретация отдельных гистограмм рисунков 1 и 2 следующие:

#### *Рисунок 1 (Кристалликум Малых Карпат)*

Гистограмма I изображает результаты определений возрастов амфиболов и амфиболитов, габбро-амфиболитов и амфиболовых габбро по K/Ar методу из Малых Карпат. Максимум частоты встречаемости значений возрастов находится в пределах 280—320 млн. лет, что по нашему мнению отражает самое интенсивное влияние варийского гранитоидного плутонизма на породы основного состава. Определения возраста, дающие значения около 100 млн. лет, говорят об альпийском динамометаморфном вклянии, вызвавшем диафторез. Значения возраста около 240 млн. лет отражают варийское прогрессивное, а также альпийское ре-

Т а б л и ц а 2  
Результаты определения возраста пород Западных Карпат рубидий-стронциевым методом

| № образцов | Название породы, минерала<br>местонахождение | $Rb^{87} \times 10^{-6}$<br>г/г | $Sr^{86} \times 10^{-6}$<br>г/г | $Sr^{87} \times 10^{-6}$<br>г/г | $Sr^{87}/Sr^{86}$<br>г/г | $(Sr^{87}/Sr^{86})_0 = 0.706$<br>г/г, млн. лет |
|------------|----------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------|
| 1.         | G — 50 (51 63)                               | 254,100                         | 2,8472                          | 29,423                          | 0,9364                   | 188                                            |
|            | G — 40 (51 63)                               | 113,766                         | 1,8512                          | 19,120                          | 0,9865                   | 332                                            |
|            | G — 47 (27 63)                               | 129,414                         | 3,7864                          | 39,128                          | 0,8455                   | 297                                            |
| 2.         | G — 47 (27 63)                               | 106,271                         | 6,4214                          | 66,357                          | 0,7873                   | 358                                            |
|            | G — 45 (56 63)                               | 177,329                         | 2,1314                          | 22,026                          | 0,9642                   | 226                                            |
| 3.         | G — 45 (56 63)                               | 79,033                          | 4,7741                          | 49,334                          | 0,7842                   | 344                                            |
|            | G — 38 (8 63)                                | 199,833                         | 2,4644                          | 25,466                          | 1,0365                   | 291                                            |

|     | № образцов     | Название породы, минерала<br>и местонахождение                                                                                 | $Rb^{87} \times 10^{-6}$<br>г/г | $Sr^{86} \times 10^{-6}$<br>г/г | $Sr^{87} \times 10^{-6}$<br>г/г | $Sr^{87}/Sr^{86}$<br>г/г | $Sr^{87}/Rb^{87} \times 10^{-6}$<br>г/г | $(Sr^{87}/Sr^{86})_0 = 0.703$<br>т. млн. лет |
|-----|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|
|     |                |                                                                                                                                |                                 |                                 |                                 |                          |                                         |                                              |
| 5.  | G — 36 (23 63) | Биотит из модранского<br>гранита. Малые Карпаты,<br>с. Модра-Гармония,<br>каменоломня в долине<br>Жлабок под вершиной<br>467,7 | 99,8165                         | 2,3370                          | 24,150                          | 0,9241                   | 0,5156                                  | 372                                          |
| 6.  | G — 46 (28 63) | Мусковит из жильного<br>гранита — гидро-автомата-<br>морфизованный. Малые<br>Карпаты с. Боринка,<br>лесничество Горватка       | 113,110                         | 1,6231                          | 16,772                          | 0,9843                   | 0,4570                                  | 291                                          |
| 7.  | G — 39 (47 63) | Биотит из гранита, шприт-<br>содержащего. Малые<br>Карпаты. Дорога Карлова<br>Вес—Девин. Большая<br>каменоломня под Брегом     | 227,069                         | 1,1698                          | 12,088                          | 1,5481                   | 0,9965                                  | 316                                          |
| 8.  | G — 48 (26 63) | Мусковит из лейкократовой<br>мелкозернистой фации<br>гранита. Малые Карпаты,<br>с. Марианка                                    | 395,269                         | 0,4195                          | 4,335                           | 5,0670                   | 1,8507                                  | 337                                          |
| 9.  | G — 35         | Биотит из гранодиорита<br>типа Гроночек. Словацкое<br>рудогорье, с. Гроночек, конец<br>асфальтированной дороги                 | 138,275                         | 1,9100                          | 19,738                          | 0,9190                   | 0,4116                                  | 214                                          |
| 10. | G — 32 (57 54) | Мусковит из мигматита.<br>Словацкое рудогорье. Ка-<br>меноломня близ перевала<br>дороги Кокава—Кленовец                        | 73,613                          | 4,6125                          | 47,665                          | 0,7852                   | 0,3696                                  | 361                                          |
|     | G — 32 (57 54) | Биотит                                                                                                                         | 147,005                         | 0,9191                          | 9,498                           | 1,4477                   | 0,6896                                  | 338                                          |

Т а б л и ц а 3

Результаты определения абсолютного возраста новой группы образцов Западных Карпат калий-аргоновым методом

| № образцов | Название минерала или горной породы и местовзятия                                                                 | Содержание калия в % | K <sup>40</sup> , г 10 <sup>-6</sup> | % радио-генн Аг <sup>40</sup> | Аг <sup>40</sup> см <sup>3</sup> г 10 <sup>-6</sup> | Аг <sup>40</sup> г г 10 <sup>-9</sup> | Аг <sup>40</sup> К <sup>40</sup> 10 <sup>-3</sup> | Возраст в млн. лет      | Среднее значение возраста в млн. лет |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| А-10       | Амфибол. Из слабометаморфизованного габброамфиболита. Малые Карпаты. С. Перек в 1 км севернее г. Плеш             | 0,14<br>0,14         | 0,171<br>0,171                       | 1,67<br>16,8                  | 1,34<br>1,37                                        | 2,40<br>2,45                          | 14,03<br>14,35                                    | 236,5<br>241,7          | 239 ± 2,5                            |
| А-12       | Амфибол. Из пятнистого амфиболита. Малые Карпаты. Братислава. Железня Студинка, верхняя каменоломня в амфиболитах | 0,22<br>0,22         | 0,268<br>0,268                       | 28,0<br>23,5                  | 2,62<br>2,35                                        | 4,68<br>4,19                          | 17,44<br>15,62                                    | 290<br>262              | 276 ± 14                             |
| А-15       | Амфибол. Из диорита. Малые Карпаты. Братислава. Глубока дорога близ часовни, под лестницей                        | 0,93<br>0,93         | 1,13<br>1,13                         | 31,6<br>32,0                  | 15,24<br>13,52                                      | 27,20<br>24,13                        | 23,98<br>21,26                                    | 388<br>348              | 368 ± 20                             |
| А-5        | Биотит. Из той же породы                                                                                          | 3,13<br>3,13         | 3,82<br>3,82                         | 85,9<br>48,1                  | 45,02<br>45,22                                      | 80,36<br>80,71                        | 21,04<br>21,14                                    | 344<br>346              | 345 ± 1                              |
| А-25       | Амфибол. Из амфиболового габбро. Малые Карпаты. Братислава. Перекресток улиц Чапека и Глубокой                    | 0,39<br>0,39<br>0,39 | 0,476<br>0,476<br>0,476              | 57,0<br>31,9<br>55,7          | 8,83<br>8,35<br>7,81                                | 14,87<br>14,91<br>13,95               | 31,25<br>31,33<br>29,31                           | 491,6<br>492,3<br>464,6 | 483 ± 11                             |
| А-19       | Мусковит 1. Из диафторита Вепориды, Выдрово                                                                       | 6,62<br>6,62         | 8,08<br>8,08                         | 93,1<br>70,5                  | 51,54<br>45,80                                      | 92,0<br>81,76                         | 11,39<br>10,12                                    | 194,2<br>173,7          | 184 ± 10                             |
| А-19       | Мусковит 2. Из диафторита Вепориды, Выдрово                                                                       | 6,65<br>6,65         | 7,99<br>7,99                         | 75,7<br>92,8                  | 66,61<br>72,30                                      | 118,89<br>129,06                      | 14,88<br>16,15                                    | 250<br>270              | 260 ± 10                             |

| № образцов    | Название минерала или горной<br>и местозащия                                                                                           | Содер-<br>жание<br>калия<br>в % | K <sup>40</sup> , г<br>10 <sup>-6</sup> | $\gamma$ , радио-<br>гени<br>Ar <sup>40</sup> | Ar <sup>40</sup><br>см <sup>3</sup> /г<br>10 <sup>-6</sup> | Ar <sup>40</sup><br>г/г<br>10 <sup>-9</sup> | Ar <sup>40</sup><br>K <sup>40</sup><br>10 <sup>-3</sup> | Возраст<br>млн. лет<br>возраста | Среднее<br>значение<br>млн. лет<br>возраста |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|
| G-35          | Биотит из гранодиорита типа<br>Гроцок. Словацкое рудогорье.<br>С. Гроцок. Конец асфальтиро-<br>ванной дороги                           | 6,70<br>6,70                    | 8,17<br>8,17                            | 46,3<br>50,3                                  | 25,30<br>25,97                                             | 45,16<br>46,36                              | 5,52<br>5,67                                            | 96,8<br>99,2                    | 98 ± 1,2                                    |
| G-63          | Амфибол. (с незначительной<br>примесью биотита) Из габбро-<br>амфиболита. Вепориды. Дорога<br>Великий Дракшар—Беюш                     | 0,54<br>0,54<br>0,54            | 0,66<br>0,66<br>0,66                    | 63,8<br>56,0<br>55,4                          | 11,59<br>11,87<br>11,17                                    | 20,69<br>21,19<br>19,94                     | 31,41<br>32,17<br>30,27                                 | 493,7<br>504,7<br>478,4         | 492 ± 9                                     |
| A-26          | Амфибол. Из амфиболита.<br>Западные Татры. Жиарска<br>долина. Карьер у конца асфаль-<br>тированной дороги                              | 0,355<br>0,355<br>0,355         | 0,433<br>0,433<br>0,433                 | 37,6<br>50,0<br>51,7                          | 8,77<br>8,08<br>7,54                                       | 15,65<br>14,42<br>13,46                     | 86,13<br>33,20<br>31,07                                 | 557,6<br>519,8<br>489,5         | 522 ± 23                                    |
| G-66          | Амфибол + биотит. Из диорита,<br>Штвенский остров. Дорога<br>Б. Штвенница—Выгне близ<br>развалин дороги по направле-<br>нию в д. Банки | 2,23<br>2,23                    | 2,72<br>2,72                            | 4,36<br>12,4                                  | 1,97<br>1,51                                               | 3,52<br>2,69                                | 1,29<br>0,99                                            | 23<br>18                        | 21 ± 2                                      |
| 11-16<br>R-31 | Фукуит. Месторождение Руд-<br>няны. 13 этаж 3035                                                                                       | 2,69<br>2,69                    | 3,28<br>3,28                            | 64,0<br>63,3                                  | 15,58<br>15,80                                             | 27,81<br>28,20                              | 8,47<br>8,58                                            | 146,3<br>148,1                  | 147 ± 1                                     |

тропоградное метаморфологическое воздействие. Значения возрастов в пределах 340—380 млн. лет дают амфиболы диорита «Глубокой цесты», а также из габбро-амфиболитов или же амфиболовых габбро оболочки сланцев вблизи диорита, находящегося в огороде Оплуштила и на улице Крчмеры в городе Батислава. Для амфибола из амфиболового габбро, являющегося ксенолитом (размером примерно 6—8 м, мощностью 1 м)

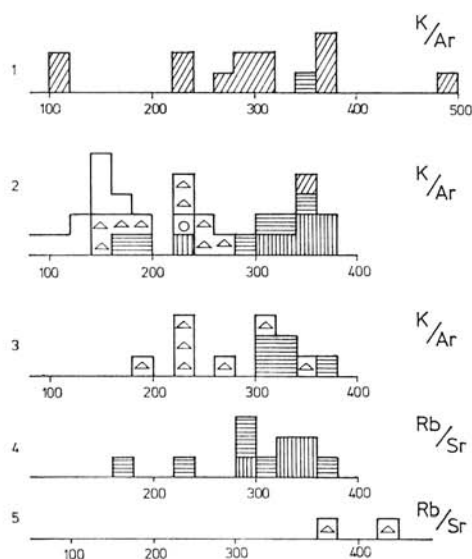


Рис. 1. Гистограммы геохронологических данных для пород Малых Карпат 1. амфиболиты и амфиболовое габбро К/Ar, 2. гранитоидные породы К/Ar, 3. кристаллические сланцы К/Ar, 4. гранитоидные породы Rb/Sr, 5. кристаллические сланцы Rb/Sr.

более глубокозалегающих частей кристаллических пород, приподнятых интрузией загрязненного амфиболового габбро-диорита, получен возраст 500 млн. лет.

Гистограмма 2, отражающая возрасты гранитоидных пород, датированных К/Ar методом, указывает на то, что для отдельных минералов (мусковит-биотита) главный возрастной интервал находится между 300 и 380 млн. лет, где высокие значения возраста главным образом получены по мусковитам. Две цифры возраста по мусковитам, укладываемые в интервале 360—380 млн. лет, являются, по представлениям Б. Цамбела и И. Весельского, аномальными вследствие аккумуляции аргона в новообразованиях мусковита (Н. Н. Амшинский и др., 1974 и 1976) вследствие баверитизации, либо присутствия других процессов.

Определение возраста по полевым шпатам или по валовой пробе породы, не содержащей слюды (в том числе аплитов, полевых шпатов из пегматитов или других лейкократовых гранитоидных пород), полученные значения укладываются в интервал 220—280 млн. лет. Возрастные данные, находящиеся ниже границы 200 млн. лет, образуют самостоятельную, относительно симметричную гистограмму, которая изображает результаты определений возраста затронутых динамометаморфизмом гранитоидных пород милонитовых зон, или же содержащие другие про-

дукты пород и минералов, возникших вследствие изменения этих пород, приведших к утечке радиогенного аргона.

Гистограмма 3 изображает значения возрастов кристаллических сланцев, полученных К/Аг методом и его форма в сущности отвечает возрастным значениям гранитоидных пород, причем значения ниже предела 260 млн. лет принадлежат определениям возрастов по валовым пробам. Максимальная частота возрастов образования гнейсов и кристаллических сланцев отвечает максимуму частоты встречаемости возрастов гранитоидов. Это позволяет Б. Цамбелу и И. Весельскому предполагать то, что метаморфизм, под влиянием которого эти породы возникли, обусловлен действием плутона гранитоидов.

Результаты определения возраста по Rb/Sr методу (гистограммы № 4 и 5) дают несколько заниженные результаты возрастов гранитоидных пород по сравнению с таковым К/Аг метода и находятся в интервале от 280 до 380 млн. лет, причем возрасты по мусковитам этих пород, подобно тому как это видно для возрастов, полученных по К/Аг методу, несколько выше и находятся в интервале значений от 340 до 360 млн. лет.

В гистограмме № 5 приводятся два значения возраста по К/Аг методу, полученные по валовым пробам (сланец гармонской серии и биотитсодержащая порода подстилающей серии пензинско-пернекской кристаллической свиты) имеют возрасты, располагающиеся в интервале значений от 370 млн. лет (порода гармонской серии) до 430 млн. лет для породы пензинско-пернекского кристаллического комплекса.

## Рисунок 2 (Кристалликум Западных Карпат)

Гистограмма № 1 указывает на то, что одна группа порфироидов из области вепорид и гемерид дает по К/Аг методу значения возрастов в пределах от 90 до 100 млн. лет и только кислые производные порфироидного характера, выступающие в серии кристаллических сланцев Малых Карпат, достигают значений до 390 млн. лет. Кислая эффузивного характера межпластовая порода гармонской серии из района с. Часта имеет возраст 340 млн. лет, а порода пензинско-пернекского кристаллиника (рудник Пезинок) — 390 млн. лет. Низкий возраст порофировидных пород из области вепоридного кристаллиника, вероятнее всего обусловлен понижением содержания аргона вследствие его миграции.

Гистограмма 2, изображающая результаты определений возраста по U-Th-Pb методу, указывает на разброс возрастных значений порфироидов Западных Карпат в диапазоне от 360 до 420 млн. лет.

Данные кислых метаморфизованных пород из Малых Карпат относительно хорошо согласуются по определениям К/Аг и Rb/Sr методами.

Для гранитоидных пород Западных Карпат (гистограмма 3 по U-Th-Pb методу для цирконов) характерен некоторый разброс возрастов (от 260 до 320 млн. лет), за исключением возраста гранитоида типа Сигла, который по U-Th-Pb методу дает 380 млн. лет.

Возрасты, определенные по некоторым образцам кристаллических сланцев Западных Карпат (гистограмма 4), попадают в более широкий диапазон значений, особенно по данным U-Th-Pb метода для параметаморфитов (филиты, сланцы, мигматиты). Это, по-видимому, обусловлено

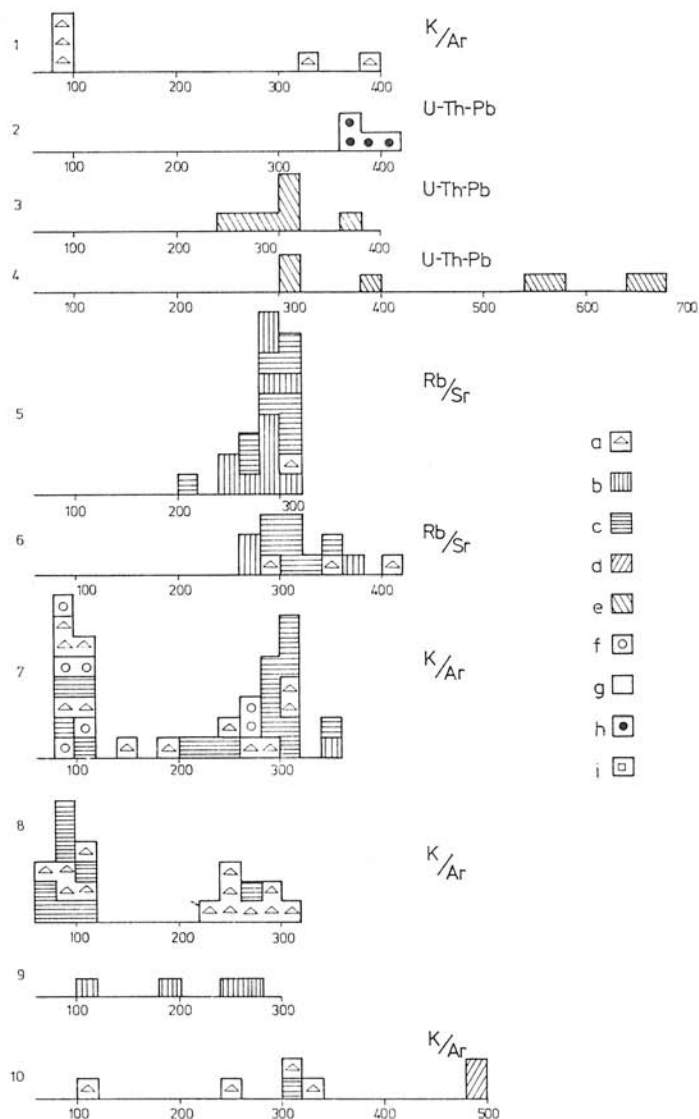


Рис. 2. Гистограммы геохронологических данных для пород Западных Карпат. 1. порфиroidы K/Ar (включительно малокарпатских), 2. порфиroidы U-Th-Pb, 3. гранитоидные породы U-Th-Pb, 4. кристаллические сланцы U-Th-Pb, 5. гранитоидные породы Rb/Sr (данные Я. Бурхарта), 6. кристаллические сланцы Rb/Sr, 7. гранитоидные породы K/Ar, 8. кристаллические сланцы ArK, 9. мусковитовые гнейсы диафорного происхождения K/Ar, 10. амфиболовые габбро и амфиболиты K/Ar.

а валовая проба, б мусковит, в диатит, д амфибол, е циркон-монацит, ф К-полевой шпат, г милониты Малых Карпат, h порфиroidы, i амфиболовое габбро и амфиболиты.

присутствием окатанных цирконов терригенного происхождения, попавших в данные породы из пород предыдущих тектоно-магматических циклов. Наибольшие значения возрастов получены для терригенных — окатанных цирконов из палеозойского возраста кварцитов Спишско-Геморского рудогорья (640—680 млн. лет). По изохронному методу определен возраст этих цирконов в 830 млн. лет (см. график № 3 в статье Цамбел — Щербак и др., 1977).

На гистограмме 5, изображающей Rb Sr-возрасты гранитондных пород Высоких Татр по Я. Бурхарту, намечается относительно малый разброс значений возраста в интервале от 260 до 320 млн. лет. Этому разбросу значений возраста соответствует и частота их встречаемости, изображенная на гистограмме 6 для параметаморфитов Высоких Татр. Исключение составляет лишь одно определение для сланца из долины Кондратьева с максимальным значением, достигающим 413 млн. лет, что в прочем близко отвечает результату опречеления возраста Rb Sr методом для сланца пензинско-пернецкого кристаллического Малых Карпат. Таким образом, следует отметить, что определения возраста Rb/Sr методом подтверждают зависимость метаморфизма пород осадочного происхождения от воздействия гранитондного магматизма Высоких Татр.

При рассмотрении гистограммы 7, отражающей K/Ar возрасты гранитондных пород Западных Карпат, намечаются некоторые сходства с данными гистограммы № 2 (график 1). Разница между ними лишь в том, что возрасты, полученные K/Ar методом, несколько ниже аналогичных значений для пород Малых Карпат, поскольку главный диапазон максимума частоты встречаемости возрастов для разных гранитондных пород Западных Карпат достигает предела 300—320 млн. лет и только в двух случаях мы имеем возраст 340—360 млн лет. Для гранитондов Малых Карпат возраст достигает верхнего предела — 360 млн. лет.

Так же, как у гранитондов Малых Карпат, которые затронуты изменениями вследствие динамометаморфизма или же щелочного метасоматоза альпийского времени, гранитоиды остальных районов Западных Карпат образуют самостоятельный максимум частоты встречаемости возрастов в интервале значений от 90 до 120 млн. лет. В этот график включены и породы южной части вепорид, которые в региональном масштабе претерпели аргонное омоложение. Факторы, приведшие к некоторой потере из пород радиогенного аргона, обусловлены, вероятно:

а) динамометаморфизмом альпийского возраста; б) поднятием этой части Карпатского блока в меловое время; в) перегревом данных пород вследствие воздействия гранитондного плутона мелового возраста, который пока установлен в районе гемерид и буровой скважиной близ д. Роховце (А. Клинец, в печати) — область южных вепорид.

Сходную форму предыдущей гистограммы проявляет и гистограмма 8 для K/Ar возрастов метаморфизованных сланцевидных пород. Этот график показывает, по мнению Б. Цамбела и И. Весельского, на отчетливую зависимость метаморфизма, от гранитондного магматизма и ретроградного динамометаморфизма альпийского времени, что с их точки зрения хорошо сходится с величинами возраста порфировидных пород,

претерпевших динамометаморфизм. Они изображены на гистограмме 1 (рисунок 2).

Самостоятельной проблемой, которая до настоящего времени имеет мало данных для ее решения, является распределение значений возраста мусковитсодержащих гнейсов диафоритического происхождения (гистограмма 9, рисунок 2). В этих породах мусковиты считаются результатом диафореза альпийского или же варисского возраста. Подобный разброс возрастов мусковитов этих пород, по мнению Б. Ц а м б е л а и И. В е с е л ь с к о г о, обусловлен недостаточной миграцией радиогенного аргона из этих минералов под влиянием альпийского метаморфизма или в результате наложения альпийского метаморфизма на метаморфизм варийского времени. Причем степень интенсивности проявления варийского метаморфизма по сравнению с альпийским, пока доступными методами трудно определить.

На гистограмме 10 проявляется рассеяние К/Аг возрастов амфиболитов или отсепарированных амфиболов из пород. И здесь явно проявляется влияние альпийского динамометаморфизма на породы (например, для амфиболита из района Мурань получен возраст 120 млн. лет). Подобно тому, как это наблюдается для пород Малых Карпат, вторая группа амфиболсодержащих пород имеет возрасты, очень близкие возрастам магматитов и метаморфизованных пород осадочного происхождения, находящихся вблизи габброидов (возрасты этих пород от 300 до 340 млн. лет). В данном графике изображены также две величины возраста пород типа габброидов неясного генезиса, которые кажутся не очень интенсивно затронутыми метаморфизмом. Их возраст по К/Аг методу достигает 500 млн. лет (с. Бенюш) — гронский кристаллический массив — вепориды.

### *Заключение*

Несмотря на новые результаты калий-аргонового и также рубидий-стронциевого методов определений, остается еще недостаточно выясненным вопрос о возрасте гранитоидных пород Малых Карпат. Возрасты колеблются от раннебретонского времени до фалского (если взять отдельные определения возраста). Нам представляется, что расхождения в значениях возраста отражают не только разницу в возрастах интрузий, но они могут быть следствием состояния пород или минералов, как результата вторичных процессов. Следовательно, различия в значениях возраста вероятно отражают геохимические особенности минералов и пород и особенно наложенные вторичные процессы, и задачей геолога-геохимика является определить, точно изучить и оценить роль этих изменений. Поэтому одним из важнейших вопросов предстоящих исследований является правильное объяснение и интерпретация полученных результатов ядерно-геохронологических определений.

Немаловажной задачей являются также контрольные полевые наблюдения для проверки пород в отношении их взаимного возрастного и литологического сопоставления. С этой целью потребуются также при помощи искусственных обнажений выяснить взаимоотношение пород между собой.

Должное внимание необходимо уделить также детальным минералогеохимическим исследованиям отдельных типов горных пород с учетом их возможного различного возрастного значения и сопоставления с данными геохронологической шкалы.

Новые калий-аргоновые данные особенно по результатам исследований амфиболитов Малых Карпат приводят к выводу, что амфиболы из амфиболовых габбро достигают кембрий-силурского возраста. Группа интрузивных габброндных пород, которые являются составной частью гранитондного плутона в районе Глубока цеста (Братислава) и в которых найдены довольно большие ксенолиты амфиболового габбро древней оболочки, дают значения возраста в пределах от 360 до 480 млн. лет. Следует также отметить, что и некоторые другие амфиболовые габброндные интрузивного характера породы области татрид и вепорид в некоторых случаях достигают, по данным калий-аргонового метода, возраста 500 млн. лет.

Накопившиеся ядерные и другие геохронологические данные указывают на то, что породы кристаллических комплексов Западных Карпат в обнаженных на поверхности уровнях имеют в подавляющем большинстве случаев палеозойский возраст.

В заключении следует отметить, что учитывая недостаточность геохронологических данных, подход к их интерпретации может быть разным, поэтому вышеизложенные нами представления следует рассматривать как далеко не окончательные.

Педевод П. Весельского

#### ЛИТЕРАТУРА

- БОПКО, А. К., КАМЕНИЦКИЙ, Л., СЕМЕНЕНКО, Н. П., ЦАМБЕЛ, Б., ШЕРБАК, Н. П., 1974: Часть результатов определения абсолютного возраста горных пород кристаллического массива Западных Карпат и современное состояние знаний. *Geol. zborník Geologica Carpathica*, (Bratislava), 21, 1, с. 25—39.
- ЦАМБЕЛ, Б., БАГДАСАРЯН, Г. П., ВЕСЕЛЬСКИЙ, П., АГАМАЛЯН, В. А., ЧИБУХЧЯН, З. О., 1977: Радиогеохронология горных пород и молодых наложенных процессов области Малых Карпат. (Словакия). Сборник Опыт корреляции магматических и метаморфологических пород Чехословакии и некоторых районов СССР. Издательство Наука, (Москва), 7, с. 199—208.
- ЦАМБЕЛ, Б., ШЕРБАК, Н. П., БАРТНИЦКИЙ, Е. Н., КАМЕНИЦКИЙ, Л., ВЕСЕЛЬСКИЙ, П., 1977: Результаты изотопно-геохимических и минералогических исследований кристаллических пород Карпатского региона выполненных в ИГФМ АН УССР в 1973—1975 годах. *Geol. zborník Geologica Carpathica*, (Bratislava), 28, 2, с. 243—259.
- СЕМЕНЕНКО, Н. П., ЦАМБЕЛ, Б., ШЕРБАК, Н. П., ГРЕЦУЛА, П., БАРТНИЦКИЙ, Е. Н., КАМЕНИЦКИЙ, Л., ЕЛИСАВЕТА, Г. Д., ЛЕВКОВСКАЯ, Н. Ю., 1977: Геохронологическое сопоставление кристаллического основания Западных и Восточных Карпат по данным уран-торий-свинцового метода. (Москва).
- ЗОУБЕК, В., 1960: Основные черты геологического развития центральных Карпат в домезонский период. Материалы КБГА I., (Киев), с. 31—39.
- СОБОТОВИЧ, Е. В., 1970: Изотопы свинца в геохимии и космохимии. Атомиздат, (Москва), с. 348.
- BURCHART, J., 1968: Rubidium-strontium isochron ages of the crystalline core of the Tatra Mountains, Poland, *Amer. J. Science* (New Haven), 266, с. 895—907.
- BURCHART, J., 1970: Skaly krystaliczne wyspy Goryckowej w Tatracach, *Studia geologica polonica*, (Warszawa), 32.

- BURCHART, J., 1970: The crystalline core of the Tatra Mountains, a case of polymetamorphism and polytectonism. *Ecolae geol. Helv.* (Basel), 63, 1, c. 53—56.
- CAMBEL, B., 1976: Problémy stratigrafie kryštalinika Západných Karpát z hľadiska rádiometrického datovania. *Acta Carolinae*, (in press).
- GRECULA, P., 1970: K stratigrafii staršieho paleozoika Spišsko-gemerského rudohoria. *Mineralia slov.* (Spišská Nová Ves), 2, 7, c. 126—191.
- HOVORKA, D. — HVOŽDARA, P., 1965: Akcesorické minerály veporidných granitoidných hornín. *Acta geol. et geogr. UC, Geologica*, (Bratislava), c. 145—180.
- KAMENICKÝ, J., 1967: in Mahel et al. *Regionální geologie ČSSR*, II. díl, Západní Karpaty, zv. 1., (Praha), c. 486.
- KAMENICKÝ, L., 1973: Lithologische Studien und strukturelle Rekonstruktion des Kristallinikums der Zentralen Westkarpaten. *Geol. zborník Geologica Carpathica*, (Bratislava), 24, 2, c. 275—281.
- KANTOR, J., 1961: Beitrag zur Geochronologie der Magmatite und metamorphite des westkarpathischen Kristallins. *Geol. práce*, (Bratislava), 60, c. 303—317.
- KLINEC, A., 1967: K problému stavby a vzniku veporského kryštalinika. *Zborník geol. vied Západné Karpaty*, (Bratislava), 6, c. 7—28.
- KLINEC, A. — PLANDEROVÁ, E. — MIKO, O., 1975: Staropaleozoický vek horného komplexu veporid. *Geol. práce, Správy*, 63, (Bratislava), c. 95—104.
- KRÁL, J., 1977: Fission track ages of apatites from the West Carpathians. *Geol. zborník Geologica Carpathica*, (Bratislava), 2, c. 269—276.
- KRÁL, J. — MACEK, J., 1976: Distribution and content of uranium in the granitoid glasses. *Geol. zborník Geologica Carpathica*, (Bratislava), 1.
- KRIST, E. 1977: Leptite rocks in the crystalline complex of the Central West Carpathians. *Acta geol. et. geogr. UC* (Bratislava), 32, c. 45—55.
- MAŠKA, M. — ZOUBEK, V. in Buday, T. a kol., 1961: Tektonický vývoj Československa. *ČSAV*, (Praha), c. 232.
- ZOUBEK, V. 1931: Les montagnes du Vepor dans les environs de Podbrezová. *Knih. Stát. geol. út. ČSR*, 12 A, Praha, c. 182—191.
- ZOUBEK, V., 1931: Tektonická skizka širšieho okolí Brezna nad Hronom. *Věst. Stát. geol. út. ČSR*, 7, (Praha), c. 204—207.

Рецензия Л. КАМЕНИЦКОГО

Рукопись получена 19 августа 1978 г.