

Г. Н. АНОШИН, Б. П. ЗОЛОТАРЕВ, В. Г. ЦИМБАЛИСТ

ЗОЛОТО В ПОРОДАХ ТОЛЕИТ-БАЗАЛЬТОВОЙ ФОРМАЦИИ

(Представлено академиком В. С. Соболевым 13 X 1970)

Характерной особенностью толеит-базальтовой формации устойчивых областей является преобладание интрузивной фации над эффузивной. Классический тип пород этой формации — интрузивные траппы Сибирской платформы. Как показало статистическое исследование химизма пород базальтовых формаций, среди траппов, развитых в различных районах мира, траппы Сибирской платформы выделяются пониженной кремнекислотностью и самым низ-

Таблица 1

Интервалы колебаний и средние содержания золота в траппах Сибири

Комплекс	Число проб	Содержание Au, мг/т		
		мин.	ср.	макс.
Агатский	3	4,8	5,9	3,0
Тычанский	4	3,2	4,6	5,3
Кузьмовский	8	2,2	4,8	12,0
Норильский	10	2,4	5,8	12,0
Курейский	27	2,0	8,2	32,0
Амовский	3	5,0	5,3	74,0*
Ногинский	8	2,0	5,5	13,0
Катангский	8	3,1	6,5	13,0
Тымерский	3	3,2	4,3	5,4
Летнинский	4	3,2	7,6	18,0
Чалбышевский	4	3,0	4,4	5,1
По всем комплексам	82	2,0	7,4	74,0

* Аномально высокое значение. В подсчете среднего содержания Au по комплексу не учитывалось.

ким содержанием калия (¹). Вместе с тем, с траппами Сибирской платформы связаны крупнейшие медно-никелевые месторождения и рудопроявления магнетита, т. е. на определенном этапе становления трапповых интрузий происходит концентрация ряда халькофильных и сидерофильных элементов до их промышленных содержаний. В связи с этим несомненный интерес представляет изучение особенностей распределения золота в различных интрузивных трапповых комплексах Сибирской платформы,

тем более что этот элемент наряду с резко выраженными сидерофильными свойствами обнаруживает сродство с халькофильными элементами.

В работе рассматриваются верхнепалеозойские — нижнемезозойские трапповые интрузии, развитые преимущественно в Тунгусской и Путоранской субпровинциях (²) и относящиеся к следующим комплексам: чалбышевскому, летнинскому, тымерскому, катангскому, ногинскому, амовскому, курейскому, норильскому, кузьмовскому, тычанскому и агатскому (³). Преобладающее распространение среди пород названных трапповых комплексов имеют габбро-долериты, оливиновые, троктолитовые, пикритовые и такситовые долериты, а также развитые в отдельных комплексах в подчиненных количествах феррогаббро-, тешенит- и эвкрит-долериты, сиеногаббро и гранофиры. Наиболее распространенные породы большинства интрузивных комплексов характеризуются сходным минералого-петрографическим и петрохимическим составом. Для некоторых комплексов характерна значительная степень внутрикамерной дифференциации. Наиболее дифференцированные — интрузии норильского и курейского комплексов. Различия в кремнекислотности и щелочности отдельных интрузивных трапповых

комплексов объясняются или различной глубиной выплавления первичных магм (⁴), или контаминацией магмы коровым материалом. К числу наиболее контаминированных комплексов относятся кузьмовский и тычанский (³, ⁶).

Все анализы на золото выполнены количественным спектрохимическим методом (⁵). Чувствительность метода 0,2 мг Au на 1 т из 10 г навески; среднеквадратичная его ошибка 25%; воспроизводимость проверена на ряде международных стандартов, параллельно анализировавшихся радиоактивационным методом.

По данным А. П. Виноградова (⁷), средние содержания золота в главных разновидностях магматических пород следующие (мг/т): ультраосновные 5, основные 4, кислые 4,5. Как видно из этих данных, изменение типа породы по кремнекислотности не влечет за собой существенных изменений в концентрациях золота. Распределение содержаний золота в интрузивных породах толеит-базальтовой формации характеризуется значительной дисперсией (табл. 1).

Статистическое изучение концентраций золота в траппах показало, что их распределение не противоречит логнормальному закону. Статистические оценки параметров распределения следующие:

$$\lg \bar{x} = 0,7124; \quad s \lg = 0,8643; \quad |\gamma_1 / \sigma \bar{\gamma}_1| = 0,7315, \quad |\gamma_2 / \sigma \bar{\gamma}_2| = 1,414,$$

где $\lg \bar{x}$ — среднее логарифмов содержаний Au, $s \lg$ — стандартное отклонение логарифмов содержаний Au, $|\gamma_1 / \sigma \bar{\gamma}_1|$ — коэффициент асимметрии, $|\gamma_2 / \sigma \bar{\gamma}_2|$ — коэффициент эксцесса.

Кроме того, обращает на себя внимание довольно высокое среднее содержание золота (7,4 мг/т). Максимальные концентрации этого элемента свойственны отдельным разновидностям траппов кузьмовского, норильского, курейского, амовского, ногинского, катангского и летнинского комплексов, обогащенным сульфидами и магнетитом.

Если рассматривать внутрикамерную дифференциацию трапповой магмы как аналог модели глубинной дифференциации, то на этом примере можно проследить основную тенденцию изменения содержаний золота. Для этой цели нами была выбрана дифференцированная интрузия Второго порога р. Курейки. Строение интрузии (снизу вверх) следующее: меланократовый такситовый габбро-долерит, пикритовый габбро-долерит, троктолитовый габбро-долерит, оливиновый габбро-долерит. В этом дифференцированном ряду пород от такситовых к оливиновым габбро-долеритам происходит увеличение содержаний кремния, титана, алюминия, кальция, натрия, калия, трехвалентного железа и уменьшение содержаний магния, суммарного и двухвалентного железа (см. табл. 2).

Средние содержания золота во всех дифференциатах силла, за исключением такситовых габбро-долеритов, практически равны между собой.

Таблица 2

Химический состав пород дифференцированной интрузии Второго порога р. Курейки (%)

Компонент	1	2	3	4
SiO ₂	44,50	43,49	45,95	48,70
TiO ₂	1,18	1,19	1,40	1,85
Al ₂ O ₃	10,62	9,47	11,22	14,88
Fe ₂ O ₃	3,00	2,18	2,73	3,22
FeO	14,92	15,41	13,86	10,93
MnO	0,20	0,25	0,18	0,25
MgO	14,50	18,35	12,85	6,17
CaO	7,85	6,54	8,44	10,13
Na ₂ O	1,70	1,43	1,82	2,40
K ₂ O	0,43	0,32	0,52	0,72
P ₂ O ₅	0,18	0,20	0,10	0,13
П. п. п.	0,85	0,71	0,50	0,64
H ₂ O ⁺	0,21	0,39	0,26	0,30
Сумма	100,14	99,93	99,83	100,32

Примечание. 1 — такситовые долериты, 2 — пикритовые, 3 — троктолитовые, 4 — оливиновые. Аналитики Л. Е. Бурксер, Л. В. Карпова.

В такситовых габбро-долеритах содержание этого элемента на порядок выше, чем в остальных дифференциатах силла (табл. 3). Сопоставление

Таблица 3

Интервалы колебаний и средние содержания золота в долеритах дифференцированного силла Курейского комплекса

Порода	Число проб	Содержание Au, мг/г		
		мин.	ср.	макс.
Оливиновый габбро-долерит	6	2,2	3,5	4,0
Троктолитовый габбро-долерит	6	2,6	4,0	5,6
Пикритовый габбро-долерит	4	2,0	3,7	5,6
Такситовый габбро-долерит	7	11,0	20,7	32,0
Долерит из зоны закалки	4	2,0	4,1	7,6
По силлу в целом	27	2,0	8,2	32,0

пентландит, халькопирит, кубанит) в такситовом габбро-долерите достигает 3—7%, при содержании магнетита до 1—2%. Следует отметить, что именно в этом горизонте отмечено более высокое (почти на порядок) содержание меди ⁽⁸⁾. Приуроченность повышенных содержаний к сульфидам меди (халькопириту) впервые отмечено для Скаердгарской интрузии ⁽⁹⁾. Во всех остальных горизонтах содержание сульфидов резко падает.

Если исключить из рассмотрения такситовый горизонт силла с повышенными концентрациями золота, несомненно связанными с сульфидной минерализацией, то обращает на себя внимание тот факт, что в долеритах из зоны закалки среднее и максимальное содержания Au несколько выше, чем в остальных горизонтах силла. Содержания золота в закаленных частях силла, по всей вероятности, наиболее близки к истинному содержанию этого элемента в первичной порции недифференцированной магмы. В данном случае условия дифференциации магмы в закрытой камере силла препятствовали выносу золота за пределы камеры кристаллизации. Однако известны случаи несколько иного характера распределения этого элемента в дифференцированных интрузиях толеитовой магмы. В Талнахской интрузии Норильского района, характеризующейся аналогичным типом дифференциации, среднее содержание золота в зоне закалки в несколько раз превосходит среднее его содержание во всех остальных горизонтах интрузии, включая и такситовые габбро-долериты, обогащенные сульфидами ⁽¹⁰⁾. Последнее обстоятельство свидетельствует о существенном выносе золота — на какой-то из стадий дифференциации первичной магмы — за пределы интрузивной камеры. Вмещающие дифференцированную интрузию породы и контаминированные породы верхнего контакта Талнахской интрузии характеризуются более низкими концентрациями золота ⁽¹⁰⁾. Это позволяет прийти к выводу, что первичная толеитовая магма не обогащается золотом за счет ассимиляции вмещающих пород.

Таким образом, в процессе дифференциации трапповой магмы изменений содержаний Au практически не наблюдается. Оно концентрируется при образовании меланократовых разновидностей пород (такситовые габбро-долериты), обогащенных железо-магнезиальными силикатами, сульфидами и магнетитом. Поэтому в гидротермальных проявлениях и сульфидном оруденении, приуроченных к этому этапу дифференциации трапповой магмы, можно ожидать повышенные концентрации золота. Характер его распределения в породах кузьмовского и тычанского комплексов, магма которых характеризуется отчетливо проявленными признаками гибридизма, свиде-

тельствует о том, что контаминация магмы коровым материалом не приводит к увеличению концентрации этого элемента. Содержание золота в породах толеит-базальтовой формации отвечает концентрации его в мантйном материале, из которого выплавлялась первичная толеит-базальтовая магма.

Институт геологии и геофизики
Сибирского отделения Академии наук СССР
Новосибирск

Поступило
7 IX 1970

Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии
редких элементов
Москва

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ В. А. Кутолин, Статистическое изучение химизма базальтов, «Наука», 1969.
² А. М. Виленский, Петрология интрузивных траппов севера Сибирской платформы, «Наука», 1967. ³ М. Л. Лурье, В. Л. Масайтис, Л. А. Полунина, В кн. Петрография Восточной Сибири, 1, Изд. АН СССР, 1962. ⁴ В. Л. Масайтис, И. И. Абрамович, Д. А. Додин, А. А. Смыслов, Геохимия, № 5 (1966).
⁵ В. Г. Цимбалист, Геология и геофизика, № 1 (1969). ⁶ А. П. Лебедев, Тр. Инст. геол. наук, сер. петрография, в. 161, № 46 (1955). ⁷ А. П. Виноградов, Геохимия, № 7 (1962). ⁸ Л. И. Кравцова, Тр. Н.-и. инст. геол. Арктики, 136 (1963). ⁹ E. A. Vincent, H. J. Crocket, Geochim. et cosmochim. acta, 18, 1—2 (1960). ¹⁰ М. Н. Годлевский, Л. В. Разин, О. М. Конкина, Тр. Центр. н.-и. горно-разв. инст., в. 87 (1970).