

УДК 552.11 (470.322)

К. А. САВКО, В. Л. БОЧАРОВ

ПЕТРОХИМИЯ ГАББРО-ДОЛЕРИТОВ
ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ВОРОНЕЖСКОГО
КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА

В 1983—1985 гг. на востоке Воронежской области при глубинном геологическом картировании выявлены пять крупных интрузивных габбро-долеритовых тел, общая площадь выхода которых на докембрийский эрозионный срез достигает 33 км² (рис. 1). Самые крупные габбро-долеритовые тела — Новогольский (25 км²) и Братковский (8 км²) интрузивы. Сведения об их составе и морфологии основаны на данных грави- и магниторазведки, а также бурения семи скважин, вскрывших габбро-долериты под чехлом осадочных отложений мощностью 300—350 м на глубине от 7 до 82 м (рис. 2).

Интрузивный трапповый магматизм известен на северо-западе Воронежского кристаллического массива (ВКМ) на территории КМА [6]. С дифференцированными телами габбро-долеритов смородинского и никитовского комплексов в Курской и Орловской областях связаны небольшие проявления медно-никелевых сульфидных и титаномагнетитовых (с ванадием) руд [6, 11]. Обнаружение интрузивных габбро-долеритовых массивов, геолого-геофизический прогноз которых дан Е. М. Крестинным [7], на востоке — веское доказательство общности геологической истории Курского и Воронежского блоков мегаструктуры ВКМ на платформенном этапе развития, существенно влияющее на общую металлогеническую оценку в регионе магматических ультрамафит-мафитовых образований.

Все интрузивные габбро-долеритовые тела в Калач-Эртильской структурно-тектонической зоне в 70 км, северо-восточнее Еланьского никеленосного лутона авторы предлагают объединить в самостоятельный новогольский магматический комплекс (по наиболее крупному интрузиву). Тела контролируются серией долгоживущих разрывных нарушений северо-западного и северо-восточного направлений, входящих, по-видимому, в единую систему разломной тектоники Лосевско-Мамонской — Новохоперско-Шумилинской зон эндогенной активности в конце раннего протерозоя. Интрузии представляют дайкообразные крутопадающие тела, образующие в плане полукольцо радиусом 15—17 км (рис. 1). Вмещающими являются раннепротерозойские образования воронцовской серии (PR₁² вс), представленные метапесчаниками и сланцами, преимущественно биотит-кварцевыми. Юго-западнее арсала распространения габбро-долеритовых тел метаморфические породы воронцовской серии прорваны многочисленными интрузиями ультрамафитов и мафитов мамонского и субщелочных гранитов бобровского комплекса.

В магнитном поле для габбро-долеритовых интрузий типичны отрицательные значения намагниченности. Однако на фоне песчаниково-сланцевых пород, характеризующихся большими отрицательными значениями геомагнитного поля, габбро-долериты фиксируются положительными аномалиями вытянутой и овальной форм (рис. 1). Если габбро-долеритовые массивы в магнитном поле отчетливо не выявля-

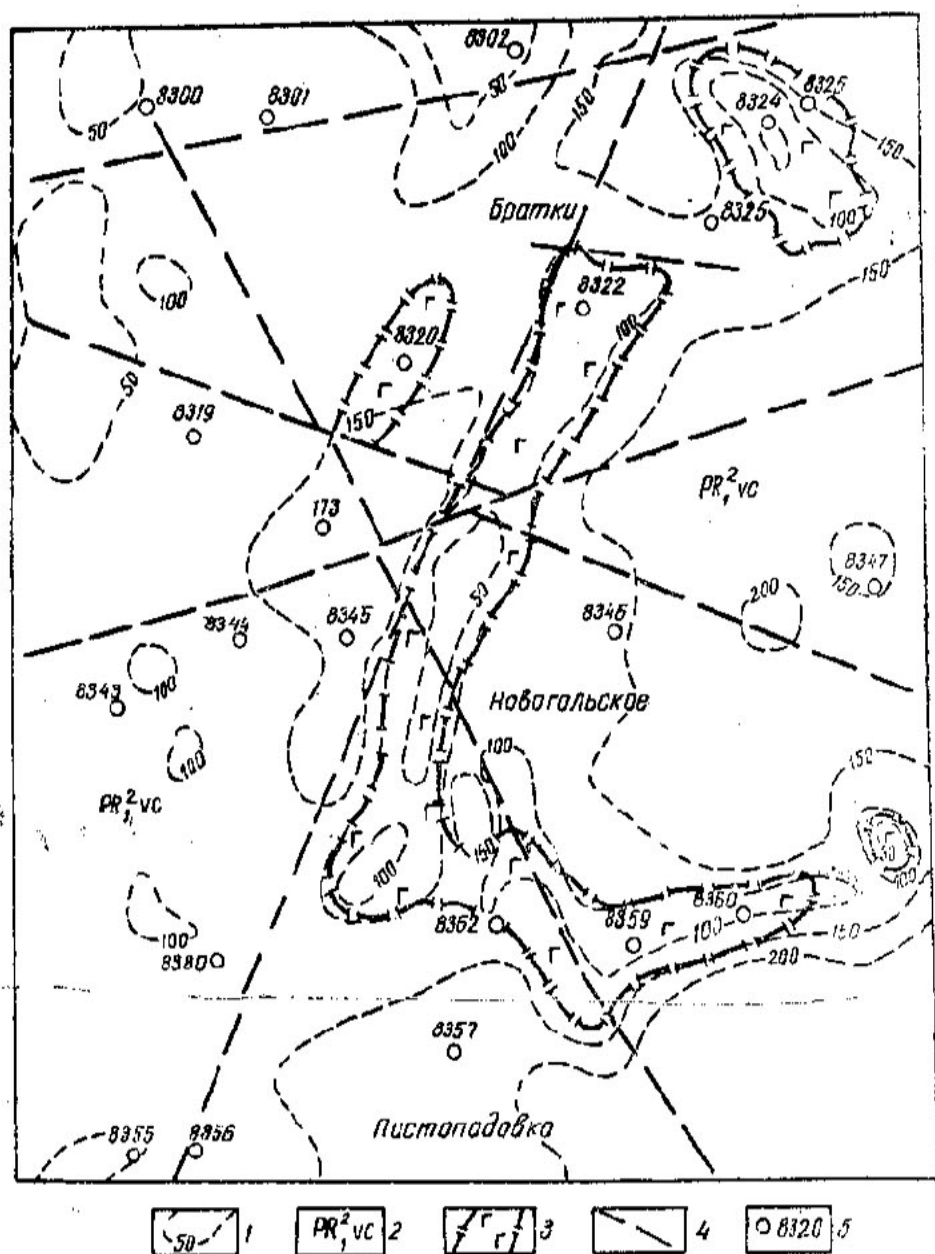


Рис. 1. Схематическая геологическая карта распространения габбро-долеритов
1 — изолинии геомагнитного поля; 2 — песчаниково-сланцевые образования порочковской серии; 3 — интрузивные тела габбро-долеритов; 4 — разрывные нарушения; 5 — скважины

ются, они надежно интерпретируются по данным гравirazведки. Все интрузии габбро-долеритов выделяются в гравитационном поле полужительными аномалиями силы тяжести.

На гамма-каротажных диаграммах габбро-долериты хорошо распознаются по чрезвычайно низким значениям радиоактивности (3—5 мкР/ч). По этому показателю они отличаются от габбро-норитов мамонского комплекса, имеющих радиоактивность 8—12 мкР/ч. Радиоактивность вмещающих песчаниково-сланцевых образований воронцовской серии также повышена, по сравнению с габбро-долеритами (5

10 мкР/ч), и сопоставима с радиоактивностью никеленосных ультрамафитов и мафитов.

Габбро-долериты — наиболее распространенная породная группа в интрузивных массивах новогольского комплекса. Это темно-серые, реже зеленовато-серые (в зонах трещиноватости) среднезернистые по-

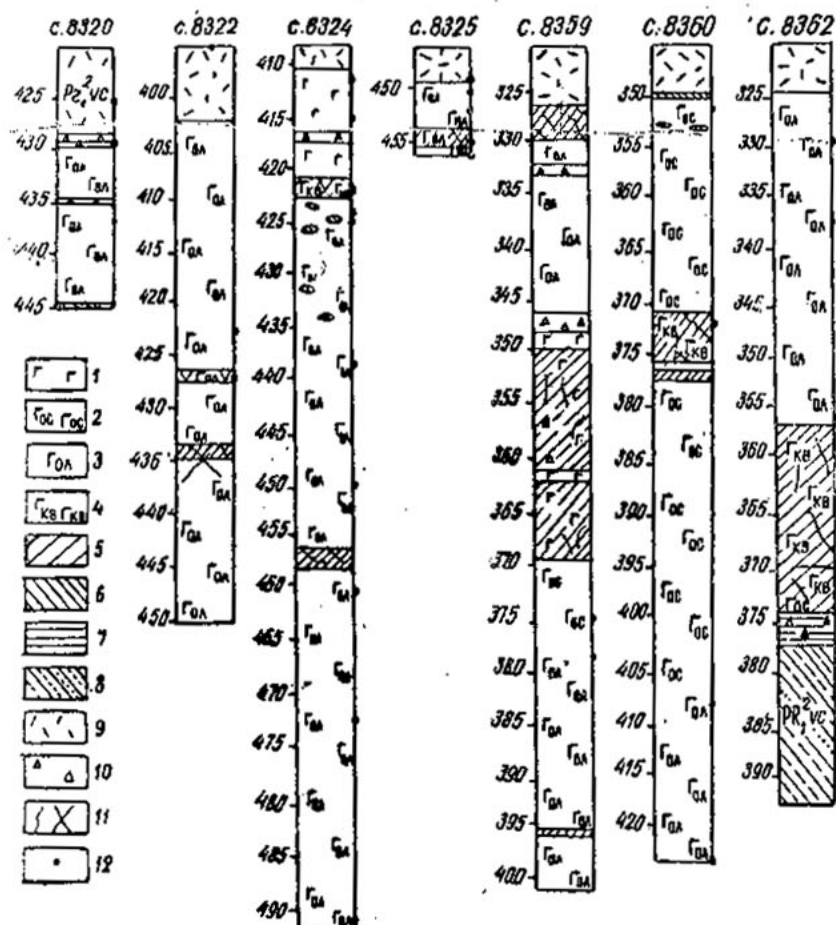


Рис. 2. Геологические разрезы по скважинам

Масштаб 1:500; 1—5 — габбро-долериты: 1 — безоливиновые, 2 — оливинсодержащие, 3 — оливиновые, 4 — кварцсодержащие, 5 — амфиболизированные; 6 — габбро-долерит-пегматиты; 7 — микродолериты контактовых зон; 8 — песчаниково-сланцевые образования воронцовской серии; 9 — кора выветривания габбро-долеритов; 10—11 — зоны: 10 — дробления, 11 — трещиноватости; 12 — точки отбора шлифов

роды с офитовой и пойкилоофитовой структурами. Минеральный состав меняется в зависимости от положения пород в разрезах. Внутреннее строение интрузивных тел определяется различной дифференциацией, выраженной в приуроченности кварцсодержащих, безоливиновых, оливинсодержащих габбро-долеритов и габбро-долерит-пегматитов к верхним горизонтам или приконтактовым зонам, а оливиновых габбро-долеритов, переходящих в троктолитовые разности, — к средним и нижним горизонтам (рис. 2). Различный уровень эрозионного среза интрузий может нарушать эту закономерность.

Безоливиновые габбро-долериты сложены беспорядочно ориентированными лейстами и таблитчатыми (0,5—1 мм) кристаллами плагиоклаза (андезин, 50—55%) и также клинопироксена (авгит, пизонит, клиноэнстатит, 25—30%), образующего структуры распада с ортопи-

роксином (энстатит, гиперстен, 10%). Присутствуют также биотит, актинолит, апатит, ильменит.

В оливинсодержащих разновидностях, наряду с плагиоклазом (андезин, 40—50), присутствуют пижонит (30—35), гиперстен (10), оливин (гиалосидерит, до 5%), а также биотит, актинолит, ильменит, апатит, циркон.

Оливиновые разновидности, наиболее распространенные, характеризуются высоким содержанием оливина (гиалосидерит, 20—25%), который преобладает иногда над клинопироксеном (пижонит, авгит, 15—20%); плагиоклаз представлен лабрадором (50—60%, рис. 3).

Рис. 3. Оливиновый габбро-долерит
Скважина 8362, глубина 337 м; ни-
коли скрещены



Кварцсодержащие габбро-долериты, приуроченные в основном к зонам трещиноватости, характеризуются постоянным присутствием кварца (3—5%) и могут быть как оливиновыми, так и безоливиновыми. Зеленовато-серая окраска обусловлена аутометасоматическими преобразованиями породообразующих минералов — плагиоклаза (серпентинизация), пироксенов (амфиболизация и хлоритизация), оливина (серпентинизация с выделениями талька и вторичного магнетита).

Габбро-долерит-пегматиты локализованы в виде маломощных (1—1,5 м) горизонтов и шпировых обособлений в апикальных частях интрузий (скважина 8360, рис. 2); пегматитная структура обусловлена наличием крупных (1—2 см) кристаллов плагиоклаза (андезин, 60%), измененных пироксенов: моноклинного (пижонит, авгит, 15%) и ромбического (гиперстен, 5%), оливина (гиалосидерит, 3%), роговой обманки с повышенной железистостью (10%). Постоянно присутствуют магнетит, апатит, хлорит, актинолит.

Контактные микродолериты представлены темно-серой афанитовой породой с интерсертальной структурой. Главный компонент — плагиоклаз (андезин, до 70%)¹ образует беспорядочно ориентированные лейсты, пространство между которыми выполнено девитрифицированным стеклом.

Судя по петрохимическим исследованиям, габбро-долериты восточной части ВКМ (табл. 1) принадлежат к нормально-щелочному ряду основных магматических пород [4]. Для них характерна недонасыщенность кремнеземом ($-12 < Q \leq -6$), сочетающаяся с высокой основностью ($\sigma > 25$) и пониженной щелочностью ($a:c = 0,7-1,3$) устойчивой натрисвой специализации ($n \geq 80$). Полевощатовая известь, как правило, преобладает над щелочными металлами; исключение составляют породы приконтактной с вмещающими метапесчаниками и сланцами зоны, обогащенные щелочами, в основном калием (табл. 1). Магнезиально-железистые компоненты в мафической части пород за-

¹ Оптические определения породообразующих минералов выполнены В. В. Юдиной (ПГО «Центргеология») и С. М. Фроловым (ВГУ).

Номера	Пробы	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO
1	8359/330	45,54	0,8	15,92 ¹	2,56	11,45	0,16
2	8359/336,9	46,52	0,9	17,73	2,71	9,66	0,16
3	8359/344,2	47,44	0,9	17,61	2,13	9,52	0,15
4	8359/350,7	46,52	0,9	17,62	3,94	8,26	0,14
5	8360/418	44,48	1,05	14,89	2,56	12,96	0,04
6	8324/438	49,05	1,1	16,71	2,52	9,16	0,17
7	8324/450	48,84	1,3	17,22	2,46	8,19	0,15
8	8324/460	49,2	1,1	18,18	2,05	8,73	0,12
9	8324/472	48,02	1,05	17,54	2,46	9,09	0,14
10	8325/455	47,9	1,2	16,13	2,52	8,48	0,14
11	8359/356,7	46,02	0,91	17,11	4,04	8,91	0,14
12	8359/364	46,9	0,9	18,24	3,14	8,98	0,16
13	8359/388,9	46,32	1,15	17,62	2,8	9,9	0,24
14	8359/389,1	46,56	1,05	17,11	1,62	10,35	0,17
15	8359/396,8	46,84	1,05	17,11	2,19	10,20	0,17
16	8360/386	44,64	1,22	17,01	4,39	9,54	0,13
17	8324/424,3	49,80	1,20	16,23	1,61	8,95	0,16
18	8322/448,6	47,06	1,48	15,74	6,39	8,10	0,19
19	8324/410,8	51,58	1,15	14,50	1,58	10,35	0,16
20	8324/415	50,50	1,30	14,27	1,63	10,13	0,2
21	8362/360,4	49,14	1,40	16,33	2,17	10,44	0,14
22	8324/422	49,92	1,05	14,98	2,84	8,87	0,14
23	8324/424,7	49,54	1,01	14,08	2,49	6,79	0,14
24	8362/372,4	45,10	1,48	15,17	5,57	9,90	0,13
25	8320/429,2	45,52	1,81	16,08	5,02	6,94	0,15
26	8320/430,1	47,05	1,90	15,32	6,21	6,84	0,2

Примечания: 1—22 — габбро-долериты: 1—10 — оливиновые, 11—18 — долерит-пегматит; 24—26 — контактовые габбро-долериты. Над чертой — номера не определяли. Химические анализы выполнены в лаборатории Придонской ГРЭ ПГО.

преобладают над кальциевой составляющей. Соотношения магния и железа неустойчивы: в оливиновых габбро-долеритах преобладает магний ($m':f' > 1$), в безоливиновых породах присуща более высокая железистость ($m':f' < 1$). Стабильно высокий уровень накопления титана ($t \geq 1,8$) является, наряду с существенно натриевым профилем щелочности и высокой общей железистостью пород, важным диагностическим свойством габбро-долеритов, позволяющим отличать их от существенно сближенных габброидов мамонского комплекса. Для последних, как известно [10], обычны следующие петрохимические признаки: умеренная насыщенность кремнеземом ($-6 \leq Q < 0$), преимущественное накопление щелочей, по сравнению с полсвоишатовой известью ($a:c > 1$), при заметно возрастающей роли калия ($n < 65$), невысокие титанистость ($t \leq 1$) и железистость ($m':f' > 1$)².

Для определения серийной и формационной принадлежности габбро-долеритов они сопоставлены со статистическими группами габбро-долеритов смородинского комплекса КМА, Сибирской платформы, типовыми составами траппов древних платформ и оксидных базальтов (табл. 2). Интрузивные траппы на востоке ВКМ обладают необходимыми и достаточными петрохимическими признаками для отнесения к габбро-долеритовой (трапповой) формации консолидированных сегментов раннедокембрийской литосферы: устойчивые высокие содержания титана и железа при относительно низкой окисленности последнего элемента, умеренные магнезиальность и кальциевость пород, крайне незначительная роль калия в сумме щелочных металлов,

² a, b, c, n, t, Q, m', f' — числовые характеристики по А. Н. Заварицкому [4].

габбро-долеритов, восток ВКМ, %

MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	П.и.п.	Сумма
11,01	8,96	2,1	0,4	0,09	0,08	0,56	99,63
9,09	8,96	2,3	0,6	0,09	0,23	0,65	99,59
8,48	9,52	2,4	0,8	0,06	0,1	0,84	99,95
8,69	10,08	2,3	0,7	0,02	0,51	0,94	99,62
10,63	9,6	2,1	0,55	0,12	0,04	Не обн.	99,12
6,97	9,66	2,6	0,6	Не опр.	0,13	1,3	99,97
6,87	9,66	2,35	0,6	То же	0,11	1,36	99,11
6,97	9,66	2,5	0,6	То же	0,23	1,04	100,38
8,18	8,26	2,5	0,4	То же	0,13	1,95	99,72
7,37	7,56	2,45	0,8	Не опр.	0,25	4,41	99,21
8,69	9,24	2,3	0,85	0,03	0,12	1,77	100,37
8,08	10,08	2,1	0,5	0,03	0,02	0,97	99,6
8,25	9,34	2,5	0,6	0,4	0,1	Не обн.	100,22
8,08	9,52	2,5	0,5	0,13	0,1	1,72	99,41
7,88	9,52	2,4	0,44	0,14	0,18	1,13	99,25
8,63	9,34	2,6	0,7	0,29	0,29	0,54	99,22
7,27	9,66	2,4	0,6	Не опр.	0,11	1,85	99,04
6,71	10,67	2,6	0,6	0,3	0,08	Не обн.	99,92
6,77	9,66	3,05	0,6	Не опр.	0,12	1,03	100,35
6,26	9,66	2,6	0,55	То же	0,09	1,85	99,04
6,71	10,67	2,6	0,6	0,18	0,06	Не обн.	100,44
7,58	8,68	2,3	0,8	Не опр.	0,11	2,05	100,32
7,37	12,04	2,2	0,7	То же	0,12	2,9	99,38
7,27	9,34	2,9	0,95	0,23	0,12	1,04	99,20
7,10	9,34	2,7	0,6	0,32	0,3	3,63	99,01
5,93	10,14	2,9	0,6	0,3	0,53	2,24	99,16

оливинодержающие, 19—20 — безоливиновые, 21—22 — кварцсодержащие; 23 — габбро-скважин, под чертой — глубины отбора проб. Не обн. — не обнаружено. Не опр. — «Центргеология».

постоянное присутствие фосфора, парагенетически связанного с элементами окислительной группы. Вместе с тем отчетливо проявляются особенности состава габбро-долеритов восточной части ВКМ: большая недонасыщенность кремнеземом и обогащенность алюминием относительно региональных гомологов — пород смородиного комплекса КМА. Наиболее близки исследуемым породам габбро-долериты Норильского района [3], но при одинаковой кремнекислотности последние содержат меньше алюминия и больше серы, по сравнению с габбро-долеритами на востоке ВКМ.

Специфика химизма габбро-долеритов, определяемая, по-видимому, региональными флуктуациями состава магмогенерирующего субстрата, отражена на диаграмме А—S [1]. Точки составов пород на востоке ВКМ занимают промежуточное положение между типовыми составами оливиновых толцитовых базальтов и пикрит-долеритов (рис. 4). Габбро-долериты смородиного комплекса КМА и Сибирской платформы, отличаясь от исследуемых пород высокими содержаниями S, локализованы в области, примыкающей к типовым составам оливиновых и безоливиновых толцитов. Дефицит кремнезема компенсируется высокой глиноземистостью, определяющей повышенные, по сравнению с пикритодолеритами, значения параметра А (рис. 4).

Диаграмма А. Мнаширо и Ф. Шидо [12] иллюстрирует специфику химизма габбро-долеритов восточной части ВКМ в координатах железистость—кремнекислотность (рис. 5). Располагаясь в области толцовой серии, породы характеризуются минимальной кремнекислот-

Средний химический состав габбро-долеритов континентальных областей, %

Оксиды	1(26)		2(40)		3(12)		4(258)		5(110)	
	X_{cp}	S_x	X_{cp}	S_x	X_{cp}	S_x	X_{cp}	S_x	X_{cp}	S_x
SiO_2	47,44	3,45	49,18	2,37	47,17	2,36	49,22	2,04	49,15	1,33
TiO_2	1,27	0,20	1,84	0,71	1,57	0,12	1,48	0,73	2,09	0,52
Al_2O_3	16,36	1,58	15,26	2,51	14,63	1,05	15,18	1,42	15,09	1,04
Fe_2O_3	3,1	2,06	3,20	1,92	3,80	1,21	3,18	1,72	3,35	1,36
FeO	9,25	1,91	11,21	1,85	9,55	3,39	9,32	1,8	7,56	1,28
MnO	0,15	0,01	0,13	0,05	0,20	0,02	0,20	0,09	0,17	0,02
MgO	7,79	1,48	6,10	1,36	7,95	2,12	6,22	1,33	7,75	1,23
CaO	9,59	0,68	9,38	1,39	10,1	1,11	10,47	1,17	10,61	0,70
Na_2O	2,48	0,60	2,65	0,58	2,21	0,12	2,22	0,59	2,23	0,40
K_2O	0,63	0,21	0,70	0,39	0,75	0,09	0,75	0,43	0,30	0,15
P_2O_5	0,16	0,02	0,31	0,17	0,25		0,15	0,15	0,23	0,06
SO_2	0,14	0,02	0,13		Не опр.		Не опр.		Не опр.	
П. л. п.	1,35		0,25		1,5		То же		То же	
Сумма	99,71		100,34		99,68		Не опр.		Не опр.	
FeO/MgO	1,55		2,31		1,68		2,01		1,41	
$Fe_2O_3/(Fe_2O_3+FeO)$	0,25		0,22		0,28		0,25		0,31	

Примечания: 1—3 — габбро-долериты: 1 — восточной части ВКМ, 2 — смородиновского комплекса КМА [10], 3 — Сибирской платформы [3, 9]; 4—5 — траппы: 4 — древних платформ [8], 5 — океанические [8]; X_{cp} — среднее арифметическое, S_x — стандартное отклонение, в скобках — количество анализов; не опр. — не определяли.

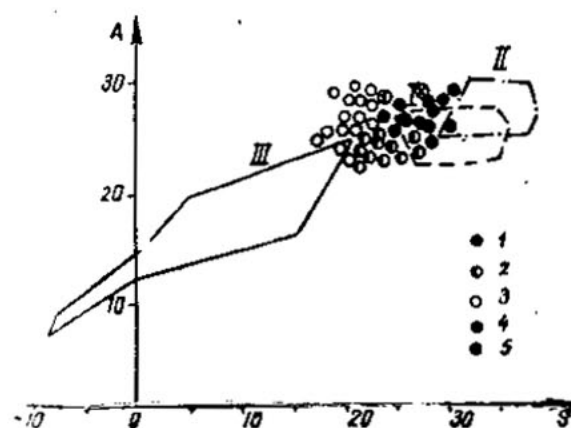


Рис. 4. Диаграмма А—S для габбро-долеритов континентальных областей

I—III поля: I — оливиновых толентовых базальтов, II — толентовых базальтов, III — базальтобазальтов [5]. 1—5 — составы: 1—3 — габбро-долеритов: 1 — Норильский район, 2 — смородиновский комплекс КМА, 3 — восточная часть ВКМ, 4 — океанических толентов, 5 — траппов древних платформ

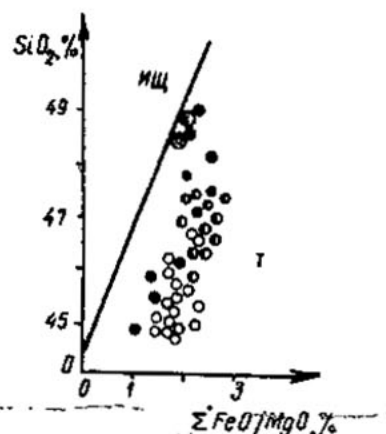


Рис. 5. Положение габбро-долеритов на диаграмме Миаширо — Шидо

Магматические серии: толентовая (I), известково-щелочная (II). Усл. обозн. см. на рис. 4

ностью. Максимально насыщены кремнием континентальные толенты, а габбро-долериты смородиновского комплекса КМА занимают промежуточное положение. Содержание кремния в породах Сибирской платформы сильно дифференцировано и значительно выше, по сравнению с его количеством в габбро-долеритах ВКМ и КМА. Разбросы железисто-магнетиальных отношений значительно меньше.

Изменчивость химического состава габбро-долеритов при магматической дифференциации отражена на факторной диаграмме, построенной в координатах трех главных компонент (рис. 6). Структура факторных нагрузок приведена в компонентных формулах. Первая компонента определена антагонизмом титана и алюминия, вторая отражает локализацию титаномагнетитового оруденения при повышенной кисло-

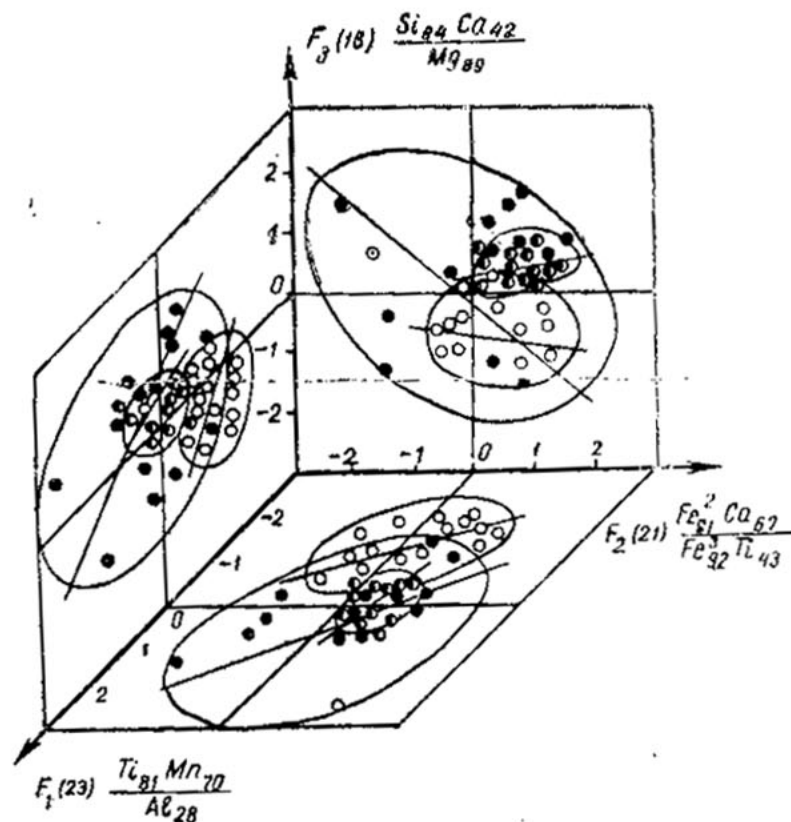


Рис. 6. Факторная диаграмма габбро-долеритов
Усл. обозн. см. на рис. 4

родной активности, третья обусловлена кислотно-основной дифференциацией расплава. Суммарная дисперсия по трем компонентам (52%) подтверждает высокую однородность петрохимического сообщества габбро-долеритов.

При компонентном разложении выделялись полностью или частично перекрывающиеся эллипсы рассеивания составов габбро-долеритов на востоке ВКМ, смородинского комплекса КМА и на Сибирской платформе. На факторных плоскостях F_1F_2 и F_1F_3 петрохимические тренды каждой из выделившихся статистических совокупностей ориентированы одинаково. Можно считать, что первые две компоненты, содержащие наибольший процент общей петрохимической изменчивости системы, отражают общность формационной принадлежности сравниваемых пород, которая подчеркнута перекрытием составов в координатах главных компонент и однонаправленным изменением химизма при дифференциации. Третья компонента выявляет специфику габбро-долеритов, обусловленную региональными вариациями химизма. Смысл таких вариаций, раскрытый при анализе бинарных петрохимических диаграмм, заключается в разных масштабах камерной дифференциации кремния и магния для интрузивных траппов на Сибирской платформе и ВКМ.

Результаты статистического анализа содержаний и распределений рассеянных элементов в оливиновых габбро-долеритах и безоливиновых разновидностях этих пород представлены в табл. 3. Распределение

Таблица 3

Содержания и параметры распределения рассеянных элементов в габбро-долеритах восточной части ВКМ (г/т)

Элементы	1(15)				2(20)			
	$X_{ср}$	S_x	A_x	E_x	$X_{ср}$	S_x	A_x	E_x
Cr	210	105	0,68	-2,11	128	94	0,92	0,96
Ti	6350	1210	-1,32	-1,64	7220	1420	-0,99	-1,21
V	155	96	0,94	-1,24	290	120	0,68	0,12
Mn	995	296	1,12	-0,68	1180	264	0,98	-0,88
Ni	528	167	2,14	-1,12	292	87	1,48	0,64
Co	110	67	1,12	0,84	69	65	1,87	1,41
Cu	125	84	0,97	-0,41	165	76	1,12	-1,41
Zn	100	66	1,41	-0,82	120	84	-1,16	-0,94
Pb	12	10	2,64	-3,12	22	18	-1,88	-3,1
Sn	3	2,8	2,84	1,14	7	6	3,12	4,12
Sr	152	88	0,53	-0,92	280	110	-1,16	-0,98
Sc	32	18	1,88	-2,14	58	32	2,03	2,16
Ga	22	12	0,96	-2,03	41	21	1,28	-1,91
Zr	95	24	0,64	0,88	128	62	1,12	-1,16
Y	22	11	1,12	-1,21	30	14	0,81	0,98
Yb	2,1	2	-1,64	-3,11	2,6	3	3,98	1,69

Примечания. 1—2—габбро-долериты: 1—оливиновые, 2—безоливиновые; A_x —асимметрия, E_x —эксцесс. Приближенно-количественные спектральные анализы выполнены Г. М. Силаповым (Придонская ГРЭ ПГО «Центргеология»). Остальные усл. обозн. см. в табл. 2.

большинства изученных элементов надежно аппроксимируется нормальным законом. Исключения составляют олово, свинец и иттербий, концентрации которых незначительны, а разброс отдельных значений вокруг среднего максимален для исследуемых геохимических выборок.

Оливиновые габбро-долериты на востоке ВКМ обогащены, по сравнению с безоливиновыми разновидностями, хромом, никелем, кобальтом, а ванадия, свинца, олова, стронция, скандия, галлия, циркония и иттрия содержат в 1,5—2,2 раза меньше. В отношении титана, марганца, меди, цинка различия не столь существенны, однако более высокие концентрации этих элементов приурочены к безоливиновым породам. Кроме отмеченных элементов, на востоке ВКМ установлены молибден (0,2—0,3), серебро (0,01—0,1), бериллий (0—2), германий (0—2) и ниобий (0—8 г/т). Содержания рассеянных элементов близки кларкам [2]. Из элементов группы железа наиболее отклоняются от кларковых значений титан, марганец (кларк концентрации меньше 1), никель и кобальт (кларк концентрации больше 1).

Из сравнения содержаний рассеянных элементов на востоке ВКМ и в смородинском комплексе КМА выявлено некоторое обогащение (в 2—3 раза) первых никелем и кобальтом при близких концентрациях меди, ванадия и более низких—титана [11]. По концентрации никеля оливиновые габбро-долериты на востоке сопоставимы с магнезиальными траппами Сибирской платформы, где содержания никеля 865—425 г/т (троктолитовые габбро-долериты моронговского типа) [9].

Таким образом, габбро-долериты восточной части ВКМ, принадлежность которых к формации траппов несомненна, являются регио-

нальными и, по-видимому, возрастными гомологами пород смороди́нского комплекса КМА. Отличительная особенность первых — меньшая кремнекислотность и повышенная глиноземистость. Специфика пород новогольского габбро-долеритового комплекса обусловлена составом мантийного источника и частичной контаминацией высокожелезистого обогащенного никелем и недосыщенного кремнекислотой расплава коровым материалом высокой глиноземистости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барсуков В. Л., Дмитриев Л. В. О верхней мантии Земли как возможном источнике рудного вещества // *Геохимия*. 1972. № 12.
2. Виноградов А. П. Среднее содержание химических элементов в изверженных горных породах земной коры // *Геохимия*. 1962. № 7.
3. Годлевский М. Н. Траппы и рудоносные интрузии Норильского района. М.: Госгеолтехиздат, 1959.
4. Заварицкий А. Н. Перерасчет химических анализов изверженных горных пород и определение их химических типов. М.: Госгеолтехиздат, 1960.
5. Классификация и номенклатура магматических горных пород / О. А. Бегетакон и др. М.: Недра, 1981.
6. Крестин Е. М., Быкова Т. А. Основные и ультраосновные интрузивные комплексы северо-западной части Курско-Воронежского кристаллического массива // *Изв. вузов. Геол. и разн.* 1971. № 6.
7. Крестин Е. М., Бердников М. Д. Связь эволюция тектоники, магматизма, метаморфизма и рудообразования в докембрии Курско-Воронежского кристаллического массива // *Геология, петрология и корреляция кристаллических комплексов европейской части СССР*. Л.: Наука, 1982.
8. Кутолин В. А. Проблемы петрохимии и петрологии базальтов. Новосибирск: Наука, 1972.
9. Магнезиальные базиты запада Сибирской платформы и вопросы никелистости / В. В. Золотухин и др. Наука: Новосибирск, 1984.
10. Чернышов Н. М., Бочаров В. Л. Химические составы ультраосновных и основных пород докембрия Воронежского кристаллического массива. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1972.
11. Чернышов Н. М., Чесноков В. С. Траппы КМА. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1983.
12. Miyashiro A., Shido F. Tholeiitic and calc-alkalic series in relation to the behaviours of Ti, Cr, Ni // *Amer. J. Sci.* 1975. N 1.

ПГО «Центргеология»
Воронежский государственный
университет