

## К ВОПРОСУ СОСТАВА ГАББРО-СИЕНИТОВОГО КОМПЛЕКСА В ЮЖНОЙ ЧАСТИ КОНДОМСКОЙ ЖЕЛЕЗОРУДНОЙ ЗОНЫ

Г. М. ИВАНОВА

(Представлена объединенным научным семинаром геологоразведочного факультета)

Габбро-сиенитовый комплекс, с которым связаны железорудные месторождения Кондомской группы, расположен на территории Горной Шории в пределах Кондомской грабен-синклинали. Породы комплекса представлены выходами на поверхность пяти сиенитовых массивов (Кочуринский, Таштагольский, Шалымский, Таензинский и Шерегешевский), тянущихся цепочкой в северо-восточном направлении. Интрузивные породы, рассматриваемые в статье, располагаются в южной части Кондомской железорудной зоны на водоразделе левых притоков реки Кондомы: речек Кочуры, Черная и Белая Солдатка. Этот участок носит название Кочуринского.

Первые планомерные исследования по изучению геологии района принадлежат М. А. Усову, Н. А. Батову, А. К. Кюзу, К. Т. Тюменцеву, К. В. Радугину, Т. В. Пятницкой, А. С. Мухину и др. Более детальные геологосъемочные, геологоразведочные и тематические работы позднее проводились Г. Л. Пospelовым, А. Г. Володиным, В. И. Каминской, И. И. Заболотниковой, Н. В. Монкевич, В. П. Бондарец и др.

Несмотря на то, что с интрузиями сиенитов в районе связаны железорудные месторождения, до сих пор здесь не были составлены детальные петрографические карты сиенитовых массивов, не изучены многочисленные разновидности пород комплекса и не доказана генетическая связь пород габброидного и сиенитового рядов.

Автором в результате петрографических исследований в 1963-64 гг. охарактеризованы петрохимические и геохимические особенности железозоносного магматического комплекса в пределах указанного участка и детализировано геолого-петрографическое строение Кочуринского массива.

### Основные элементы геологии и петрографии магматического комплекса на Кочуринском участке

Вмещающими породами интрузивных образований комплекса на участке являются метаморфические сланцы, туфы и эффузивы основного состава с многочисленными прослоями и линзами известняков. Эти эффузивно-осадочные образования, относимые к кондомской свите нижнего кембрия, слагают здесь северо-западное крыло Таштагольской синклинали.

По минералогическому и химическому составам в магматическом комплексе участка выделяются три группы пород, которые пространственно тесно связаны друг с другом: 1. Габбро и пироксеновые, пироксено-роговообманковые, реже плагиоклазовые габбро-порфиры. 2. Монцитониты, известково-щелочные и щелочные сиениты. 3. Дайковые образования диоритов и диабазов.

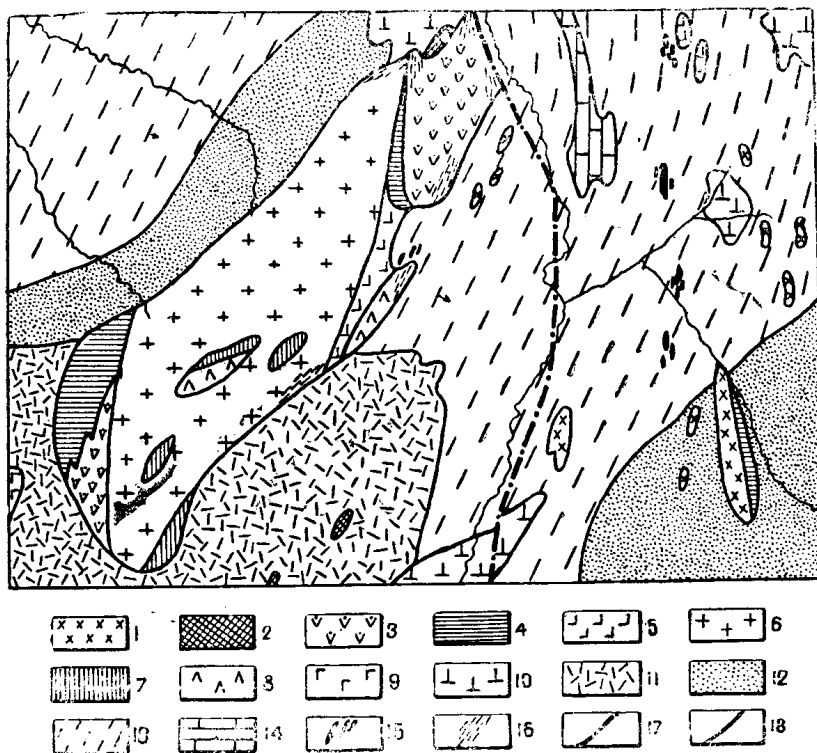


Рис. 1. Схематическая петрографическая карта Кочуринского массива. 1—щелочные лейкократовые микросиениты; 2—щелочные лейкократовые сиенит-порфиры; 3—щелочные лейкократовые среднезернистые сиениты; 4—щелочные роговообманковые сиениты; 5—известково-щелочные лейкократовые сиенит-порфиры; 6—известково-щелочные лейкократовые среднезернистые сиениты; 7—известково-щелочные роговообманковые сиениты; 8—монцитониты; 9—габбро; 10—габбро-порфиры пироксеновые, пироксено-роговообманковые; 11—эффузивы и их туфы кислого состава с линзами и прослоями известняков; 12—расланцованные песчаники, алевролиты с линзами известняков; 13—метаморфические сланцы по эффузивам и их туфам основного состава с линзами и прослоями известняков; 14—линзы известняков; 15—руда; 16—зоны катаклаза в сиенитах; 17—линия тектонического нарушения; 18—границы между петрографическими разновидностями пород

Породы первой группы, представленные габбро-порфирами, слагают штокообразное тело, расположенное у северо-западной оконечности Кочуринского сиенитового массива. Контакты порфиритов с сиенитами встречаются как четкие, так и нечеткие. Наблюдаются случаи калиевого метасоматоза габбро-порфиритов, иногда проявляется их ороговикование. Габбро обнаружено юго-западнее Кочуринского сиенитового массива на левом склоне р. Кобарзинки.

Породы второй группы слагают Кочуринский сиенитовый массив, представляющий тело штокообразной формы северо-восточного простирания общей площадью 11—12 км<sup>2</sup> при максимальной длине 6,5—7 км

и ширине — 2 км. Кроме этого крупного штока, к востоку от него встречен ряд небольших тел микросиенитового состава площадью от 0,40 км<sup>2</sup> до 0,005 км<sup>2</sup>, имеющих в плане линзообразную форму. Между основным телом и упомянутыми мелкими выходами сиенитов, скважинами колонкового бурения на значительной глубине (70, 98, 293 м) также вскрываются сиениты. Это дает основание предположить, что небольшие сиенитовые тела являются жиллообразными отпрысками главного тела сиенитов.

Среди пород второй группы по минералогическому составу можно выделить следующие разновидности: монцониты, известково-щелочные роговообманковые и лейкократовые сиениты, щелочные лейкократовые и роговообманковые сиениты. По структурным особенностям среди них выделяются микросиениты, микросиенит-порфиры, сиенит-порфиры и среднезернистые разновидности сиенитов.

Характерными особенностями строения Кочуринского массива являются следующие: 1. Центральную часть массива составляют известково-щелочные сиениты. 2. Монцониты встречаются в виде останцев небольших размеров в центральной части поля лейкократовых известково-щелочных сиенитов. С ними ассоциируют роговообманковые известково-щелочные сиениты. 3. Юго-западная и северо-восточная части массива сложены лейкократовыми и роговообманковыми щелочными сиенитами. При этом щелочные роговообманковые сиениты присутствуют на границе щелочных и известково-щелочных сиенитов. 4. Переход от щелочных разновидностей к известково-щелочным постепенный и выражен он в появлении и увеличении содержания плагиоклаза от 0—10% до 30%. 5. Переход от монцонитов к известково-щелочным сиенитам также постепенный, выражающийся в уменьшении количества темноцветных минералов и плагиоклаза. 6. В периферических частях массива встречаются сиенит-порфиры. Мелкие тела к востоку от основного сиенитового тела представлены микросиенитами. Это свидетельствует о том, что интрузивные породы здесь вскрыты в своей апикальной части. 7. Среди разновидностей пород Кочуринского массива отсутствуют кварц-содержащие разновидности в отличие от расположенных севернее — Таштагольского, Шалымского и Шерегешевского массивов. 8. Кочуринский массив сформировался в гипабиссальной обстановке, о чем свидетельствуют неравномерная зернистость пород, наличие порфировых структур, незначительные контактовые изменения вмещающих пород. 9. Сиениты массива у северо-восточной оконечности и частично у северо-западной интенсивно изменены процессами катаклаза, связанными с дизъюнктивными нарушениями.

К 3-й группе пород относятся дайковые образования, а именно; диориты и диабазы. Мощность их не превышает чаще всего 3—4 м. Более молодыми среди них являются диабазы.

### Геохимические особенности комплекса

Общей геохимической особенностью комплекса является наличие в сиенитовой и габброидной группах пород одних и тех же элементов — Be, Ga, Co, Zr, Pb, Cu, Ni, Zn, Ba, Ti, Sr, Mn, V отсутствие таких элементов, как W, Hf, Ge, Jn, Cd, Mo, As, Nb, Sn, Hg, Ag, Sb, Ta, Te, U, Th, Zn, La, Ce, Pt, Li.

Характерным для всех пород является повышенное содержание Ba, Ti, Sr, Mn, V по отношению к другим элементам, причем содержание V, Mn, Ti в габбро, габбро-порфиритах несколько выше, чем в моноцитах и сиенитах (рис. 2, 3, 4, 5). Это объясняется тем, что данные элементы V, Mn, Ti входят в качестве изоморфной примеси в желе-

зисто-магнезиальные силикаты — пироксен, роговую обманку и биотит. Однако содержание данных элементов относительно кларков во всех породах комплекса имеет одну и ту же особенность: Be и Mn присутствуют в количествах, превышающих кларковые, а содержание Ti и V — ниже кларкового. Ni и Co служат показателями ранней кристаллизации пород, их содержание постепенно падает от габбро, габбро-порфиритов к монцонитам, а затем к известково-щелочным и щелочным сиенитам.

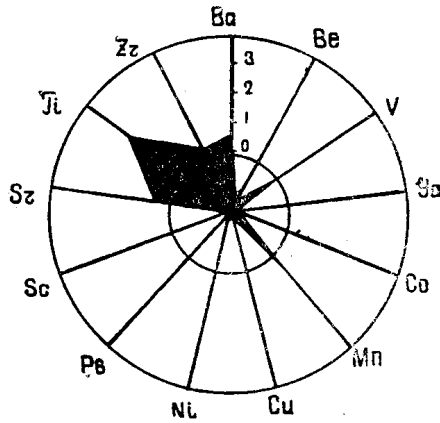


Рис. 2. Диаграмма распределения рассеянных элементов в габбро и габбро-порфиритах Кочуринского участка. Значение баллов для большого круга: 1 — 0,10%, 2 — 0,20%, 3 — 0,30% и т. д. Радиус малого круга соответствует содержанию 0,01%, масштаб его: 1 мм — 0,001%.

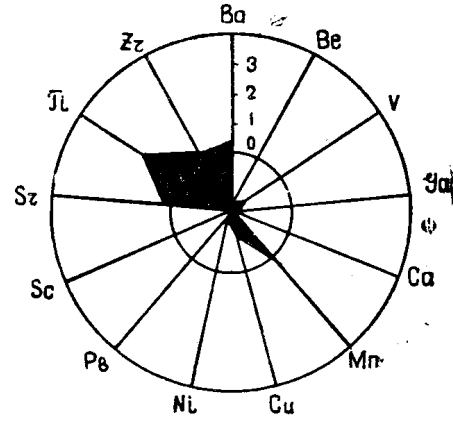


Рис. 3. Диаграмма распределения рассеянных элементов в монцонитах Кочуринского участка. Значение баллов для большого круга: 1 — 0,10%, 2 — 0,20%, 3 — 0,30% и т. д. Радиус малого круга соответствует содержанию 0,01%, масштаб его: 1 мм — 0,001%.

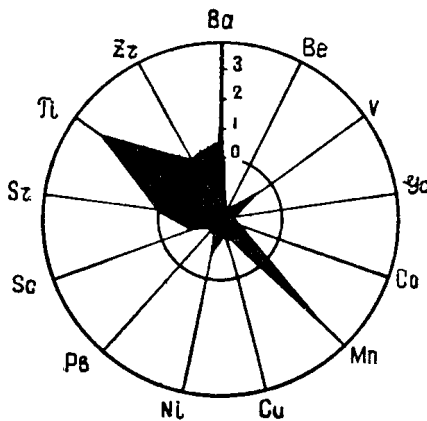


Рис. 4. Диаграмма распределения рассеянных элементов в известково-щелочных сиенитах Кочуринского участка. Значение баллов для большого круга: 1 — 0,10%, 2 — 0,20% и т. д. Радиус малого круга соответствует содержанию 0,10%, масштаб его: 1 мм — 0,001%.

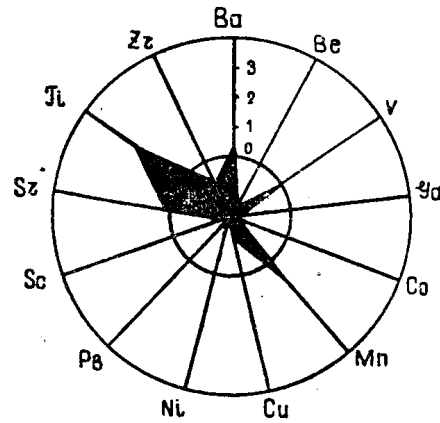


Рис. 5. Диаграмма распределения рассеянных элементов в щелочных сиенитах Кочуринского участка. Значение баллов для большого круга: 1 — 0,10%, 2 — 0,20% и т. д. Радиус малого круга соответствует содержанию 0,10%, масштаб его: 1 мм — 0,001%.

Это объясняется тем, что данные элементы по величине ионного радиуса обладают родством с Fe и Mg, а потому присутствуют в качестве изоморфной примеси в железисто-магнезиальных силикатах. Однако содержание их в габбро и габбро-порфиритах ниже кларковых, а в по-

родах сиенитовой группы содержание их близко или лишь немного ниже средних значений пород этого состава.

Свинец присутствует во всех породах комплекса, причем содержание его в габбро и габбро-порфиридах несколько выше кларковых, а в монцонитах и сиенитах — ниже. Абсолютные же содержания его в породах щелочного состава выше, чем в основных породах, что объясняется, видимо, родством его ионного радиуса с калием и накоплением его в породах поздней стадии дифференциации магмы.

Содержания бериллия в породах обеих групп в небольших количествах превышают их кларковые содержания.

Галлий и медь присутствуют во всех породах примерно в одинаковых количествах и приблизительно равны кларковым значениям.

Из редких элементов во всех разновидностях пород встречены только Sc и Zr, причем содержания их ниже или лишь немного превышают кларковые.

Таким образом, на основе вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Для всех пород комплекса на Кочуринском участке характерно отсутствие редкоземельных и редких элементов, за исключением Sc и Zr, а также отсутствие типичных элементов кислой магмы — W, Mo. В породах преобладают элементы группы железа (Ni, Cr, Mn, V, Co) и группы рассеянных элементов. Это свидетельствует о том, что все вышеописанные породы — дифференциаты магмы базальтового состава.

2. Обе группы пород сиенитового и габброидного рядов сходны по присутствию и отсутствию в них одних и тех же элементов, а также по повышенному содержанию во всех породах Ba, Be, Ti, V, Sr, Mn относительно других элементов.

3. Для пород сиенитового и габброидного состава и переходной разновидности между ними — монцонитами — характерно одинаковое содержание целого ряда элементов относительно их кларкового значения. Так, содержания Mn, Be превышают кларковое, Ga и Si везде присутствуют примерно в равных количествах, близких к кларковому, а V, Ti, Zr ниже значения кларка.

4. Присутствие Co и Ni в сиенитах и монцонитах выше среднего значения для пород этого состава и пониженнее в основных породах делает абсолютные их содержания во всех породах близкими.

Все перечисленные выводы еще раз подтверждают комагматичность пород габброидного и сиенитового рядов, являющихся дифференциатами единого магматического очага.

Указанные геохимические особенности габбро-сиенитового комплекса на Кочуринском участке являются весьма близкими к таковым на участке руднике Таштагол, рассмотренным ранее Г. М. Ивановой.

### Петрохимия комплекса

Все породы комплекса разбиваются на две группы — основных габбро-базальтовых пород и пород монцонито-диоритового, известково-щелочного и щелочного ряда. Породы основного состава, петрографически охарактеризованные как габбро и габбро-порфириды, по химическому составу близки габбро и базальтам с величиной  $Q = 4,12$  и —  $6,8$  (табл. 1, рис. 6). Величина  $n$  в основных породах равняется  $72,4$  и  $63,4$  вместо  $79—80$  для средних габбро и базальтов по Дели, что указывает на несколько высокую роль калия среди щелочей в этих породах.

В породах комплекса на участке встречаются переходные разновидности — монцониты, связывающие группы основного и известково-

Таблица I

Состав	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
SiO <sub>2</sub>	53,04	49,30	55,0	56,10	59,10	59,62	56,96	57,82	63,72	59,56	64,34	65,25	60,62	62,86	60,97	63,19	62,40	64,01	62,74
TiO <sub>2</sub>	0,8	0,85	0,75	1,00	0,82	0,35	0,39	0,38	0,15	0,11	0,17	0,23	0,13	0,20	0,15	0,14	0,04	0,05	0,19
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,32	18,69	19,40	17,08	16,67	20,78	17,56	18,84	18,96	19,48	18,45	18,56	18,77	19,30	19,80	18,23	19,55	19,38	19,55
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,58	2,60	1,83	2,30	2,40	4,07	1,83	4,03	3,18	2,93	2,77	1,97	2,38	1,65	2,35	2,30	0,79	0,56	0,70
FeO	1,82	6,00	7,5	4,64	3,34	0,22	4,11	1,64	сл	3,28	0,37	0,58	3,45	2,30	1,03	0,3	1,27	1,65	1,68
MnO	0,09	0,10	0,01	0,10	0,10	0,31	0,02	0,02	0,09	0,01	0,07	0,10	0,01	0,02	0,11	0,10	0,09	0,04	0,05
MgO	7,03	6,70	3,08	3,33	3,10	0,52	2,03	1,34	0,19	0,58	0,08	0,06	0,58	0,42	0,31	0,29	0,47	0,19	0,22
CaO	6,69	10,5	3,90	6,00	4,00	0,52	4,90	4,30	0,33	1,60	сл	0,13	2,10	1,30	2,68	1,55	1,90	0,95	1,19
Na <sub>2</sub> O	2,82	2,60	5,37	4,06	3,82	4,62	4,00	5,48	5,56	5,91	4,78	5,03	5,35	5,30	4,41	4,24	5,75	5,85	6,36
K <sub>2</sub> O	2,45	1,50	2,01	3,80	4,11	6,28	3,70	5,13	5,47	5,17	6,31	5,71	5,12	5,92	6,75	6,99	6,91	6,83	6,60
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,15	0,48	0,33	0,50	0,33	0,259	0,16	0,03	0,06	0,03	0,08	0,08	0,09	0,08	0,069	0,07	0,066	0,062	0,055
nnn	—	—	2,98	—	—	сл	4,95	1,44	0,86	2,17	0,97	0,77	1,68	1,27	0,89	1,72	0,49	0,43	0,95
H <sub>2</sub> O	—	1,84	0,10	1,00	1,23	—	0,24	0,18	—	сл	—	—	0,32	0,14	—	—	—	—	—
a	9,42	8,3	12,26	14,65	14,70	19,22	15,09	19,90	19,70	20,80	19,47	19,3	19,62	20,20	20,18	20,00	22,76	22,65	23,8
c	3,91	8,9	4,96	4,31	4,07	0,61	4,98	2,88	0,30	2,02	0	0,20	2,66	1,56	3,48	2,00	1,83	1,14	1,30
b	27,34	23,2	17,38	15,32	11,65	12,28	10,93	9,87	9,00	8,35	7,98	7,50	7,22	6,74	4,12	3,90	3,99	3,23	2,70
s	59,32	59,1	65,40	65,70	69,58	67,89	69,00	67,35	71,00	68,83	72,55	73,0	70,50	71,60	72,28	74,10	71,42	72,98	72,20
f'	29,62	35,8	41,70	42,30	46,25	32,78	53,42	51,60	29,6	68,10	34,75	30,30	75,53	53,50	74,14	58,90	60,17	64,57	81,27
m'	42,24	51,3	31,10	37,40	46,06	7,22	34,16	23,40	22,2	12,00	2,54	1,80	14,00	10,50	12,07	12,50	22,70	10,12	13,67
c'	28,16	12,9	—	20,28	7,69	—	12,42	25,00	—	—	—	—	—	—	—	—	17,13	—	5,06
a'	—	—	27,20	—	—	60,00	—	—	47,4	19,20	62,71	67,90	10,47	36,00	13,79	28,60	—	25,31	—
n	63,4	72,4	75,50	62,00	56,20	52,48	62,40	62,40	60,8	63,40	53,47	57,0	61,40	57,40	50,0	47,90	55,80	56,64	59,40
t	1,3	1,2	1,20	1,37	1,03	0,40	0,51	0,50	0,94	0,12	0,18	0,27	0,16	0,29	0,19	0,20	0,03	0,04	0,26
φ	23,3	9,9	9,17	12,69	18,00	28,89	15,20	30,60	29,6	30,40	28,81	22,0	28,70	21,20	48,27	50,00	19,52	15,19	20,25
Q	-4,12	-6,8	+1,32	-2,19	+5,78	-3,27	+2,84	-7,98	+2,3	-5,96	-6,16	+7,2	-0,90	+1,14	0,60	+6,20	-4,51	+0,32	-4,5

1, 2 — габро, габро-порфирит пироксеновый; 3, 4 — моноциты; 5, 7 — известково-щелочные рогообманковые снитты; 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 — слабо щелочные и щелочные снитты; 15, 16, 17, 18, 19 — щелочные калиевые снитты с повышенным содержанием кремнезема.

щелочного состава. По химизму они близки к диоритовым и монцонитовым разностям. Таким образом, намечается связь основных и щелочных дифференциатов магмы за счет ее дифференциации.

Известково-щелочные сиениты комплекса близки по химическому составу к средним известково-щелочным сиенитам по Дели и к средним известково-щелочным роговообманковым сиенитам.

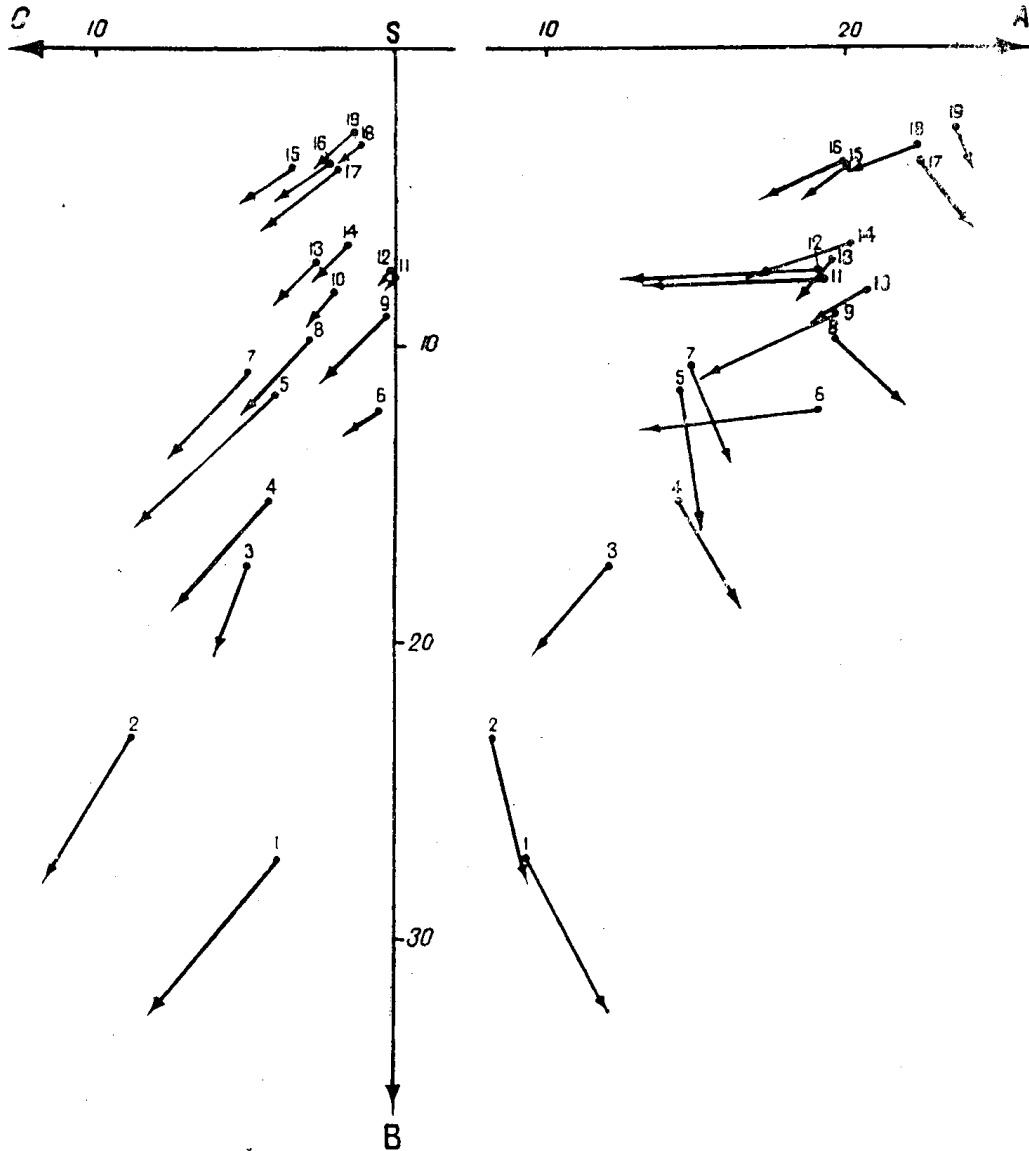


Рис. 6. Петрохимическая диаграмма составов интрузивных пород Кочуринского участка по Н. А. Заварицкому. Точки химсоставов соответствуют табл. 1

Связующим звеном известково-щелочных разновидностей с щелочными являются слабо щелочные сиениты, по химическому составу варьирующие от трахиандезитов до кератофиров. Щелочные разновидности сиенитов по химическому составу отвечают среднему щелочному сиениту мира, нордмаркиту, пуласкиту, трахиту и бостониту. Часть щелочных сиенитов отличается своеобразным составом. А именно: эти породы попадают в поле диаграммы выше и правее, чем располагаются щелочные разновидности отмеченных пород, т. е. в области аплитовых пород с более высоким содержанием кремнезема ( $\text{SiO}_2=60, 97\%$  —

64,01%) и бóльшим содержанием алюмосиликатов ( $Al_2O_3=18,9\%$  —  $19,8\%$ ). В этих породах, как правило, отсутствуют темноцветные минералы. По содержанию калия и натрия они принадлежат калиевому ряду и характеризуются величиной  $n$ , от 47,9 до 59,40. В весовых процентах содержание  $K_2O$  составляет 6,9—6,5% при содержании  $Na_2O$  от 4,2% до 6,3%. Несколько высокое присутствие  $Na_2O$  обязано развитию более поздней альбитизации.

Величина  $Q$  во всех разновидностях сиенитов колеблется от +7,2 до —7,98. Разности с высокой недосыщенностью кремнеземом здесь отсутствуют.

Содержание глинозема в сиенитах в весовых процентах колеблется от 16,67% до 20,78%. Часть пород, согласно расчетам по методу А. Н. Заварицкого, относится к пересыщенным глиноземом, это, вероятно, связано с развитием в породах серицита.

Величина отношения  $FeO: MnO$  в монцонитах и сиенитах Кочуринского участка так же, как и в сиенитах Таштагольского массива, очень велика. Это еще раз доказывает, что описанные выше разновидности являются дифференциатами базальтовой магмы.

Таким образом, габбро, габбро-порфириды, монцониты и сиениты являются комагматичными и принадлежат к последовательным фазам в становлении комплекса. На это указывают не только пространственная связь пород габброидного и сиенитового рядов, наличие пород промежуточного состава — монцонитов, но и особенность химизма пород комплекса, выразившаяся в относительно высокой роли калия среди щелочей во всех описанных породах, повышенной железистости монцонитов и сиенитов, зараженностью пород комплекса одинаковыми элементами — примесями, характерными для магм основного состава при отсутствии в них микроэлементов гранитной магмы.

### Заключение

Железорудный габбро-сиенитовый магматический комплекс на Кочуринском участке, как и в районе рудника Таштагол, развился в области завершённой складчатости, но в геологии массивов этих участков есть некоторые особенности в связи с бóльшим эрозионным срезом в районе р. Кочуры. Если в Таштагольском массиве набор разновидностей среди пород сиенитового ряда состоит в основном из щелочных и в меньшей степени — известково-щелочных сиенитов, причем последние часто здесь появляются на глубине, то на Кочуринском участке, видимо, благодаря бóльшему эрозионному срезу основное поле массива представлено уже известково-щелочными сиенитами, среди которых встречаются и роговообманковые сиениты, и монцониты. Щелочные сиениты, а также мелкозернистые и порфировые разности пород на Кочуринском участке наблюдаются реже, чем на Таштагольском, что также говорит о наличии здесь более глубокого эрозионного среза.

По химизму интрузивные породы Кочуринского участка имеют тенденцию к накоплению щелочей и некоторому уменьшению содержания кремнезема по сравнению с Таштагольским.

Однако несмотря на эти особенности, породы комплекса на обоих участках имеют много общих черт в поведении редких и рассеянных элементов, в петрографическом и химическом составе пород. Так, признаки петрографического сходства основных габброидных и сиенитовых пород, доказанные ранее в районе рудника Таштагол (Г. М. Иванова, 1966), вновь четко проявились и на Кочуринском участке. Эти особенности, подробно рассмотренные выше, свидетельствуют о том, что формирование комплекса связано с внедрением базальтовой магмы, имеющей трахитовое направление дифференциации.