

УДК: 552.3 : 551.76/77(479.25)

С. О. АЧИКГЕЗЯН, С. А. ЗОГРАБЯН, Г. Г. МИРЗОЯН, Р. А. САРКИСЯН

ПЕТРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МЕЗОКАЙНОЗОЙСКИХ МАГМАТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ КАФАНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА И НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ИХ РУДОНОСНОСТИ

В статье приводится петрохимическая характеристика среднеюрских—палеогеновых магматических комплексов. Выявлен островодужный характер вулканических процессов и показан ход эволюции известково-щелочного, в целом, магматизма, протекавшего в начале с толеитовой, а в конце—с щелочно-базальтовой тенденциями. Обсуждаются также некоторые вопросы потенциальной рудоносности магматических комплексов.

В процессе геологического картирования в масштабе 1 : 50000 значительной части территории Кафанского рудного района (около 800 кв. км)¹ был собран новый фактический материал, позволивший в значительной степени уточнить существующие представления о вещественном составе продуктов и ходе эволюции магматических процессов в ее пределах.

В работе рассмотрены петрохимические особенности изверженных пород, образованных в течение среднеюрского-палеогенового времени и занимающих более 2/3 исследованной территории. Здесь широко развиты вулканыты самого разнообразного петрографического состава—базальты, андезиты-базальты, андезиты, андезиты-дациты, дациты, риодациты и риолиты; несравненно менее распространены гипабиссальные (гиповулканические) образования от кварцево-диоритового до габбрового составов.

Изверженные породы района разными исследователями [3, 5, 7, 8, 9] объединены в магматические комплексы и серии ранне-среднеюрского, позднеюрско-раннемелового и позднемелового возрастов, помимо которых нами впервые выделяются и палеогеновые образования, развитие которых контролируется зоной Хуступ-Гиратахского глубинного разлома. Выделение этих образований обосновывается как геологическими наблюдениями и данными петрографо-петрохимического характера, так и многочисленными определениями абсолютного возраста пород (36,1—65,6 млн. лет по 41 определению на 21 образце).

Нами рассматриваются 3 магматических комплекса: среднеюрского, позднеюрско-раннемелового и позднемелового-палеогенового возрастов. В позднемеловой-палеогеновый комплекс включены породы, датирова-

¹ Исследованная территория ограничена с запада зоной Хуступ-Гиратахского глубинного разлома, с востока—государственной границей Армянской ССР, с севера—ущельем р. Воротан, а с юга—географической параллелью, проходящей несколько южнее с. Чакатен.

мые поздним аплом и моложе. Объединение в этом комплексе образований, принадлежащих верхам нижнего мела, верхнему мелу и палеогену, вызвано близостью петрографических и петрохимических особенностей, а также совпадением ареалов развития пород.

Внутри каждого из возрастных комплексов выделены эффузивные, экструзивно-субвулканические, жильные и гипабиссальные (пиповулканические) интрузивные образования. В зависимости от химического состава и петрографических особенностей они объединены в группы пород базальтового, андезито-базальтового, андезитового, дацитового и риодацитового (риолитового) составов, в соответствии с новой классификацией и номенклатурой магматических горных пород [1].

Для пород среднеюрского комплекса приводятся 4 подразделения— андезито-базальты, андезиты, дациты и риолиты, а для верхнеюрско-нижнемелового и верхнемелового-палеогенового комплексов—по 5 подразделений: от базальтов до риодацитов.

Нами использованы 156 оригинальных полных силикатных химических анализов пород. Среднеюрский комплекс охарактеризован 20 анализами, верхнеюрско-нижнемеловой комплекс—89, а верхнемеловой-палеогеновой—47 анализами. Количество анализов примерно соответствует распространенности рассматриваемых комплексов в исследованном районе, а внутри каждого комплекса в большинстве случаев—развитию групп пород определенного петрографического состава.

В таблицах 1, 2, 3 приводятся средние химические составы по группам пород, слагающих разновозрастные магматические комплексы, соответствующие числовые характеристики по А. Н. Заварицкому [2] и некоторые другие петрохимические характеристики; эти данные использованы при составлении различных петрохимических диаграмм. Мы использовали также вычисленные средние от средних составов всех групп пород каждого из комплексов. Ниже следует краткая характеристика химизма выделенных комплексов изверженных пород как согласно новой классификации и номенклатуре магматических горных пород [1], так и по классификации А. Н. Заварицкого [2].

Среднеюрский магматический комплекс

Породы этого возрастного комплекса образуют последовательно дифференцированный ряд—андезито-базальт - андезит - дацит - риолит, внутри которого количественно преобладают породы андезито-базальтового и андезитового составов.

В целом породы среднеюрского комплекса несколько более кремнекислотные и менее щелочные по сравнению со средними типами по Дэли. Все они принадлежат нормальному петрохимическому ряду ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} = 3,5 - 5,1\%$), натриевой серии ($\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} = 4,0 - 16,0$) и являются высокоглиноземистыми ($a' = 1,1 - 2,0$). Их фемичность, согласно новой классификации [1], нормальная ($f' = 6,6 - 14,7$), а коэффициент агпаитности не дает больших колебаний ($K_a = 0,32 - 0,38$).

Средние химические составы пород разновозрастных магматических комплексов

Возраст	С о с т а в (количество анализов)	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
J ₂	андезито-базальт (6)	57,55	0,62	15,30	3,3	7,5	0,18	3,1	4,6	3,3	0,35
	андезит (10)	60,50	0,37	16,60	2,0	4,4	0,26	4,0	4,2	2,8	0,7
	дацит (2)	65,75	0,43	14,75	2,9	2,2	0,13	2,4	3,1	4,8	0,3
	риолит (2)	75,00	0,38	11,05	2,7	2,1	0,14	1,3	2,0	3,6	0,6
J ₃ —K ₁	базальт (37)	50,60	1,40	18,20	4,9	5,3	0,20	4,0	8,3	3,6	0,6
	андезито-базальт (20)	55,20	0,87	18,50	5,0	2,8	0,11	3,8	6,7	3,8	0,9
	андезит (18)	60,70	0,64	16,80	4,5	2,8	0,09	2,5	4,5	4,1	1,2
	дацит (7)	66,20	0,44	16,40	3,3	1,6	0,08	1,3	2,2	5,3	1,7
	риодацит (7)	70,90	0,32	14,15	2,6	1,6	0,08	0,8	2,1	4,1	1,9
K ₂ —Pg	базальт (11)	50,70	1,25	17,95	5,4	4,6	0,19	4,3	8,5	3,5	1,0
	андезито-базальт (13)	55,00	0,81	17,30	7,1	3,0	0,12	3,6	5,9	4,5	1,3
	андезит (10)	60,95	0,93	16,50	3,7	3,8	0,15	2,7	4,5	4,0	1,8
	дацит (10)	65,60	0,60	15,50	2,7	2,1	0,09	1,4	3,1	4,4	1,8
	риодацит (3)	71,20	0,21	14,70	2,5	2,6	0,03	0,3	1,8	4,5	1,7

Таблица 2

Числовые характеристики средних составов пород разновозрастных магматических комплексов (по А. Н. Заварцкому)

Возраст	С о с т а в (количество анализов)	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>s</i>	<i>Q</i>	$\frac{a}{c}$	<i>c'</i>	<i>a'</i>	<i>m'</i>	<i>f'</i>	<i>n</i>	<i>t</i>	φ
J ₂	андезито-базальт (6)	8,0	17,7	5,8	68,5	15,2	1,4	—	9,2	30,9	58,9	93,8	0,8	16,9
	андезит (10)	7,2	17,9	5,2	69,7	19,8	1,4	—	27,7	38,1	34,2	86,5	0,5	9,2
	дацит (2)	10,7	10,1	3,7	75,5	25,9	2,9	—	14,1	39,6	46,3	97,5	0,45	24,2
	риолит (2)	8,4	7,4	2,3	81,9	44,7	3,7	—	14,9	28,1	57,0	90,6	0,4	29,8
J ₃ —K ₁	базальт (37)	9,3	19,7	8,3	62,7	— 1,5	1,1	12,6	—	36,7	50,7	90,6	2,1	22,2
	андезито-базальт (20)	10,2	14,9	7,9	67,0	5,7	1,3	4,9	—	45,6	49,5	85,9	1,2	30,1
	андезит (18)	11,1	11,9	5,6	71,4	15,0	2,0	—	7,1	36,5	56,5	83,5	0,8	32,9
	дацит (7)	13,9	9,1	2,6	74,4	18,4	5,3	—	22,4	23,7	48,1	82,5	0,5	31,1
	риодацит (7)	11,5	7,0	2,5	79,0	32,5	4,6	—	27,9	19,2	52,9	75,7	0,3	30,8
K ₂ —Pg	базальт (11)	9,7	20,7	8,0	61,6	— 4,2	1,2	14,8	—	37,7	47,5	83,6	1,8	23,9
	андезито-базальт (13)	12,2	17,0	5,8	65,0	— 0,2	2,1	9,1	—	36,8	54,1	83,9	1,1	36,4
	андезит (10)	11,7	11,7	5,4	71,2	13,6	3,2	1,2	—	39,9	58,9	77,4	1,1	27,4
	дацит (10)	12,4	7,8	3,8	76,0	23,4	3,3	—	12,4	31,0	56,6	78,9	0,7	30,1
	риодацит (3)	12,0	7,7	2,1	78,2	30,3	5,7	—	35,9	6,0	58,1	80,2	0,3	27,4

Некоторые петрохимические характеристики средних составов пород разновозрастных магматических комплексов

Возраст	Состав (количество анализов)	$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$	$a' = \text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MgO})$	$f' = \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MgO} + \text{TiO}_2$	$K_a = \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} / \text{Al}_2\text{O}_3$	$\left(\tau = \frac{\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{Na}_2\text{O}}{\text{TiO}_2} \right)$	$\left[\sigma = \frac{(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})^2}{\text{SiO}_2 - 43} \right]$	$\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{SiO}_2$	$\text{SI} = 100 \text{MgO} / (\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO} + \text{MgO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$
J_2	андезито-базальт (6)	3,7	9,4	1,1	14,7	0,38	1,29	-0,04	0,27	17,6
	андезит (10)	3,5	4,0	1,6	11,0	0,32	1,57	-0,15	0,27	28,8
	дацит (2)	5,1	16,0	2,0	8,0	0,35	1,36	0,02	0,22	19,0
	риолит (2)	4,2	6,0	1,8	6,6	0,38	1,29	-0,26	0,15	12,6
$J_3 - K_1$	базальт (37)	4,2	6,0	1,3	15,8	0,36	1,02	0,37	0,36	21,7
	андезито-базальт (20)	4,7	4,2	1,6	12,6	0,39	1,23	0,26	0,33	23,3
	андезит (18)	5,3	3,4	1,7	10,5	0,48	1,30	0,20	0,28	16,6
	дацит (7)	7,0	3,1	2,6	6,7	0,53	1,40	0,32	0,25	9,8
	риодацит (7)	6,0	2,2	2,8	5,4	0,48	1,50	0,11	0,20	7,3
$K_2 - P_g$	базальт (11)	4,5	3,5	1,1	15,7	0,38	1,06	0,42	0,35	22,9
	андезито-базальт (13)	5,8	3,5	1,2	14,6	0,51	1,20	0,45	0,31	18,5
	андезит (10)	5,8	2,2	1,5	11,3	0,52	1,13	0,27	0,27	16,9
	дацит (10)	6,2	2,4	2,2	6,9	0,59	1,27	0,23	0,24	11,3
	риодацит (3)	6,2	2,6	2,6	5,6	0,63	1,69	0,13	0,21	2,6

По А. Н. Заварицкому [2], все они пересыщены алюминием, обладают повышенными значениями характеристики «*v*» по сравнению со средними типами по Дэли (кроме андезито-базальтов), чем и обусловлено смещение фигуративных точек средних составов пород этого комплекса в сторону увеличения фемичности на одну ступень (рис. 1); напри-

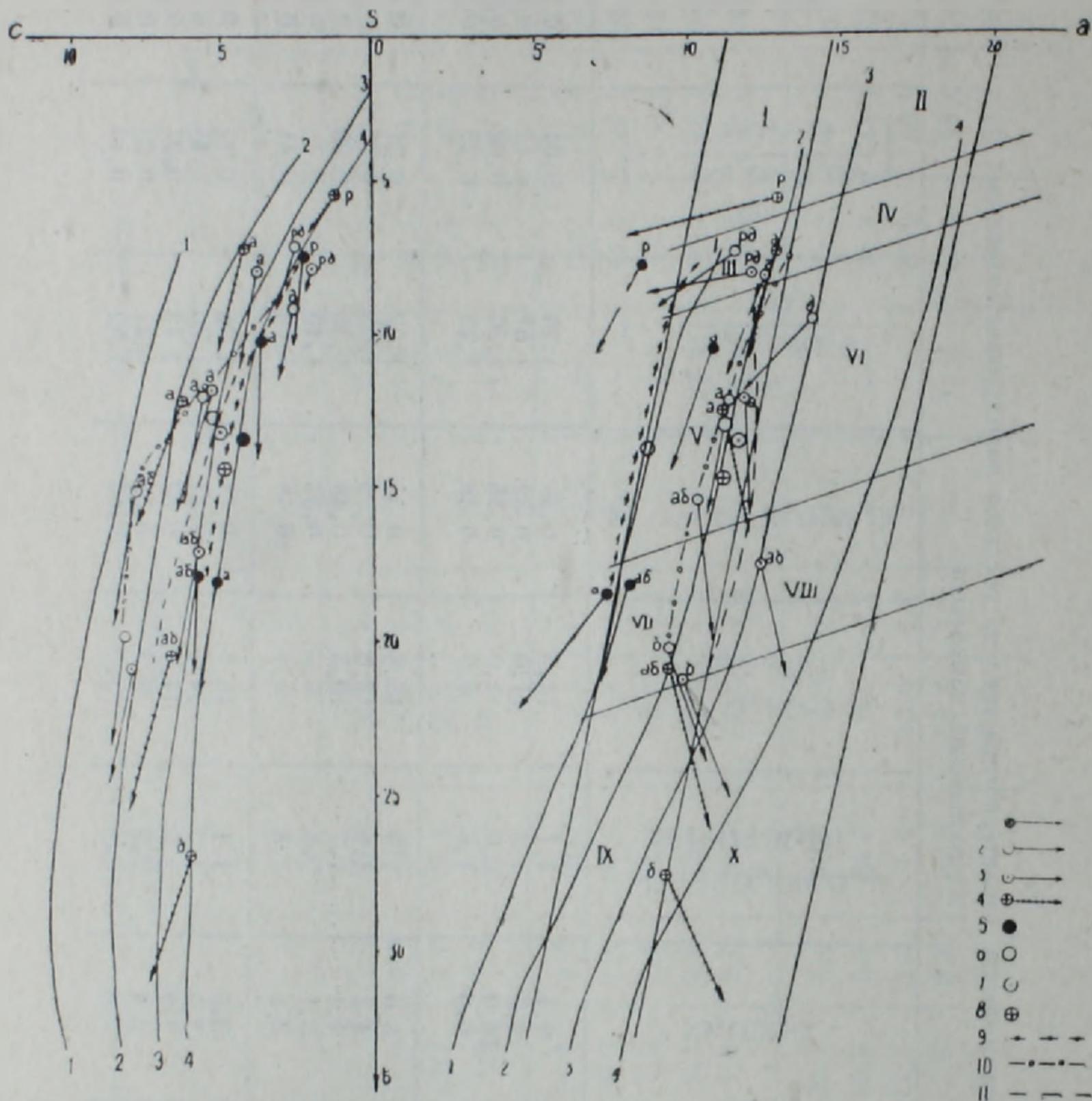


Рис. 1. Диаграмма усредненных химических составов разновозрастных пород Кафанского рудного района (по А. Н. Заварицкому). Состав пород: б—базальт, аб—андезито-базальт, а—андезит, д—дацит, рд—риодацит, р—риолит. Векторы разновозрастных пород: 1—среднеюрские, 2—позднеюрско-раннемеловые, 3—позднемеловые-палеогеновые, 4—средние по Дэли. Фигуративные точки вычисленных средних от средних составов разновозрастных пород: 5—среднеюрская, 6—позднеюрско-раннемеловая, 7—позднемеловая-палеогеновая. Приближенная диагностика пород поля: I—риолита, II—пантеллерита, III—дацита, IV—трахидацита, V—андезита, VI—трахиандезита, VII—андезито-базальта, VIII—шошонита, IX—базальта, X—трахибазальта. Вариационные линии составов пород: 1—1—тип Пеле, 2—2—тип Лассен-Пик, 3—3—тип Йеллоустоун-Парк, 4—4—тип Этна, 9—среднеюрских, 10—позднеюрско-раннемеловых, 11—позднемеловых-палеогеновых.

мер, риолит попадает в поле дацита, дацит—в поле андезита, а андезит—андезито-базальта.

Очень характерно смещение фигуративных точек в сторону меньших количеств щелочей на плоскости *asb*, а также их смещение вправо

на левосторонней проекции диаграммы, обусловленное низкими значениями анортитовой извести. Большая крутизна векторов на плоскости csb свидетельствует о сильном преобладании натрия над калием ($n = 86,5—97,5$).

Следует подчеркнуть также отсутствие недосыщенных кремнекислотой разностей среди пород этого комплекса.

Вариационная линия средних составов пород среднеюрского комплекса в плоскости asb проходит близко от линии типа Пеле, будучи смещенной несколько влево от нее, а фигуративная точка вычисленного среднего состава всего комплекса располагается на этой вариационной линии, в поле андезита. На левосторонней проекции вариационная линия среднеюрских пород проходит между линиями типов Йеллоустоун-Парка и Этны, а фигуративная точка среднего состава смещена на вариационную линию типа Этны.

Верхнеюрско-нижнемеловой магматический комплекс

Слагающие этот комплекс породы формируют непрерывно дифференцированный ряд—базальт-андезито-базальт-андезит-дацит-риодацит, в котором преобладают андезито-базальтовая и андезитовая составляющие.

Породы верхнеюрско-нижнемелового комплекса принадлежат нормальному петрохимическому ряду ($Na_2O + K_2O = 4,2—7,0\%$), натриевой (базальты и андезито-базальты— $Na_2O/K_2O = 4,2—6,0$) и калиево-натриевой ($Na_2O/K_2O = 2,2—3,4$) сериям, высоко- и весьма высокоглиноземистые ($al' = 1,3—2,8$). Фемичность пород нормальная ($f' = 5,4—15,8$), коэффициент агпаитности колеблется в пределах $K_a = 0,36—0,53$, а для андезитов он имеет значения, немного превышающие верхний предел, установленный [1] ($K_a = 0,48$, против 0,46).

По А. Н. Заварицкому [2], базальты и андезито-базальты принадлежат нормальному ряду, а андезиты, дациты и риодациты пересыщены глиноземом. Среди пород этого комплекса (как и в среднеюрском) отсутствуют недосыщенные кремнекислотой разности. Фигуративные точки средних составов всех пород комплекса (за исключением андезитов) оказываются размещенными вне пределов своих одноименных полей, что обусловлено меньшими значениями параметра « b » базальтов и большими значениями такового риодацитов и дацитов; последние, кроме этого, попадают в поле трахнандезита, указывающее на относительно повышенные значения щелочных металлов в дацитах.

На левосторонней проекции диаграммы Заварицкого крутизна векторов средних составов свидетельствует о значительном преобладании натрия над калием ($n = 76,7—90,6$).

На этой же проекции вариационная линия средних составов пород комплекса в части основного и среднего составов располагается между вариационными линиями типов Пеле и Лассен-Пик, но на отрезке кис-

лых составов она резко меняет направление в сторону вариационной линии типа Этна. Это указывает на резкое увеличение количества анортитовой извести после формирования андезитов.

На проекции *asb* вариационная линия средних составов в основном тянется вблизи линии типа Лассен-Пик (со стороны линии типа Пеле), в кислой своей части отклоняясь в сторону линии Йеллоустоун-Парка. На правосторонней же проекции диаграммы Заварицкого фигуративная точка вычисленного среднего состава пород верхнеюрско-нижнемелового комплекса размещена почти в центре поля андезитов, на вариационной линии типа Лассен-Пик.

Верхнемеловой-палеогеновый магматический комплекс

Породы этого комплекса также образуют последовательный, непрерывно дифференцированный ряд—базальт-андезито-базальт-андезит-дацит-риодацит с количественным преобладанием андезито-базальтов и андезитов.

Базальты, андезито-базальты и андезиты входят в субщелочной ряд ($Na_2O + K_2O = 4,5—5,8\%$), в то время как кислые члены дифференциации—дациты и риодациты принадлежат нормальному петрохимическому ряду ($Na_2O + K_2O = 6,2\%$). Все породы принадлежат калиево-натриевой серии ($Na_2O/K_2O = 2,2—3,5$). Основные и средние составляющие комплекса высокоглиноземистые ($al' = 1,1—1,5$), а кислые члены—весьма высокоглиноземистые ($al' = 2,2—2,6$). Их фемичность нормальная ($f' = 5,6—15,7$) и очень близка таковой верхнеюрско-нижнемелового комплекса. Коэффициент апантности имеет наиболее высокие значения ($K_a = 0,38—0,63$) по сравнению с более древними магматическими комплексами.

По А. Н. Заварицкому [2], основные и средние породы комплекса принадлежат нормальному ряду, а кислые дифференциаты пересыщены глиноземом. Все разновидности насыщены или пересыщены кремнеземом.

На диаграмме Заварицкого базальты занимают поле андезито-базальта, но близко подходят к граничной линии полей андезито-базальта-базальта и смещены в сторону поля трахиандезито-базальта (шошонита). Фигуративная точка андезито-базальтов размещена в шошонитовом поле, а таковая андезита смещена в сторону поля трахиандезита. Дациты и риодациты попадают в поле дацита и обладают близкими значениями параметров «а» и «b».

Вариационная линия средних составов пород верхнемелового-палеогенового комплекса проходит между линиями типов Лассен-Пик и Йеллоустоун-Парк, однако в части кислых составов на проекции *asb* пересекает линию Лассен-Пик, ввиду уменьшения параметра «а», а на левосторонней проекции пересекается с линией типа Йеллоустоун-Парк и склоняется в сторону вариационной линии типа Этна. Это можно объяснить достаточно резким уменьшением количества анортитовой

известны при формировании кислых дифференциатов данного возрастного комплекса.

В поле *csb* диаграммы Заварицкого наклоны векторов достаточно крутые, свидетельствующие о значительном преобладании натрия над калием ($n = 77,4 - 83,9$), но в среднем они немного более пологие, чем таковые верхнеюрско-нижнемелового и среднеюрского комплексов.

Следует указать на некоторые отклонения от нормального хода формирования пород верхнемелового-палеогенового комплекса от основных к кислым. Общеизвестно, что при развитии магматического очага кислые дифференциаты обогащаются щелочами. Однако в данном случае породы основного и среднего составов имеют субщелочной характер, в то время как кислые породы принадлежат петрохимическому ряду нормальной щелочности, а риодациты—даже низкощелочному семейству, несмотря на то, что в дацитах и риодацитах абсолютные количества суммы щелочей возрастают.

Наиболее вероятными причинами этого могут служить либо то, что магматический очаг, породивший породы данного комплекса, ассимилировал терригенные образования, повлиявшие на нормальный ход дифференциации, либо кислые породы не имеют ничего общего с магматическим очагом, образующим породы субщелочного характера, а являются анатектическими. Вероятно, возможны и другие варианты объяснения данного факта, однако в настоящее время мы не располагаем необходимым материалом для четкого ответа на этот вопрос.

Геодинамическая сериальность магматических комплексов

Вулканические и вулкано-плутонические ассоциации, принадлежащие различным петрохимическим типам или сериям (толеитовой, известково-щелочной, щелочно-базальтовой, щелочной, бимодальной и др.), образуются в определенных геодинамических условиях и характеризуются специфическими металлогеническими чертами [4, 17]. Следовательно, восстановление геодинамической обстановки формирования изверженных пород приобретает не только теоретическое, но и весьма важное практическое значение.

За последнее двадцатилетие выяснено, что самые разнообразные проявления вулканизма (и магматизма в целом) зрелых островных дуг и орогенных поясов представлены тремя главными петрохимическими сериями—толеитовой, известково-щелочной и щелочно-базальтовой, в развитии продуктов которых наблюдается достаточно четкая латеральная и вертикальная зональность. В указанной последовательности эти серии сменяют друг друга от фронтальных частей островных дуг (со стороны глубоководных желобов) по направлению к тыловым бассейнам (окраинным морям). Одновременно породы толеитовой ассоциации играют ведущую роль в строении фундамента как древних, так и современных орогенных областей и островных дуг. Толенты по вертикали сменяются породами известково-щелочной серии, имеющими наиболее широкое распространение в пределах современных зрелых островных дуг,

а выше по разрезу—породами щелочно-базальтовой (субщелочной) серии [4, 6, 12, 13, 14]. Установлена также четкая приуроченность медноколчеданного оруденения к породам толентовой серии, в то время как с породами известково-щелочной серии ассоциируют меднопорфировые, медно-молибденовые, колчеданно-полиметаллические и золоторудные месторождения [4].

В свете вышесказанного становится ясным необходимость установления сериальной принадлежности продуктов магматизма, имеющего и важное металлогеническое значение.

Ниже остановимся на определении петрохимической сериальности разновозрастных магматических комплексов Кафанского рудного района, геодинамической обстановке формирования и вопросах их потенциальной рудоносности.

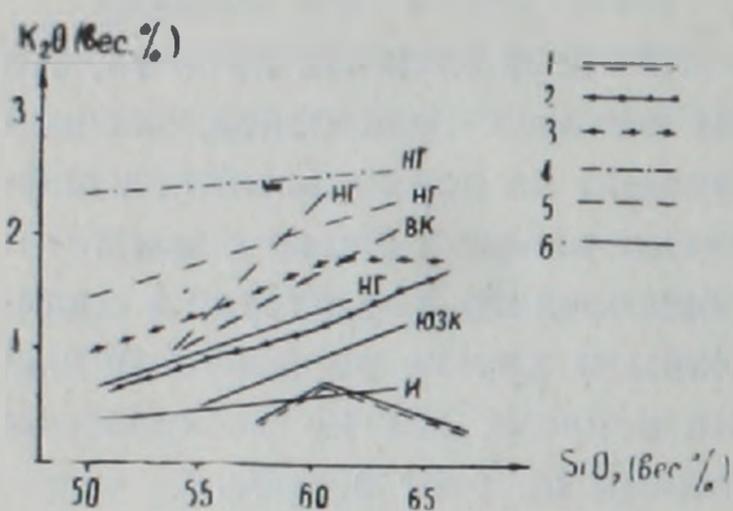


Рис. 2

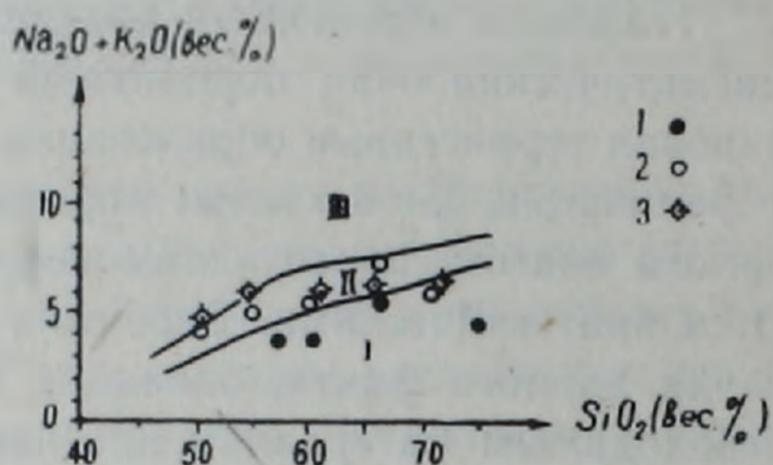


Рис. 3

Рис. 2. Вариационная диаграмма Якеша-Уайта SiO_2-K_2O для магматических комплексов Кафанского рудного района.

Возраст: 1—среднеюрский, 2—верхнеюрский-нижнемеловой, 3—верхнемеловой-палеогеновый. Серии: 4—щелочно-базальтовая, 5—известково-щелочная, 6—толентовая. НГ—Новая Гвинея, ВК—Восточная Камчатка, ЮЗК—Юго-Западные Курилы, И—острова Изу (Япония).

Рис. 3. Диаграмма Куно $SiO_2-(Na_2O+K_2O)$ для магматических комплексов Кафанского рудного района. Поля: I—толентов, II—высокоглиноземистых пород, III—известково-щелочных пород. Возраст комплексов: 1—среднеюрский, 2—позднеюрско-раннемеловой, 3—позднемеловой-палеогеновый.

Среднеюрский комплекс. Относительно высокие содержания глинозема, нормативного кварца, низкие содержания щелочей, особенно калия, а также наличие в основной массе пород гранофировых сростаний кварца и плагиоклаза указывают на принадлежность вулканитов среднеюрского возраста толентовой серии. Толентовая тенденция проявляется как на диаграмме Якеша и Уайта [13] в системе координат SiO_2-K_2O (рис. 2), где вариационная линия пород этого комплекса примерно совпадает с линией самых низкокальциевых толентов островов Изу (Япония), так и на диаграмме Куно [14] в системе $SiO_2-(Na_2O+K_2O)$, на которой фигуративные точки средних составов пород средней юры лежат в поле толентовой серии (рис. 3).

Однако, сравнительно низкие значения суммы окислов железа и двуокиси титана говорят не в пользу отнесения среднеюрских пород к

толентам. Это побудило нас к составлению ряда многокомпонентных диаграмм с большим количеством окислов и их комбинаций.

На диаграмме Готтини-Ритмана [10] в системе координат $lg\tau - lg\delta$ (рис. 4) ареал фигуративных точек вулканитов среднеюрского возраста оказался в пределах поля лав вулканов орогенных поясов и островных дуг (В), включающих породы как толентовой, так и известково-щелочной серий, что в данном случае, подчеркивая геодинамическую обстановку формирования пород, в то же время не представляет возможности разделения этих серий.

Достаточно четкой основой для разграничения толентовой и известково-щелочной серий является диаграмма Куно [14], в которой использованы коэффициент затвердевания — $SI = 100 \frac{MgO}{(Fe_2O_3 + FeO + MgO + Na_2O + K_2O)}$ и CaO , $(Na_2O + K_2O)$ в качестве системы координат (рис. 5). Щелочно-известковый индекс Куно для пород среднеюрского комплекса имеет значение 22,5, что соответствует породам, входящим в известково-щелочную серию, в то время как толентовые серии характеризуются значениями ниже 15 (см. также составленную нами диаграмму Куно (рис. 6) для толентовой и известково-щелочной серий различных геотектонических областей мира с использованием химических анализов, приведенных в [11]).

О принадлежности пород магматического комплекса среднеюрского возраста известково-щелочной серии свидетельствуют также результаты анализа диаграммы Мураты [15] в координатах $Al_2O_3/SiO_2 - MgO, CaO$ (рис. 7), на которой для сравнения нами нанесены вариационные кривые изменения содержаний окислов магния и кальция в породах толентовой серии провинции Изу-Хакон (химические анализы заимствованы из работы [14]). На диаграмме вполне отчетливо наблюдаются совершенно отличные как поведение, так и абсолютные содержания этих окислов по ходу дифференциации магматических расплавов толентов и известково-щелочных пород по мере постепенного уменьшения значений отношения Al_2O_3/SiO_2 , указывающего на изменение состава плагиоклаза от основного к кислому.

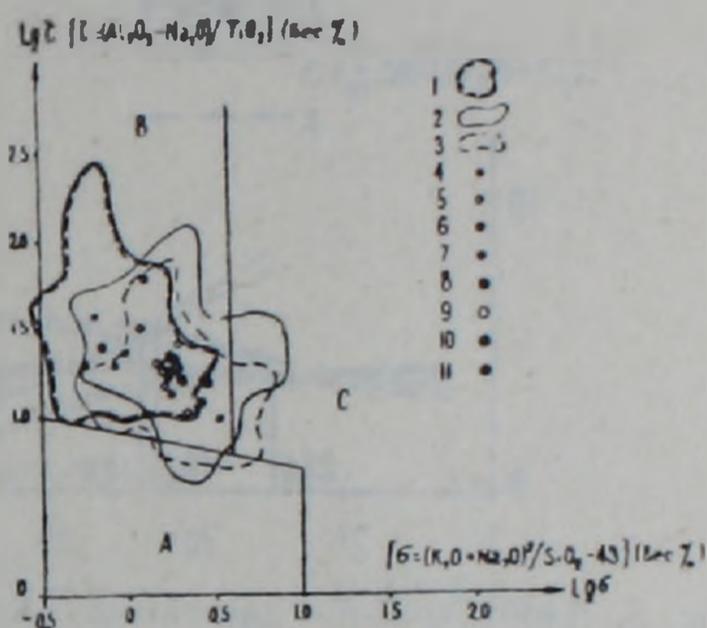


Рис. 4. Диаграмма Готтини-Ритмана $lg\tau - lg\delta$ для магматических комплексов Кафанского рудного района. Поля: А—лавы вулканов неорогенных регионов, В—лавы вулканов орогенных поясов и островных дуг, С—щелочные дериваты А и В. Контурные поля развития фигуративных точек пород: 1—средней юры, 2—верхней юры—нижнего мела, 3—верхнего мела—палеогена. Фигуративные точки средних составов пород: 4—среднеюрских, 5—верхнеюрско-нижнемеловых, 6—верхнемеловых-палеогеновых, 7—средние по Дэли. Фигуративные точки вычисленных средних от средних составов пород: 8—среднеюрского, 9—верхнеюрско-нижнемелового, 10—верхнемелового-палеогенового, 11—по Дэли.

Таким образом, вышеприведенный анализ позволяет нам сделать вывод о принадлежности комплекса магматитов среднеюрского возраста известково-щелочной серии, но с явной тенденцией в сторону толеитовой ассоциации (известковой серии пород [6]); по величине индекса Пикока [16] породы среднеюрского комплекса попадают в известковую серию—62,0 (рис. 8). Это может говорить о возможности наличия типичных островодужных толеитов ниже по разрезу Кафана.

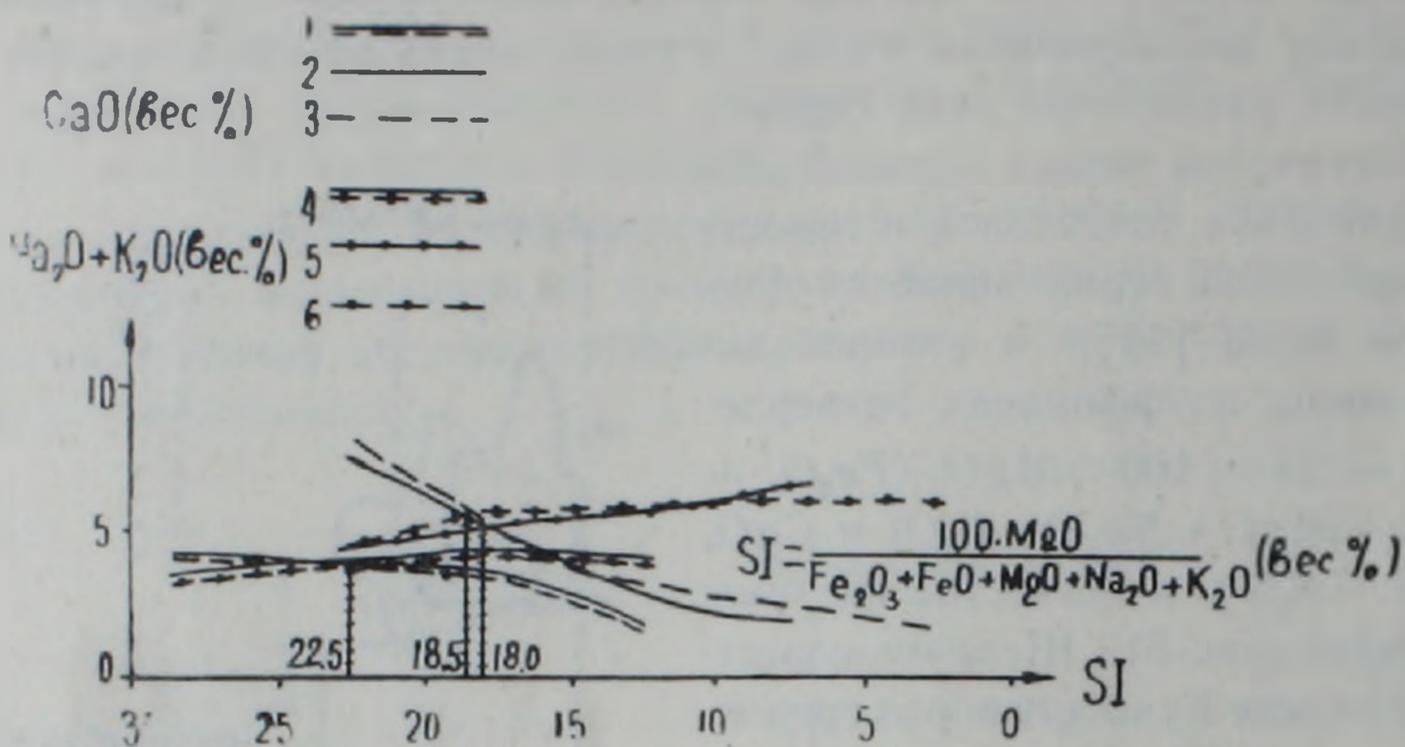


Рис. 5. Вариационная диаграмма Куно $SI-CaO, (Na_2O+K_2O)$ для магматических комплексов Кафанского рудного района. Возраст: 1,4—среднеюрский; 2, 5—позднеюрский-раннемеловой; 3, 6—позднемеловой-палеогеновый.

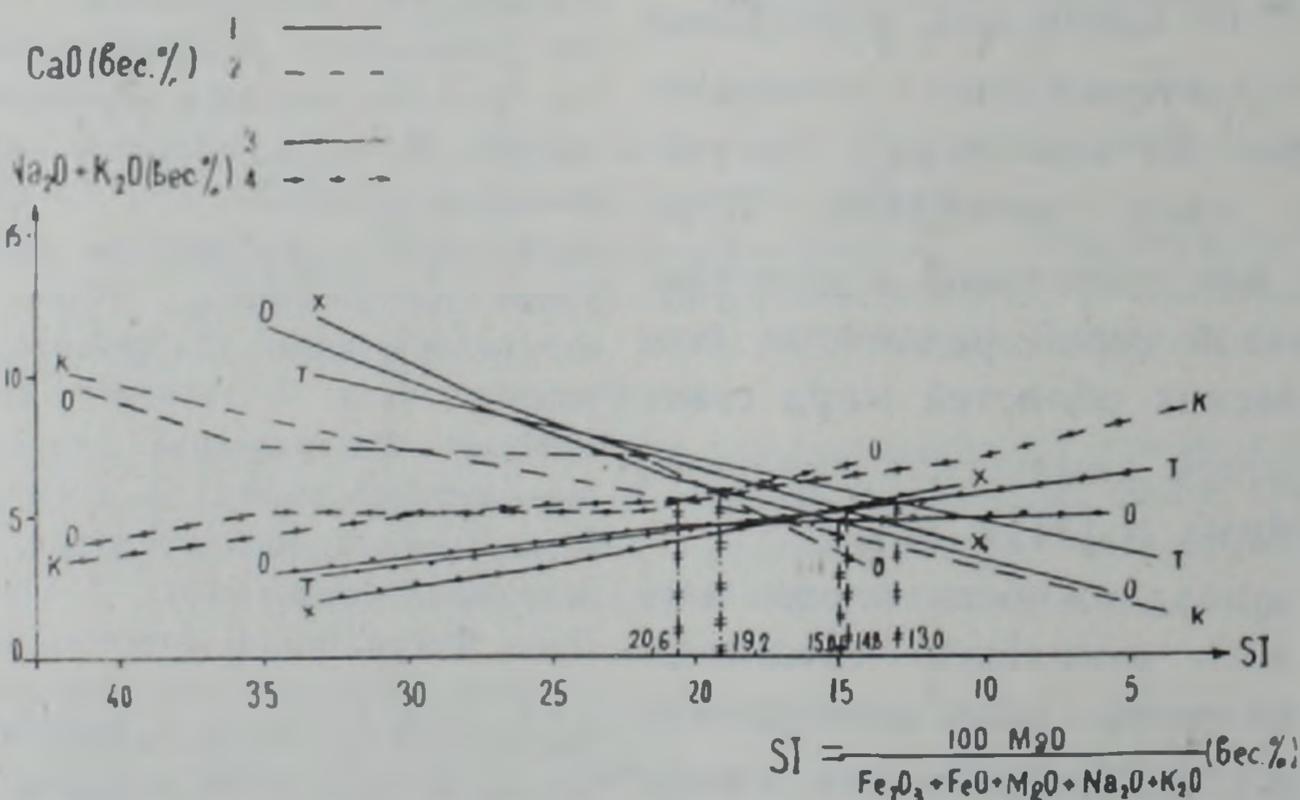


Рис. 6. Вариационная диаграмма Куно $SI-CaO, (Na_2O+K_2O)$ (для толеитовой и известково-щелочной серий). 1,3—толеитовая серия; 2,4—известково-щелочная серия. Т—толеитовые диабазы континентов и продукты их дифференциации, О—толеиты и известково-щелочные породы островных дуг, X—толеиты и их дифференциаты провинции Худзи (Япония), К—известково-щелочные породы Каскадных гор (США).

Верхнеюрско-нижнемеловой комплекс. О принадлежности пород этого возрастного комплекса известково-щелочной серии в первую очередь свидетельствует величина индекса затвердевания Куно $SI=18,0$ (рис. 5). По значению индекса Пикока, равного 59,2 (рис. 8), составляющие данного комплекса также входят в известково-щелочную серию пород (так называемый тихоокеанский тип).

На диаграмме Готтини-Ритмана (рис. 4) ареал распространения фигуративных точек пород верхнеюрско-нижнемелового комплекса в основном размещен в поле лав вулканов орогенных поясов и островных дуг (В); однако он частично входит и в поле вулканов неорогенных регионов (А), куда попадает часть даек основного состава, а некоторые дайки с трахиандезитодацитовым уклоном попадают в поле С—щелочных дериватов пород полей А и В. Однако все фигуративные точки средних составов пород комплекса размещены в поле В.

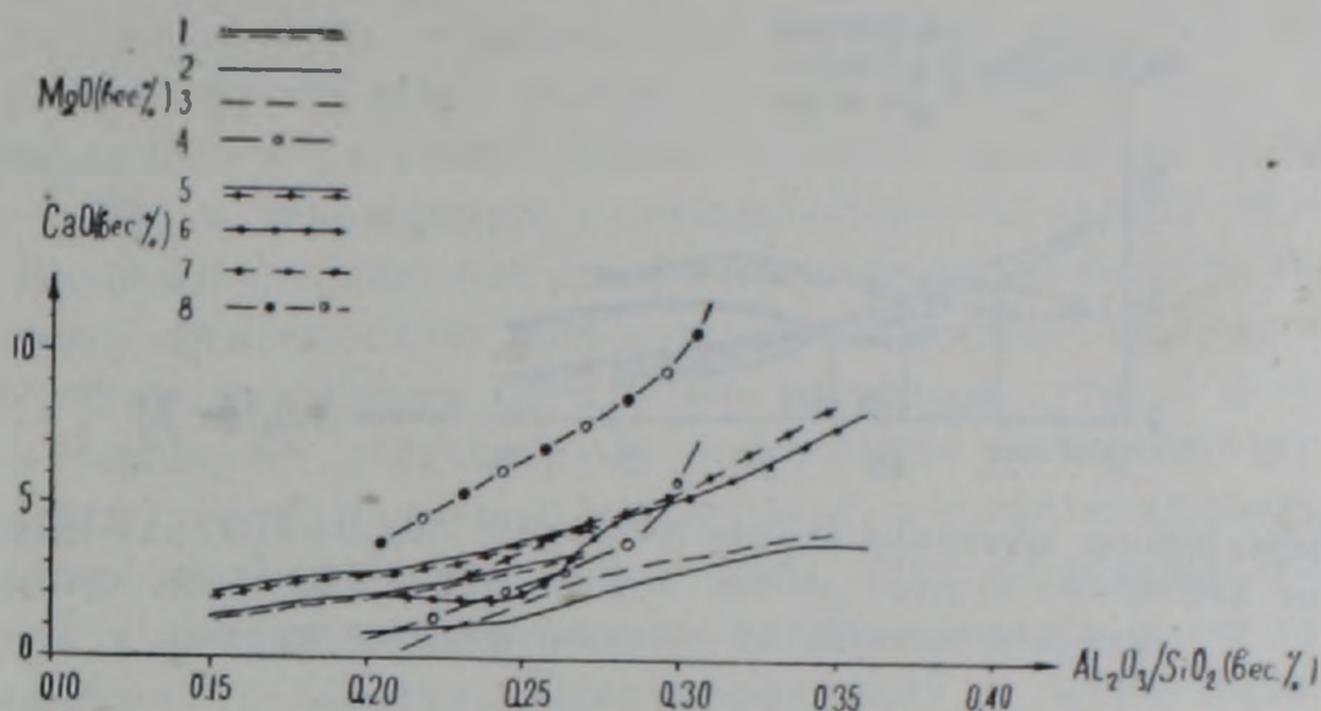


Рис. 7. Вариационная диаграмма Мураты $Al_2O_3/SiO_2—MgO, CaO$ для магматических комплексов Кафанского рудного района. Возраст: 1, 5—среднеюрский; 2, 6—позднеюрский-раннемеловой; 3, 7—позднемеловой-палеогеновый; 4, 8—островодужные толенты провинции Изу-Хакон (Япония).

На фоне вышесказанного некоторым диссонансом звучит анализ диаграммы Якеша-Уайта (рис. 2), указывающий на принадлежность пород верхнеюрско-нижнемелового комплекса толентовой серии (вариационная линия проходит между линиями толентов Юго-Западных Курил и Новой Гвинеи). Вероятно, от применения этой двухкомпонентной диаграммы для разрешения такого сложного вопроса, как разграничение толентовой и известково-щелочной серий островных дуг, следует отказаться.

Верхнемеловой-палеогеновый комплекс. На диаграмме Пикока (рис. 8) кривые содержаний CaO и $(Na_2O + K_2O)$ пересекаются при значении $SiO_2 = 55,2\%$, что указывает на принадлежность пород этого комплекса щелочноизвестковой серии [16]. Правильность этого вывода доказывается и значением индекса затвердевания Куно, равным $SI = 18,0$ (рис. 5), который очень близок таковому верхнеюрско-нижнемелового комплекса ($SI = 18,5$).

На диаграмме Якеша-Уайта (рис. 2) вариационная линия пород позднемеловой-палеогенового возраста проходит между линиями известково-щелочных серий Восточной Камчатки и Новой Гвинеи, что не отражает (хотя бы частично) принадлежность части пород этого комплекса щелочно-базальтовой серии. Это еще раз убеждает нас в непригодности данной диаграммы при разграничивании различных серий пород нашего региона, отличающихся сравнительно низкими содер-

жаниями K_2O как в толентах, так и в породах известково-щелочной и щелочно-базальтовой серий.

Фигуративные точки составов всех пород верхнемелового-палеогенового комплекса на диаграмме Готтини-Ритмана преимущественно размещены в поле лав вулканов орогенных поясов и островных дуг (В). Небольшое количество точек, как и для верхнеюрско-нижнемело-

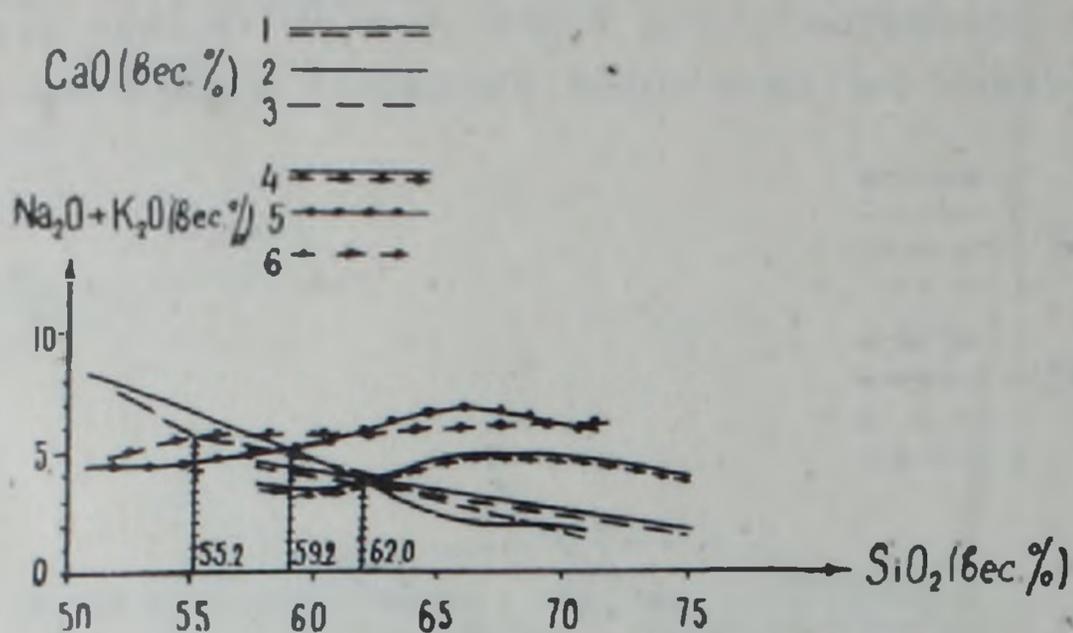


Рис. 8. Вариационная диаграмма Пикюка $SiO_2—CaO$, (Na_2O+K_2O) для магматических комплексов Кафанского рудного района. Возраст: 1, 4—среднеюрский; 2, 5—позднеюрский-раннемеловой; 3, 6—позднемеловой-палеогеновый.

вого комплекса, залегает в полях типичных толентов (А) и пород щелочной серии (С). Подчеркнем, однако, что фигуративные точки средних составов пород этого комплекса целиком попадают в поле В, а фигуративная точка вычисленного среднего состава всех пород размещается очень близко от точки среднего состава верхнеюрско-нижнемеловых пород.

Основные выводы

1. Все магматические комплексы входят в ассоциацию пород, характерную для орогенных поясов и островных дуг.

2. Породы всех возрастных комплексов принадлежат известково-щелочной серии (в широком понимании), однако, если породы наиболее древнего среднеюрского комплекса являются переходными от известково-щелочной серии к толентовой (известковой), то самые молодые образования района ($K_2—Pg$) имеют тенденцию перехода в щелочно-базальтовую (щелочно-известковую) серию.

3. Среди пород исследованных комплексов отсутствуют ненасыщенные кремнеземом разности, все они в разной степени обогащены глиноземом и, в основном, обеднены щелочами. Среди щелочей всегда преобладает натрий, но относительные и абсолютные значения калия в целом возрастают как от основных членов к кислым внутри каждого комплекса, так и от древних комплексов к молодым. Аналогичным образом возрастает и коэффициент агпаитности.

4. Наблюдается достаточно четкая вертикальная и латеральная зональность в развитии разновозрастных вулканогенных комплексов: вверх по разрезу наблюдается смена пород известковой (переходной к

толентам) серии породами типично известково-щелочной и затем щелочно-известковой (переходной к щелочно-базальтовой) серий. С востока, из области развигия пород среднеюрского возраста, на запад—в сторону зоны Хуступ-Гиратахского глубинного разлома, в целом наблюдается аналогичная картина смены разновозрастных и разнотипных вулканогенных серий.

5. Наличие подобной зональности, присущей всем современным и реконструированным островодужным системам, позволяет говорить о наличии в пределах Кафанского рудного района сегмента палеоостровной дуги, закономерно развивавшейся в течение юры-палеогена, обращенной своей фронтальной частью к востоку-северо-востоку с вероятно перекрытыми в настоящее время выходом палеозоны Беньоффа на востоке (СВ) и терригенным палеопрогибом—на западе (ЮЗ).

6. Возможность наличия вулканитов основного состава толентовой серии ранне-среднеюрского возраста как на востоке (в сторону палеоокеана), так и на глубине (фундамент островной дуги) в значительной степени расширяет перспективы обнаружения типичных медноколчеданных руд (типов уральского или куроко), а в пределах развития всех имеющихся магматических комплексов, принадлежащих известково-щелочной и промежуточным сериям, можно ожидать колчеданно-полиметаллический с золотом, медно-порфировый и медно-молибденовый типы оруденения, отдельные месторождения и рудопроявления которых известны в настоящее время в пределах Кафанского района.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

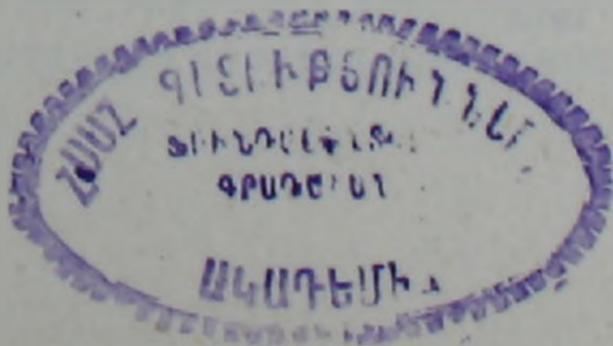
Поступила 4.VI. 1982.

Ս. Հ. ԱԶԻԳՅԱՆ, Ս. Ա. ԶՈՂՐԱԲՅԱՆ, Հ. Գ. ՄԻՐԶՈՅԱՆ,
Ռ. Հ. ՍԱԲՅՈՅԱՆ

ՂԱՓԱՆԻ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՇՐՋԱՆԻ ՄԵԶՈԿԱՅԵՆՈՉՈՅԱՆ ՄԱԴՄԱՏԻԿ
ԿՈՄՊԼԵՔՍՆԵՐԻ ՊԵՏՐՈՔԻՄԻԱԿԱՆ ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ
ԵՎ ՆՐԱՆՑ ՀԱՆՔԱԲԵՐՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇ ՀԱՐՑԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հողվածում բերվում է միջին յուրա-պալեոգենի մագմատիկ կոմպլեքսների պետրոքիմիական բնութագիրը: Բացահայտված է հրաբխային երևույթների կողադեղային բնույթը և ցույց է տրված ընդհանուր առմամբ կրա-ալկալային մագմատիզմի զարգացման ուղղվածությունը, որն ընթացել է սկզբում տոլեիտային, իսկ վերջում՝ ալկալա-բազալտային հակումներով: Քննարկվում են նաև մագմատիկ կոմպլեքսների հնարավոր հանքաբերության որոշ հարցեր:



PETROCHEMICAL FEATURES OF KAPHAN ORE REGION
MESOCENOZOIC MAGMATIC COMPLEXES AND SOME
PROBLEMS OF THEIR ORE CONTENT

Abstract

The Middle Jurassic-Paleogene magmatic complexes petrochemical characteristics are brought in this paper. The volcanic processes island-arc nature is revealed as well as the evolution of calc-alkaline magmatism as a whole is shown, from the beginning having had a tholeiitic tendency, which to the end became a shoshonitic one. Some problems of magmatic complexes potential ore content are discussed too.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева Е. Д., Богатиков О. А., Бородавская М. Б. и др. Классификация и номенклатура магматических горных пород. «Недра», М., 1981.
2. Заварицкий А. Н. Введение в петрохимию изверженных горных пород. Изд. АН СССР, М., 1950.
3. Зирьян Р. Н., Саркисян Р. А., Саркисян Г. А., Карапетян А. И., Давтян К. В. О геохимических особенностях пород магматических комплексов Кафанского рудного поля. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, № 6, 1973.
4. Зоненшайн Л. П., Кузьмин М. Т., Морилев В. М. Глобальная тектоника, магматизм и металлогения. «Недра», М., 1976.
5. Лебедев А. П., Малхасян Э. Г. Юрский вулканизм Армении. «Наука», М., 1965.
6. Лутц Б. Г. Геохимия океанического и континентального магматизма. «Недра», М., 1980.
7. Малхасян Э. Г. Геологическое развитие и вулканизм Армении в юрский период. Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1975.
8. Малхасян Э. Г., Лейе Ю. А. Рудовмещающие породы Кафанского рудного поля в южной Армении. Кавказское науч.-тех. об-во цвет. мет. Науч.-тех. совет Арм.цветметразведки, Ереван, 1956.
9. Мнацаканян А. Х. Верхнеюрский-меловой вулканизм Кафанского антиклинория. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, № 3, 1970.
10. Ритман А. Устойчивые минеральные ассоциации изверженных пород. «Мир», М., 1975.
11. Тернер Ф., Ферхуген Дж. Петрология изверженных и метаморфических пород. «ИЛ», М., 1961.
12. Green T. H. Island arc volcanism and crust forming magmatism. Tectonophysics, v. 63, p.p. 367—385, 1980.
13. Jakes P., White A. J. R. Major and trace element abundances in volcanic rocks of orogenic areas. Geol. Soc. Am. Bull., v. 83, № 1, 1972.
14. Kuno H. Origin of Cenozoic petrographic provinces of Japan and surrounding areas. Bull. volcanologique, Serie II—tome XX, 1959.
15. Murata K. New method of plotting chemical analyses of basaltic rocks. Amer. J. Sci. Bradley vol., v. 259-A, 1960.
16. Peacock M. A. Classification of igneous rock series. J. Geol., v. 39, № 1, 1931.
17. Sawkins F. J. Sulfide ore deposits in relation to plate tectonics. J. Geol., v. 80, № 4, 1972.