

УДК 522.2

© Д. чл. УАГН О.К. Иванов

**СОПОСТАВЛЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЙ
ОРТОМАГМАТИЧЕСКИХ ГОРНЫХ ПОРОД
ПЕТРОГРАФИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ И
ПО TAS-ДИАГРАММЕ**

Уральский институт минерального сырья, г. Екатеринбург

© Ivanov O.K.

**CONFRONTATION OF THE ORTHOMAGMATIC ROCKS
DEFINITIONS, USING PETROGRAPHIC METHODS AND
TAS-DIAGRAM**

Автореферат

Проведено сравнение определений ортомагматических горных пород (ОГП) петрографическими (минералогическими) методами и по TAS-диаграмме на материалах из работы «Магматические горные породы» (1983). Установлены многочисленные отклонения за пределы классификационных границ групп (24.% в среднем), и преобладание перекрытия полей фигуративных точек химических анализов видов пород внутри групп (в среднем 82 %). Причиной выхода за пределы групп и перекрытия внутри групп, является некритическое использование двух подходов – количественно-минералогического и химического, а также отсутствие учета разделения семейств и видов ОГП на калиевые, калинатровые и натровые. Сделан вывод, что в таком виде диаграмма не может использоваться для классификации и диагностики ортомагматических горных пород и требует или принятия новой системы, или уточнения положения некоторых групп, семейств и видов ОГП. Текст- 7 стр., рис. 10, библи. 9.

Ключевые слова: ортомагматические горные породы, систематика, химическая классификация, петрографическая классификация.

Введение

В настоящее время TAS-диаграмма является общепринятой для классификации ортомагматических горных пород (ОГП), а после выхода «Петрографического кодекса» стала обязательной для всех геологических организаций России [7, 8]. Вместе с тем,

в последние годы появляется все больше аргументов против этой системы.

Так, В.Л. Поляков (2001, с. 63) [9] обратил внимание, что «TAS-диаграмма в своем иллюстративно-качественном виде не позволяет сколько-нибудь существенно уточнить параметры состояния природных объектов» и отмечал «недостаточную информативность и точность TAS-диаграммы», по сравнению с петрохимическими параметрами использованными им [9]. Он также указывал на двусмысленность положения Петрографического кодекса, в котором прокламируется TAS-диаграмма, а указывается приоритет количественно-минералогического подхода.

Автор (Иванов, 2004, с.130) отметил такие недостатки систематики как недостаточную строгость и обоснованность выбранных параметров диаграммы, не учитывающей существования калиевых и натровых семейств и видов ОГП, отсутствие учета структуры силикатных расплавов, в частности, присутствия других анионов-комплексобразователей, кроме кремнезема, а также неправильные границы между семействами и видами ОГП на применяемой диаграмме [4].

Однако, полного и систематизированного анализа применяемой TAS-диаграммы не проводилось.

Для проверки возможностей TAS-диаграммы при систематике и диагностике ортомагматических горных пород на TAS-диаграмму были вынесены химические анализы магматических горных пород из сводки «Магматические горные породы», где наиболее детально и последовательно используется критикуемый метод [7]. При этом для наглядности анализы выносились отдельно для выделяемых по SiO₂ группах пород в последовательности от ультраосновных к ультракислым с анализом их соответствия. Были исключены ряд видов пород, относимых сейчас к постмагматическим, например, клинопироксеновые породы концентрически-зональных массивов. Использование в статье термина «ортомагматический», вместо обычно принятого «магматический», связано с тем, что после выделения «постмагматического» генетического типа горных пород, куда попали ряд горных пород, считавшихся ранее магматическими (например, перекристаллизованные дуниты и карбонатиты, некоторые клинопироксеновые породы, анортитизированные

габбро и т.д.), стала ясна необходимость более строгих петрографических и терминологических критериев. Таким образом, под ортомагматическими горными породами понимаются горные породы Земли, Луны и метеоритов, кристаллизовавшиеся из расплава и не имеющие признаков постмагматических изменений.

Сравнительный анализ положения ОГП в пределах выделяемых групп

Рассмотрим соответствие петрографических определений и положения на TAS-диаграмме пород в пределах выделяемых по SiO_2 групп горных пород.

Ультраосновные вулканиты

На рис. 1 вынесены фигуративные точки соответствующие химическим анализам ультраосновных вулканитов. Как видно, часть фигуративных точек расположилась далеко влево от предельных классификационных границ в 30 мас. % SiO_2 (в частности, кимберлиты, щелочные пикриты и мелилититы), часть вправо в группу основных вулканитов (оливиновые меланефелиниты, меланефелиниты, мелаанальцитимиты, нефелиниты, мелалейцититы). Таким образом, за пределы группы частично попало 6 из 12 видов ультраосновных вулканитов или 50 %.

Внутри группы ультраосновных вулканитов не перекрывается лишь поле маймечита. Исключив виды частично вышедшие за пределы группы, получаем, что только 1 из 6 видов ультраосновных вулканитов не перекрывается, т.е. степень перекрытия внутри группы составляет 83.3 %.

Ультраосновные плутониты

За пределами группы ультраосновных плутонитов в группе основных пород оказалась значительная часть (около 50 %) анализов верлитов и 1 из 8 анализов уртитов (рис. 2). Таким образом, два из 11 видов выходят за пределы классификационных границ группы, а степень несовпадения с границами группы составляет 18.2 %.

Внутри группы перекрываются поля гарцбургитов, лерцолитов, верлитов и дунитов, а также ийолитов и уртитов, т.е. всего 5 из 11 видов или степень перекрытия составляет 55.6 %.

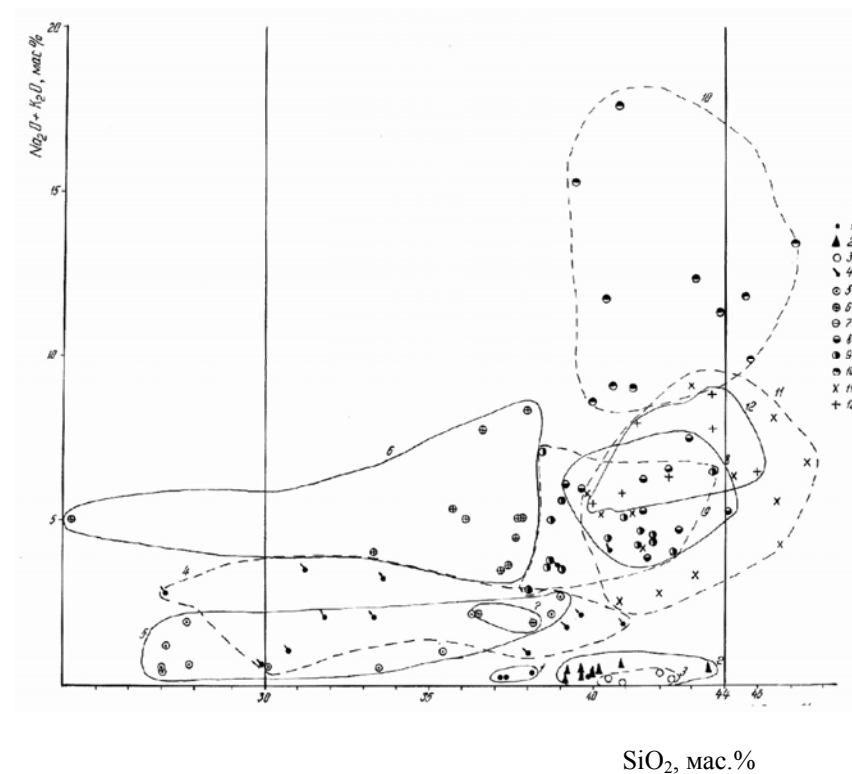


Рис. 1. Положение фигуративных точек химических анализов ультраосновных вулканитов на TAS-диаграмме: 1 - маймечиты, 2 - пикриты, 3 - коматиты, 4 - щелочные пикриты, 5 - кимберлиты, 6 - мелилититы, 7 - оливиновые мелилититы, 8 - меланефелиниты, 9 - оливиновые меланефелиниты, 10 - нефелиниты, 11 - мелаанальцитимиты, 12 - мелалейцититы. Номера полей на диаграмме соответствуют номерам видов пород.

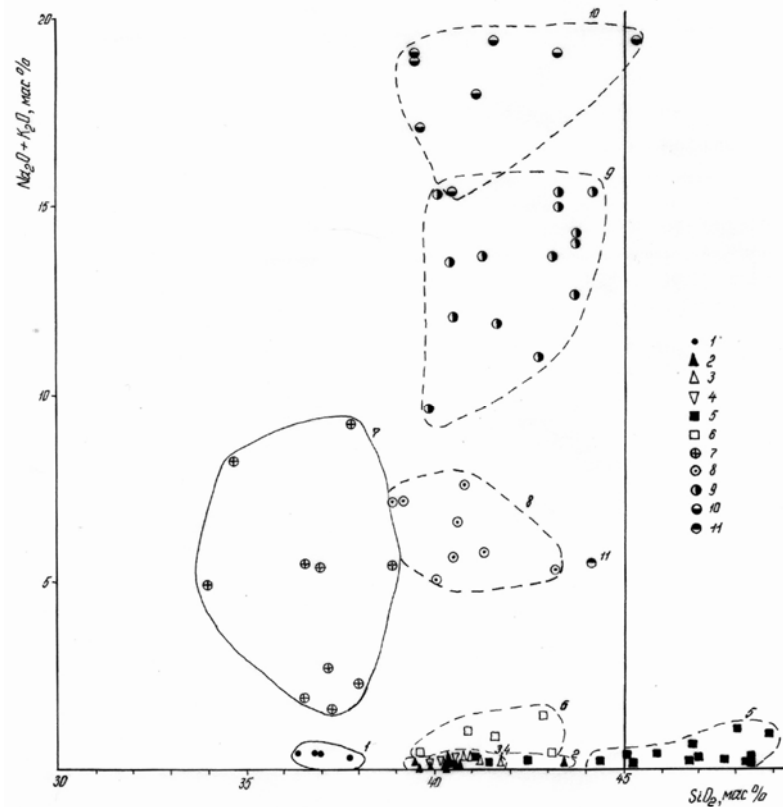


Рис. 2. Положение фигуративных точек химических анализов ультраосновных плутонитов на TAS-диаграмме: 1 - оливиниты, 2 - ортомагматические дуниты КЗУМ Урала [1], 3 - гарцбургиты, 4 - лерцолиты, 5 - верлиты КЗУМ Урала [1], 6 - шрисгеймиты, 7 - мелилитолиты, 8 - мельтейгиты, 9 - ийолиты, 10 - уртиты, 11 - миссуриты.

Основные вулканиты

За пределы поля основных вулканитов в ультраосновные ОГП выходит большая часть анализов пикробазальтов (10 из 15), которые по TAS-диаграмме должны быть ультраосновными ОГП, совмещаясь, таким образом, с маймечитами и пикритами, и 1 анализ оливинового базальта (рис.3). В поле средних вулканитов выходит 1 анализ базальта. Таким образом, за классификационные пределы группы выходят 4 из 12 видов, т.е. 33.3 %.

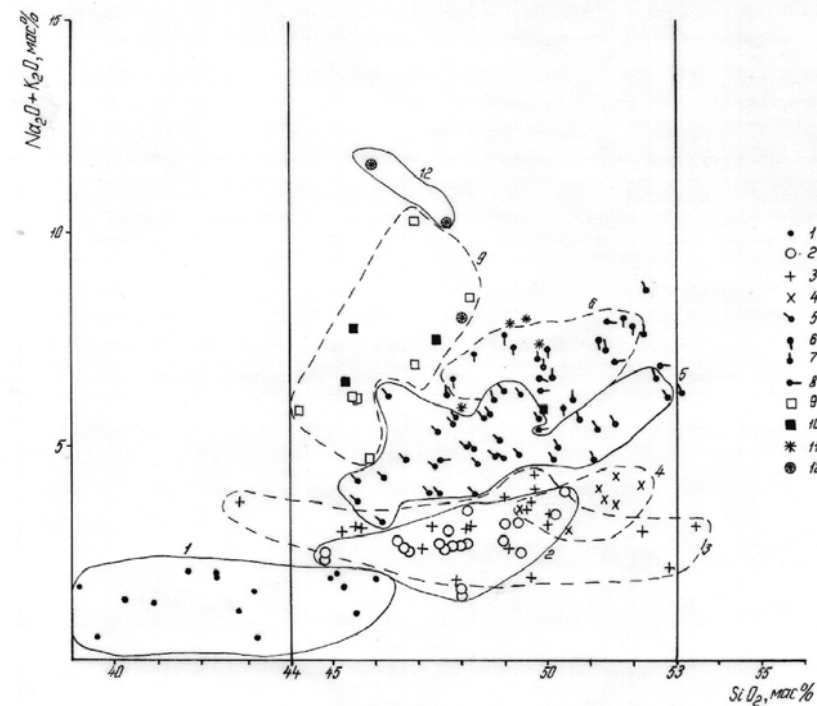


Рис. 3. Положение фигуративных точек химических анализов основных вулканитов на TAS-диаграмме: 1 - пикробазальты, 2 - оливинные базальты, 3 - базальты, 4 - гиперстеновые базальты, 5 - субщелочные вулканиты основного состава, 6 - муджиериты, 7 - трахибазальты, 8 - шосониты, 9 - тефриты, 10 - лейцитовые тефриты, 11 - фельдшпатоидные трахибазальты, 12 - основные фойдиты.

Внутри группы основных вулканитов наблюдается заметное перекрытие полей фигуративных точек, соответствующих базальтам, оливинным, гиперстеновым базальтам и другим ОГП. Не перекрываются 1 из 8 оставшихся видов, т.е. степень перекрытия составляет 87.5 %.

Основные плутониты

Как видно на рис. 4 за пределы поля в ультраосновные плутониты выходят 1 из 5 анализов оливинных габбро и 2 из 5 анализов троктолитов. В группу средних плутонитов выходят все анализы ортопироксенитов, 1 из 7 анализов норитов, 5 из 9

анализов анортозитов и 1 из 8 анализов рисчорритов. Общее количество отклонений за пределы классификационных границ группы 6 из 12 видов, т.е. 50 %.

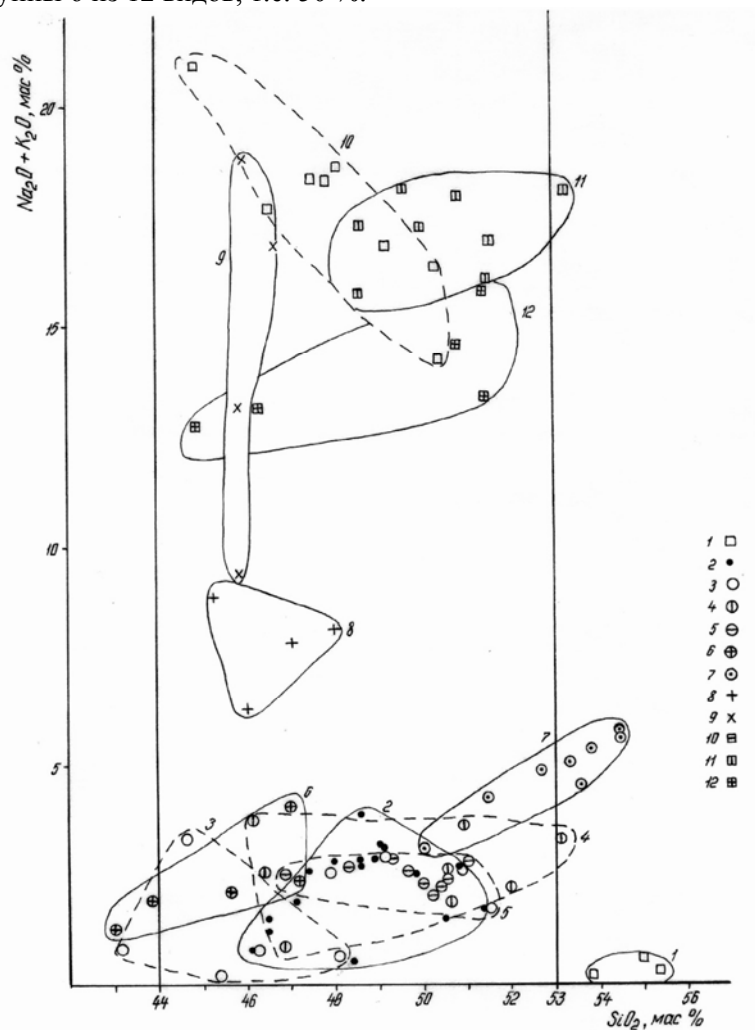


Рис. 4. Положение фигуративных точек химических анализов основных плутоцитов на TAS-диаграмме: 1 - ортопироксениты, 2 - габбро, 3 - оливиновые габбро, 4 - нориты и оливиновые нориты, 5 - габбро-нориты и оливиновые габбро-нориты, 6 - троктолиты, 7 - анортозиты, 8 - щелочные габброиды, 9 - основные фойдолиты, 10 - науайты, 11 - рисчорриты, 12 - сэрнеиты.

Внутри группы сильное и неоднократное перекрытие всех нормальных и щелочных плутоцитов т.е. 5 из 6 видов, а степень перекрытия составляет 83.3 %.

Средние вулканыты

На рис. 5 за пределы группы средних вулканытов в основные уходят 4 из 13 анализов лейцитовых фойдолитов и 2 из 16 анализов нефелиновых фойдолитов. Кроме того, в группу кислых вулканытов попадают два из 17 анализов трахитов. Всего за классификационные границы группы выходят 3 из 10 видов или 30 %.

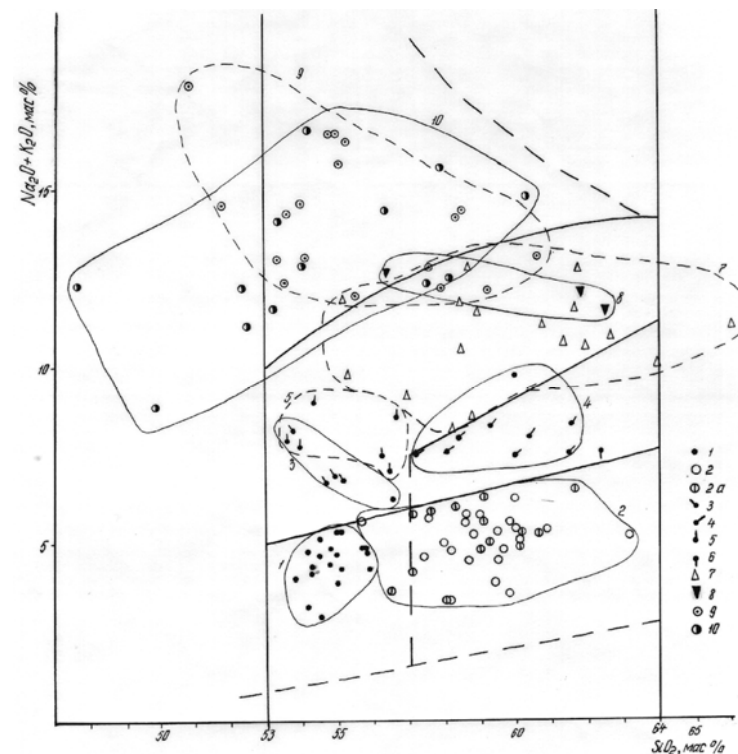


Рис. 5. Положение фигуративных точек химических анализов средних вулканытов на TAS-диаграмме: 1 - андезибазальты, 2 - андезиты, 3 - трахиандезибазальты, 4 - трахиандезиты, 5 - латиты, 6 - кварцевые латиты, 7 - трахиты, 8 - щелочные трахиты, 9 - нефелиновые фойдолиты, 10 - лейцитовые фойдолиты.

Внутри группы, среди нормальных по щелочности пород нет перекрытия между андезибазальтами и андезитами, хотя последние выходят за пределы своих принятых классификационных границ. Все субщелочные вулканиты среднего состава перекрываются частично, в том числе, трахиты и щелочные трахиты. Среди щелочных вулканитов среднего состава лейцитовые и нефелиновые фonoлиты перекрываются почти полностью. Всего перекрываются 5 из 7 оставшихся видов, а степень перекрытия полей видов составляет 71.4 %.

Средние плутоны

На рис. 6 за пределы поля средних плутонов в основные породы выходит 1 из 7 анализов миаскита и 1 из 8 анализов луаврита. В поле кислых пород попали 2 из 7 анализов тенсбергитов. Общее отклонение за пределы классификационных границ группы средних пород 3 из 16 или 18.8 %.

Внутри группы очень слабо перекрываются поля анализов диоритов и кварцевых диоритов. Субщелочные плутоны перекрываются между собой и с кварцевыми диоритами. Сиениты на TAS-диаграмме не различимы от щелочных и щелочно-полевошпатовых сиенитов. Щелочные плутоны перекрываются на 50 % и более. Общая степень перекрытия составляет 13 из 13 видов или 100 %.

Кислые вулканиты

Как видно на рис. 7 за пределы группы кислых вулканитов не выходят ни один анализ, т.е. они полностью укладываются внутри классификационных границ группы.

Внутри группы наблюдается неполное перекрытие от дацитов к трахидацитам и щелочным дацитам. Плагииориодациты перекрываются частично с трахириодацитами и щелочными риодацитами. Риолиты слабо перекрываются с трахириолитами и онгонитами. Онгориолиты перекрываются с риолитами и трахириолитами. Перекрытие полей видов 10 из 12 т.е. степень перекрытия составляет 83.3 %.

Кислые плутоны

За пределы группы кислых плутонов в группу средних плутонов выходят 3 из 5 анализов кварцевых сиенитов и 9 из 11 анализов нордмаркитов, т.е. 2 вида из 21 или 9.5 % (рис. 8).

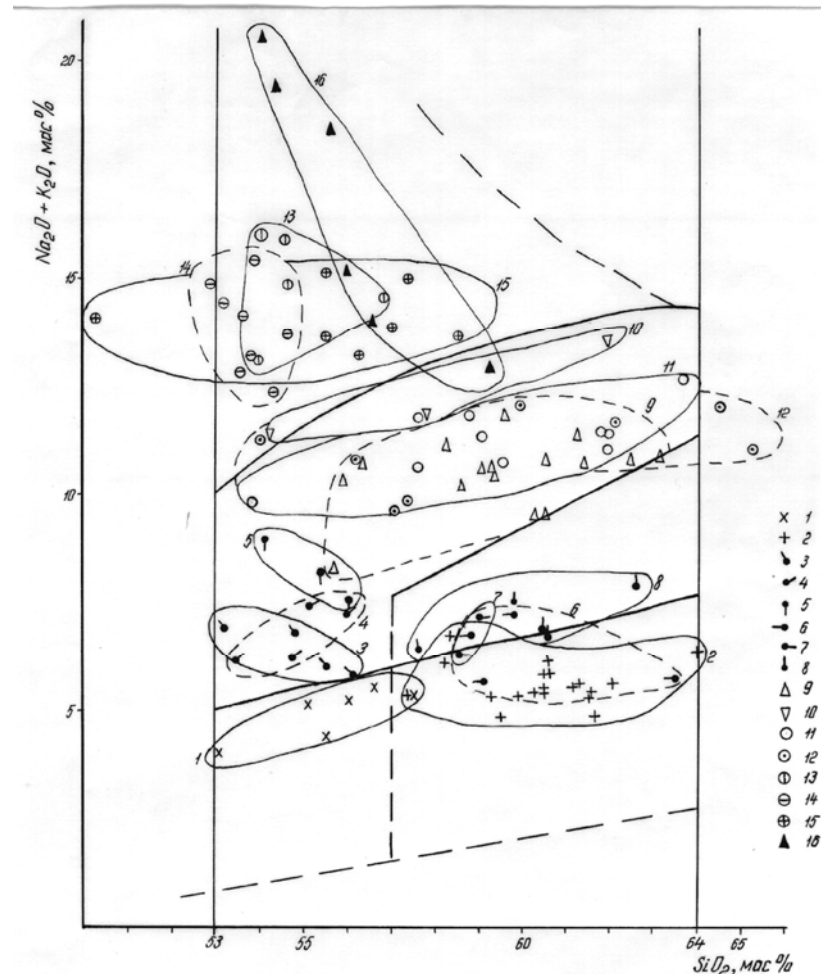


Рис. 6. Положение фигуративных точек химических анализов средних плутонов на TAS-диаграмме: 1 - диориты, 2 - кварцевые диориты, 3 - субщелочные диориты, 4 - монцодиориты, 5 - монциты, 6 - субщелочные кварцевые диориты, 7 - субщелочные кварцевые монцодиориты, 8 - субщелочные кварцевые монциты, 9 - сиениты, 10 - щелочнополевошпатовые сиениты, 11 - щелочные сиениты, 12 - тенсбергиты, 13 - фойяиты, 14 - луавриты, 15 - миаскиты, 16 - псевдолейцитовые сиениты.

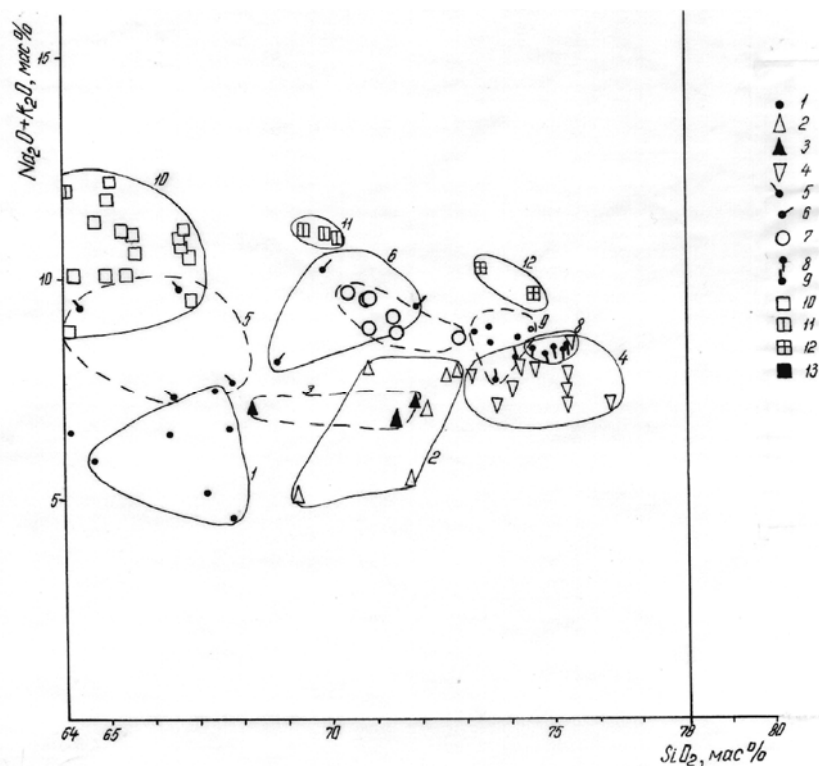


Рис. 7. Положение фигуративных точек химических анализов кислых вулканитов на TAS-диаграмме: 1 - дациты, 2 - плагиориодациты, 3 - риодациты, 4 - риолиты, 5 - трахидациты, 6 - трахириодациты, 7 - онгониты, 8 - трахириолиты, 9 - онгориолиты, 10 - щелочные трахидациты, 11 - пантеллериты, 12 - комендиты.

Внутри группы среди нормальных пород среднее перекрытие тоналитов и гранодиоритов и очень сильное плагиогранитов, чарнокитов и низкощелочных гранитов. Среди субщелочных гранитов и субщелочных лейкогранитов существенное перекрытие. Большая часть щелочных гранитов находится в поле субщелочных. Всего перекрываются в разной степени 17 из 18 полей фигуративных точек разных видов, что составляет 94.4 %.

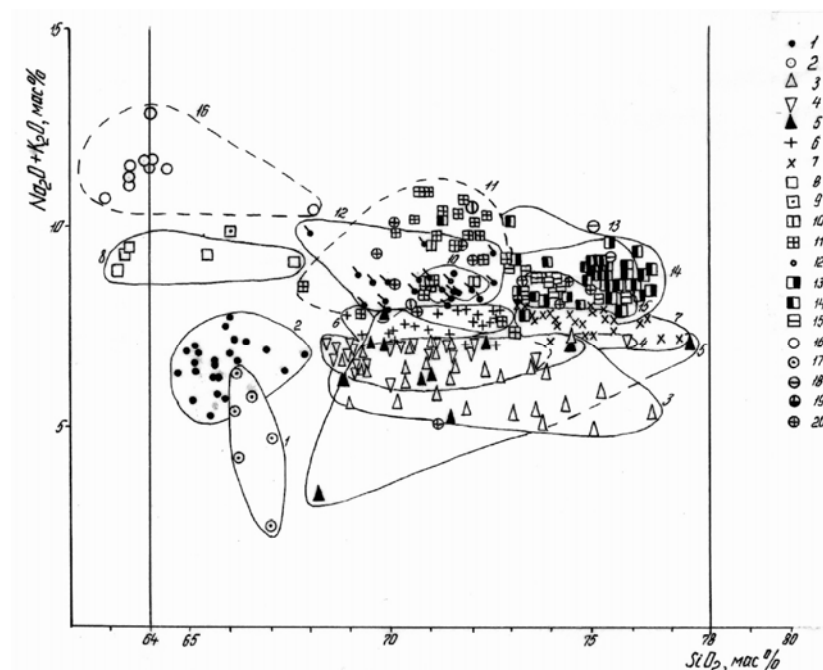


Рис. 8. Положение фигуративных точек химических анализов кислых плутонитов на TAS-диаграмме: 1 - гранодиориты, 2 - тоналиты, 3 - плагиограниты, 4 - низкощелочные граниты, 5 - чарнокиты, 6-граниты, 7 - лейкограниты, 8 - кварцевые сиениты, 9 - щелочнополевошпатовые кварцевые сиениты, 10 - щелочно-полевошпатовые граниты, 11- микроклин-альбитовые граниты, 12 - субщелочные двуполевошпатовые граниты, 13 - аляскиты, 14 - микроклин-альбитовые лейкограниты, 15 - субщелочные двуполевошпатовые лейкограниты, 16 - нордмаркиты, 17 - щелочные щелочнополевошпатовые граниты, 18 - щелочные сиениты, 19 - щелочные микроклин-альбитовые граниты, 20 - щелочные микроклин-альбитовые лейкограниты.

Ультракислые вулканиты

К ультракислым вулканитам нами отнесены вулканиты содержащие более 78 мас.% SiO₂. Единственным видом является карит, расположенный в пределах группы (рис. 9).

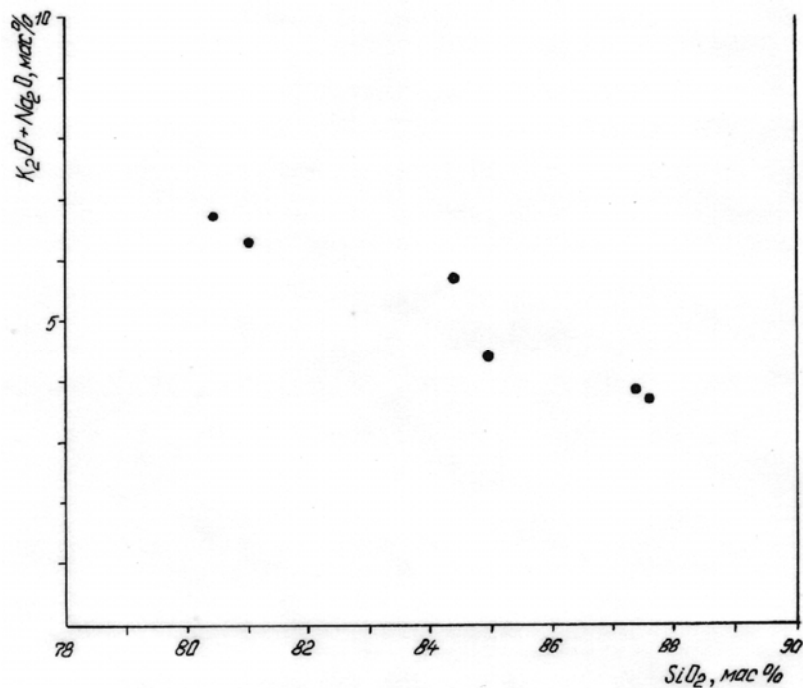


Рис. 9. Положение фигуративных точек химических анализов ультракислых вулканитов на TAS-диаграмме. 1- кариты [6].

Ультракислые плутониты

Ультракислые гранитоиды впервые были описаны А.А.Коневым [6] как крупнозернистые «кариты» и «кариты с гороховидным строением». Однако, судя по полнокристаллической структуре они являются не вулканическими каритами, а плутоническим аналогом каритов, описанных несколько позже под названием «мокрушит» [2, 3]. Из 7 анализов один попадет в поле кварцолитов, правильное, полевошпатовых кварцолитов. В этом отношении положение анализов совпадает с классификационными границами (рис. 10).

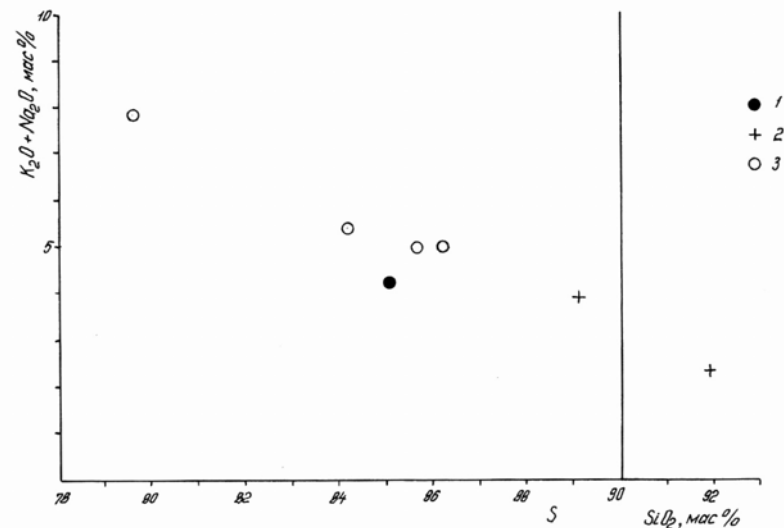


Рис. 10. Положение фигуративных точек химических анализов ультракислых плутонитов на TAS-диаграмме: 1 - мокрушиты, 2 - полевошпатовые кварцолиты [6, 2, 3].

Анализ соответствия границ групп классификационным

В таблице 1 суммировано положение полей фигуративных точек видов, попавших за пределы классификационных границ групп ОГП, выделяемых по содержанию SiO_2 . Их количество варьирует от 0 до 50%, уменьшаясь от ультраосновных и основных пород к кислым и ультракислым. В среднем отклонение от классификационных границ составляет для вулканитов 27% и для плутонитов 21%, в целом 23.6%, т.е. практически четверть всех видов выходит за пределы классификационных границ группы. Поскольку классификационные границы приняты самими авторами описания, подобное отклонение может быть объяснено только тем, что авторы первостепенное значение придавали не TAS-диаграмме, а количественно-минералогическому подходу. Именно этим объясняется отнесение основных, по TAS-диаграмме, верлитов и средних по составу ортопироксенитов в группу ультраосновных пород, ультраосновных по со-

ставу пикробазальтов и средних по составу анортозитов в группу основных пород. Как видим, такой инерционный дуализм ведет только к дискредитации метода. Практически, по TAS-диаграмме только с большим риском можно определять группу пород, а для основных и ультраосновных это чревато ошибкой в одном случае из двух. Общий вывод – в случае использования TAS-диаграммы классификационные границы групп следует упорядочить и включить, отклоняющиеся виды, в те группы, куда они должны попадать по TAS-диаграмме.

Таблица 1
Количество анализов видов ОГП, выходящих за пределы классификационных границ групп

Группа ОГП по SiO ₂	Тип	Кол-во видов		Общее число видов	То же, в %	
		В рамках групп	За пределами групп		В рамках группы	За пределами группы
1.УОП	Вулк.	6	6	12	50	50
	Плут.	9	2	11	81.8	18.2
2.ОП	Вулк.	8	4	12	66.7	33.3
	Плут.	6	6	12	50	50
3.СП	Вулк.	7	3	10	70	30
	Плут.	13	3	16	81.2	18.8
4.КП	Вулк.	12	-	12	100	0
	Плут.	18	2	20	90	10
5.УКП	Вулк.	1	-	1	100	0
	Плут.	2	-	2	100	0
Вулканыты		34	13	47	72.3	27.6
Плутониты		48	13	61	78.6	21.3
В целом		82	26	108	75.9	24.1

Условные обозначения: УОП- ультраосновные породы по содержанию SiO₂ в мас.%, ОП - основные, СП –средние, КП - кислые, УКП – ультракислые.

Анализ положения видов внутри групп ОГП

В таблице 2 сведены данные о количестве и степени перекрытия полей фигуративных точек химических анализов видов ОГП в пределах тех или иных групп после исключения видов,

выходящих за пределы этой группы. Степень перекрытия полей видов варьирует от 0 до 94.4 % без четких тенденций в зависимости от группы. Средняя степень перекрытия для вулканитов составляет 79.4 %, для плутонитов 83.3 %, в целом 81.7 %. Естественно, при таком перекрытии, говорить о возможности классифицирования и диагностики семейств и видов ОГП по TAS- диаграмме невозможно. Одной из причин этого является то, что калиевые, калинатровые и натровые породы внутри группы будут попадать в одно поле. Вторая причина – отсутствие четких границ между видами и семействами. Впрочем даже там, где такие границы существуют, реальные виды не всегда или не полностью укладываются в отведенные им классификационные рамки.

Таблица 2
Количество и степень перекрытия полей фигуративных точек видов внутри групп ОГП

Группа ОГП по SiO ₂	Тип	Общее число видов	Кол-во видов		То же, в %	
			Неперекрытых	Перекрытых	Неперекрытых	Перекрытых
1. УОП	Вулк	6	1	5	16.7	83.3
	Плут	9	4	5	44.4	55.6
2. ОП	Вулк	8	1	7	12.5	87.5
	Плут	6	1	5	16.7	83.3
3. СП	Вулк	7	2	5	28.6	71.4
	Плут	13	-	13	-	100
4. КП	Вулк	12	2	10	16.6	83.3
	Плут	18	1	17	5.5	94.4
5. УКП	Вулк	1	1	-	100	-
	Плут	2	2	-	100	-
Вулканыты		34	7	27	20.6	79.4
Плутониты		48	8	40	16.7	83.3
Все ОГП в целом		82	15	67	18.3	81.7

Общие выводы

Таким образом, детальное рассмотрение соответствия петрографического определения видов ОГП и их положения на TAS-диаграмме показывает, что в большинстве случаев они не

соответствуют даже по положению в группе и формально, относясь к одной группе, на TAS-диаграмме попадают в другую. Яркими примерами этого являются верлиты, ортопироксениты, пикробазальты, анортозиты. В пределах конкретных групп часто наблюдается перекрытие одних видов с другими, а также третьими и четвертыми.

Следовательно, TAS-диаграмма в теперешнем виде не пригодна для классифицирования и диагностики ортомагматических горных пород.

Не вдаваясь в детали, заметим, что причиной такого несоответствия является неудачная попытка совместить чисто химическую диаграмму (TAS) с количественно-минералогической классификацией, причем, отдавая предпочтение второй. Из этого, естественно, не могло ничего хорошего получиться и, как видим, не получилось.

Мы считаем, что за основу для классификации и диагностики ортомагматических горных пород рациональнее взять двухступенчатый подход. Вначале ОГП разделяются по соотношению оксидов калия и натрия на калиевые, калинатровые и натровые ветви, затем, на частных диаграммах, по соотношению $R_2O / SiO_2 + Al_2O_3$, мас. %, где R_2O есть K_2O , Na_2O или $K_2O + Na_2O$ проводится классифицирование на семейства и виды с четкими линейными границами [5].

Литература

1. **Иванов О.К.** Концентрически-зональные пироксенит-дунитовые массивы Урала. Екатеринбург. Изд-во Уральского университета. 1997. 487с.
2. **Иванов О.К.** Мокрушит – новая ультракислая кварцевая порода с кумулятивной структурой// Уральский геологический журнал. 1999. № 3 (9). С.55 -70.
3. **Иванов О.К.** К систематике ультракислых магматических горных пород// Уральский геологический журнал. 2000. №6 (18). С.39-41.
4. **Иванов О.К.** Рациональная химическая систематика ортомагматических горных пород// Уральский геологический журнал. 2004. №3 (39). С. 129-146.
5. **Иванов О.К.** К систематике ортомагматических горных пород. Выделение натровых, калинатровых и калиевых ветвей, семейств и видов// Уральский геологический журнал. 2004. №5 (41). С. 71-100
6. **Конев А.А., Г.Д. Феоктистов.** Ультракислые щелочные гранитоиды: некоторые вопросы генезиса// Петрология. 1998. Т.6.№1. С.70-78.

7. **Магматические горные породы.** Классификация. Номенклатура. Петрография. Ч.1, 2. М.: Наука. 1983. 767с.

8. **Петрографический кодекс.** Магматические и метаморфические породы. СПб. ВСЕГЕИ. 1995. 127с. Под ред. Н.П. Михайлова.

9. **Поляков В.Л.** Адамеллиты: средние химические составы// Уральский геологический журнал. 2001. № 1 (19). С. 45-65.