

УДК 552.2 + 549.0

© Д. чл. УАГН В.Л. Поляков

**ОСОБЕННОСТИ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СРЕДНИХ
И КИСЛЫХ ЩЕЛОЧНЫХ ПЛУТОНИТОВ
(как критерии генетических реконструкций)**

Уральская государственная горно-геологическая академия, г.Екатеринбург

© Poljakov V.L.

**FEATURES OF AN ELEMENTAL COMPOSITION OF
MEAN AND ACIDIC ALCALINOUS PLUTONITES
(AS YARDSTICK OF GENETIC RECONSTRUCTION)**

Автореферат

Особенности химического состава средних и кислых щелочных плутонитов (ЩП) рассматриваются при сопоставительном анализе средних составов их (646 выборок для 20 видов пород) и нормальных (НП) плутонитов (1247 выборок для 16 видов пород) аналогичного SiO₂-диапазона. Виды пород ЩП, по сравнению с НП, характеризуются в главном: а) большой гетерогенностью химического (и минерального) состава и б) отсутствием глобально устойчивых петрохимических трендов распределения составов видов пород. По ассоциативности параметров состояния ЩП лишь существенно формально есть «щелочные породы»: в первую очередь – это ненормальные породы, в т.ч. и по признакам локализации их в структурах верхней коры. 2 табл., 9 (22) рис. Библ. 27.

Ключевые слова: щелочные (и нормальные) плутониты, H₂ – O₂-взаимодействие.

1. Предисловие

Необходимость такого предисловия диктуется тематикой статьи: речь идет о щелочных породах – ЩП, вулканические и плутонические виды которых составляют предмет одной из актуальных и труднейших проблем петрологии с начала 30-х годов прошлого века. За последние 30 лет, после опубликования в 1974 г. одной из обобщающих работ по ЩП-проблеме [24], суть последней принципиально не изменилась. Во введении к русскоязычному изданию этой работы Е.И. Семеновым отмечается: 1) при разнообразии мнений авторов все они «единодуш-

ны в отрицании существования особой щелочной магмы», продукты которой могли бы образовывать известное разнообразие ЩП и их ассоциаций; 2) большинство авторов «связывают образование ЩП с кристаллизацией остаточных жидкостей, возникших при дифференциации обычных магм»; 3) при анализе явлений несмесимости, анатексиса, замещения, взаимодействия с летучими компонентами.

В появившейся спустя 10 лет другой обобщающей работе [13] проблемы генезиса и причин многообразия ЩП также актуализированы, однако с другими акцентами, в частности при характеристике таких пород как «гетерогенных» по составу и генезису образований, но при констатации, что «доказано мантийное происхождение щелочных магм». То есть, – опять с такой традиционной для петрологии и петрографии ролью *неопределенности*, с какой [13] «не исключается *определенная* роль коровых процессов, ...» Вместе с тем, в этой работе ЩП разнообразно и значимо характеризуются как аномальные, – в соответствии с современными нормами петрографии можно сказать – как ненормальные. Примеры – в катастрофического типа проявлении их: а) на глобальном фоне «нормальных» образований коры Земли – спорадически -впервые в период 2.7 – 2.5 млрд. лет назад как один из результатов резкого окисления [10] атмосферы и мантии планеты и резкой инверсии взаимодействия кора–мантия, при б) вспышке щелочного интрузивного магматизма в период 2.0 – 1.8 млрд. лет назад и в) эксенсивном формировании калиевых щелочных серий впервые в среднепалеозойское время.

Не утратили актуальности и вопросы о понятии щелочной породы. Например, каковы соотношения минералогической и химической элементной основы этого, каковы критерии различия понятий щелочной и субщелочной пород? В связи с последним и прагматикой настоящей статьи важно охарактеризовать здесь несколько положений согласно мнению Х. Серенсена – редактора первой упомянутой работы. Во-первых, это неслучайность приводимого им в преамбуле книги в качестве эпиграфа высказывания Н.Л. Боуэна (1928): «Щелочные породы составляют группу, которую трудно четко отделить от родственной им группы более распространенных субщелочных пород». Во-вторых, это высказывание самого Х. Серенсена, при-

водимое в составленном им словаре щелочных и связанных с ними пород: «... хотел бы подчеркнуть, что во многих случаях породе невозможно дать четкое и однозначное определение». В-третьих, это количество наименований таких пород в этом словаре, – 400, притом, что совокупная их распространенность (менее 0.5%) среди всех других изверженных пород земной коры (по ПК РФ [16] – всего 53 наименования для основных видов) является ничтожной; что – по Серенсену – «обусловлено *экзотическим* минеральным составом многих разновидностей щелочных пород».

На такой «экзотичности» следует остановиться подробнее, но при акцентировании внимания на двух противоположных признаках формализации понятия ЩП: а) – когда термин «щелочной» используется [24] «не в химическом значении этого слова», как, например, по Р. Дели (1914) и б) – когда «щелочные породы в принципе – это те породы, которые обогащены щелочами» (Лекруа, 1933), чему по сути соответствуют петрографические схемы на основе химических критериев.

В связи с текущим положением [19, 20] Петрографии как научной дисциплины еще приходится доказывать, что в совокупности параметров состояния всех изверженных пород полифункционально и наиболее точно определяющими являются особенности химического, а не минерального состава.

100 лет назад – в 1903 г. – А.П. Карпинский утверждал обратное и, наверное, был прав, делая уточнение, что «*сейчас* нельзя говорить о равнозначности минералогической и химической классификации изверженных пород» (можно лишь предполагать о реакции первого президента РАН и АН СССР на название его именем североуральского города, возведенного на могилах и руками «ссылно-раскулаченных» при действующем разрешении расстреливать 12-летних.). Так что *panta rhei* ...

Но, что касается науки, «*все течет*» не всегда, вернее – не все и не для всех. Экзотические, например, графит -или фаялит-содержащие плутониты с содержанием SiO₂ 71.2 мас.% есть ведь прежде всего граниты; с другой стороны, рибекит -или арфведсонит-содержащие плутониты аналогичного SiO₂-состава и суммой щелочей (Na₂O') менее 7.0 мас.% есть нормальные, не щелочные граниты. Специфика же минерального состава при неспецифичности химического, как правило, не может и не должна рассматриваться в качестве фактора номенклатурно-

петрографических решений. Помимо практической рациональности подобному ограничению соответствуют и разного характера другие обстоятельства. Ниже – только об одном из них в связи с тезисом Х. Серенсена об экзотичности минерального состава многих разновидностей ЩП.

Дело в том, что если для всех типов горных пород устойчива тенденция выявления, диагностики и утверждения КНМ ММА новых петрогенных минеральных фаз при резко выраженной подобной тенденции для минералов аксессуарных содержаний, то для ЩП такие тенденции еще более прогрессивны. На сегодня лишь как текущая информация воспринимаются данные о наличии, например, свыше 100 или 117 минералов в Au-рудных месторождениях, соответственно, Хемло (Канада) и Голд-Квори (США), или свыше 200 в Мурунском (Вост. Сибирь) щелочном массиве. Другой аспект полиминеральности ЩП также предопределяется спецификой их петрогенезиса в аномальных геодинамических и геохимических обстановках, что непосредственно отражается признаками их распространения и состава.

2. Ассоциации по поводу экзотичной полиминеральности щелочных пород

Правильнее будет сказать – экзотичной полиминеральности и экзотичности минерального состава ЩП.

1. Почему приведенные примеры значительного количества минеральных фаз в отдельных геологических объектах характеризуют последние как два золоторудных месторождения (вне связи со ЩП) и Мурунский щелочной массив? Можно ответить: в т.ч. потому что для всех трех общими являются признаки структур мантийного флюидного дренажа. Потому что все крупные и крупнейшие рудные, Au-рудные в частности, месторождения являются полиметалльными, как, например, крупнейшие золоторудные Мурунтау (Узбекистан) и Сухой Лог (РФ), которые если и следует характеризовать экзотичной полиметалльностью, то и по масштабам промышленной концентрации других металлов, включая платиноиды. Потому также, что петрогенезис в таких дренажных структурах предопределяется многообразием нелинейных эффектов H₂-O₂-взаимодействия, в т.ч. при реализации термодинамически-аномальных химических и твердофазных реакций, при стадийности минералообразова-

ния в условиях высокой активности щелочей, особенно калия.

2. Переключившись на ассоциации в связи со щелочами, снова можно назвать имя Хеннинга Серенсена, но не как автора словаря ЩП и редактора фундаментальной работы по ним (одним из немногих, считающим нужным заявить, что за все приводимые данные «несу ответственность лишь один я»), а как исследователя Илимауссакского щелочного массива (Гренландия) с его известными урановыми и редкометальными месторождениями, где около 30 лет назад был установлен талкусит, с которым по химизму и оптическим свойствам близок [6] К-содержащий талкусит из чароитов Мурунского массива, где он ассоциирует [5] с другими К-содержащими сульфидами – джерфишеритом $K_6Na(Fe,Cu,Ni)_{24}S_{26}Cl$ и мурунскимитом.

Еще переключение – и количество ассоциаций уже не позволит все их перечислить, – только о некоторых. Если снова начать с имен, то это имя Михаила Коробицина, которым в соавторстве с А.П. Хомяковым и другими [22] в пегматитах горы Аллуайв Ловозерского щелочного массива был выявлен редчайший Na-H₂O-содержащий сульфид – эрдит $NaFeS_2 \cdot 2H_2O$, впервые обнаруженный в щелочной диатреме Койот-Пик (Калифорния, США).

(М.Ф. Коробициным, не имевшим геологического образования, впервые обнаружено несколько новых минералов, (его именем назван новый минерал) и собрана уникальная коллекция минеральных видов, в т.ч. из комплексов Урала и Кольского полуострова; где она сейчас и кто что знает о трагичности судьбы М. Коробицына?).

Обращает внимание, что многие К и Na и К -и Na-содержащие сульфиды часто пространственно ассоциируют друг с другом, как, например, К-Fe-сульфид бартонит, впервые обнаруженный [26] в щелочной диатреме Койот-Пик вместе с джерфишеритом, расвумитом KFe_2S_3 , эрдитом и другими подобного состава сульфидными фазами. При этом между отдельными такими минеральными фазами устанавливается кристаллохимическое родство, в частности между эрдитом и расвумитом [22], между $Na(Cu,Fe,Zn)_2S_2$ – чвилеваитом [8] и мурунскимитом, последним и талкуситом [6].

3. Анализируя изложенное только на примерах К-сульфидов, необходимо дополнительно отметить, что содержащиеся их минеральные, в т.ч. рудные ассоциации по ряду призна-

ков характеризуются типоморфными режимами минералообразования в условиях высокой активности калия и восстановительной обстановки. Геологически – это разные объекты: щелочные комплексы (Хибинский, Ловозерский, Мурунский, Инаглинский), кимберлитовые диатремы Капской провинции (ЮАР) и Якутии, Талнахское Cu-Ni-месторождение, скарны Тажерана (оз. Байкал), карбонатиты Ковдорского массива, перидотиты, пироксениты и эклогиты разных объектов, метеориты.

Все изложенное выше и факты обнаружения джерфишерита (К 7.4–9.3 мас.%) в сульфидных включениях в алмазе (Буланова, 1980), подобного состава (К 8.1–13.0 мас.%) сульфидов из нодулей в кимберлите [25] и некоторые другие [9] данные в качестве аргументов позволяют характеризовать повышенную халькофильность калия в восстановительной среде, с тем больше проявленной экстенсивностью К-сульфидных минеральных фаз, чем большие значения Р-Т-параметров и активности водородных ионов.

Рассматривая модели образования К-сульфидов, в т.ч. из алмазов и клинопироксенит-ильменитовых нодулей кимберлитов, можно, согласно Д.В. Кларку [25], соотносить их с жидкостной несмесимостью, многократным распадом твердого раствора или метасоматозом, оценивая [9, 25] наличие таких в общем неустойчивых в приповерхностных обстановках минералов как важный признак глубинного (мантийного) источника щелочей. В продолжение характеристики «минеральной экзотичности» ЩП – еще об одной, совсем молодой (2000 г.) веточке ассоциаций при стабилизации их понятием «водород».

4. Химические и твердофазные реакции с участием водорода настолько разнообразны, что даже по специфике своей кинетики во многом еще являются предметом изучения, не исключая и его реакции с кислородом. Известны свойства водорода легко образовывать гидриды щелочных и щелочноземельных металлов, проявлять положительную степень окисления при экзотермичности реакций со многими неметаллами, являться (в зависимости от Р-Т-условий) сильным и сильнейшим восстановителем металлов и неметаллов, выделять много энергии при образовании H₂O. В аспекте H₂-O₂-взаимодействия важнейший момент определяется условиями (в т.ч. объемным соотношении-

ем твердой и флюидной фаз) диссоциации H_2 и O_2 на атомарные составляющие с резко большей их реакционной активностью и, соответственно, с еще большим набором реакционных процессов и их продуктов. И с еще большим при учете, что речь идет о природных процессах в динамически открытых многофакторно детерминированных системах с многообразием эволюционного сочетания равновесных, вынужденных (стабильных и метастабильных) и диссипативных структур; и тем более большим, что такие процессы реализуются при вариабельности соотношений расплав / флюид / раствор / твердая фаза.

Например, экстенсивность проявления резко различной реакционной активности H_2 и H и значительного превышения кинетической энергии реакции $H+H=H_2$ над энергией диссоциации H_2 существенно предопределяется соотношением флюидной и твердофазной среды. Также, например, с эффектами аномально повышенной степени окисления металл-содержащих соединений и элементов семейства железа в водородной (!) среде. Что фиксируется по результатам оригинальных – совместно с А.А. Калякиным, С.М. Доросевым и А.С. Есауловым – термохимических исследований (в частности при реализации H_2 -отжига андрадита, моноклинных пироксена и амфибола, антигорита, циркона и некоторых других силикатов в диапазоне $T = 325 - 800^\circ C$ в проточной среде водорода повышенной чистоты при выдержках до 6 – 8 часов). Об окислении здесь говорится на основании сравнения отмеченных результатов с полученными при отжигах тех же минералов и при тех же $T-t$ -режимах в средах CO_2 , CO , C (графита), вакуума (10^{-7} мм рт. ст.) и аргона.

4.1. В связи с нелинейностью [17] петрогенеза в структурах активного флюидного дренажа для автора актуальными являются аспекты H_2 - O_2 -взаимодействия, в частности по типоморфным для таких структур признакам устойчивой комплементарности восстановительных и окислительных режимов, а также процессов мобилизации, миграции и концентрирования геохимически некогерентных рудных элементов, в т.ч. с наиболее выраженными свойствами лито-халько-и сидерофильности. Наиболее воспринимаемым примером актуальности таких аспектов, по-видимому, может являться обстоятельство прогрессирующего выявления крупнейших месторождений (включая Au -рудные и Au -содержащие типа гигантского австралийского

$Fe-Cu-U-Ag-Au-TR$ Олимпик-Дам), в которых подобной комплементарностью характеризуются промышленные рудные комплексы. В случаях мафитовых и ультрамафитовых субстратов валовые содержания, например, калия, могут превышать регионально-фоновые уровни на несколько порядков; вот почему рассуждать уже приходится о причинах совместной концентрации геохимически некогерентных элементов, включая и вопросы структурно-хронологической сопряженности восстановительных и окислительных обстановок.

По результатам разных реконструкций в качестве гипотезы о причинах таких явлений автором ранее обосновывалось положение о воздействии не только унаследующих реакции субстрат-флюид эффектов пульсационно-гидродинамического автосмещения гидротерм, но и – типа «водородного пережога» (В.П.), реализующихся при H_2 - O_2 -взаимодействиях. Поиск чего-нибудь подобного в литературе привел к публикации [14] о влиянии водорода на преципитацию кислорода в кристаллическом кремнии. При требующем дальнейшего изучения необычного взаимодействия примесных атомов H и O в этой работе доказано, что присутствие водорода в концентрациях $10^{15} - 10^{16} \text{ см}^{-3}$ при $T \sim 300^\circ$ приводит к резкому (до 10^6 раз!) возрастанию коэффициента диффузии кислорода в кристаллах кремния.

В геологических аспектах кратко анализируя эти и другие известные [4, 14] теоретические и экспериментальные данные по ускоренному (с коэффициентом диффузии кислорода, превышающим нормальный на несколько порядков величины) формированию кислородных агломератов (кластеров, преципитатов) в диапазоне $T = 300-700^\circ$, в т.ч. в связи с существенным воздействием быстро диффундирующих атомов H , следует отметить следующее. 1) процессы диффузии и преципитации кислорода неразрывно связаны между собой [4]; 2) (в области кинетики распада твердых растворов) механизмы ускоренной водородом диффузии кислорода предопределяют внутреннее геттерирование быстро диффундирующих металлических примесей; 3) в гидрогенизированных кристаллах процесс диссипации кислородных димеров ускоряется сильнее, чем процесс их захвата, – даже при температурах $300-400^\circ$; 4) H -комплексы с собственными дефектами кристаллической решетки могут быть достаточно устойчивыми при температурах до 600° и выше и «в

течение долгого времени» [14] являться источником появления подвижных атомов водорода (в решетке Si); 5) процессы прямой и обратной диффузии, массопереноса и преципитации кислорода с достаточным основанием могут экстраполироваться на геологические среды для диапазона температур не только до 700°, но 700-1300° и больших; это в главном предопределяется практически невозпроизводимым и сложнейшим для моделирования фактором геологического времени, а также многообразием нелинейных соотношений трибохимических, каталитических, внешнего геттерирования и других эффектов, включая эффекты структурирования воды.

В контексте, что – по Лукрецию (1 в. до н. э.) – «...природу всего мироздания время меняет...» возникают ассоциации, дополнительно здесь инициированные эссе Р. Фрумкиной «Там, где в пространстве затерялось время...» (НМ, 2004, №3). Например, по норме, что «смотрим-то мы глазами, а видим мозгом» (при том – по Лукрецию – что поскольку «...глаз природу вещей познать совершенно не может, ...нельзя винить его в том, в чем повинен лишь разум») и нормальным стремлением вписать неизвестное в область известного, то можно предвидеть уже на сегодня вероятную концепцию о природе ЩП в качестве следствия глобальной инверсии О–Н-взаимодействия и щелочного режима на рубеже архея и протерозоя.

5. При оценках петрогенетической роли О–Н-взаимодействия необходимо учитывать, что в аспекте полиминеральности ЩП реконструируемая направленность будет еще более многофакторно детерминированной, если рассматривать систему О–Н–С. В том числе при анализе положения А.М. Сладкова о множественности карбиновых форм углерода и о бесконечно большом числе регулярных углеродных полимеров, новых сведений о свойствах C₆₀-фуллеренов, практически огромного количества С–Н-соединений при многообразии их и С-соединений со щелочными металлами и т. п.

6. Нельзя здесь перечислить многообразие реальных и вероятных ассоциаций при добавлении к изложенному обстоятельству, что смотря на ЩП, мы видим продукты повышенной и экстремально-высокой щелочности среды минералообразования. Так что если – по А.П. Хомякову [23] – основным источником открытия новых минералов являются уникальные месторождения, то по характеризующим их признакам аномальности геотектонических и геохимических обстановок ЩП-комплексы

должны рассматриваться как подобные, но потенциально еще более полиминеральные.

Оценивая все изложенное выше в поле свойств признака полиминеральности ЩП, можно обратить внимание на определение Лукреция : «свойство есть то, что никак отделить или отнять невозможно без разрушения того, чему оно будет присуще:...» Полиминеральность есть имманентное свойство ЩП, по сравнению с большинством других пород максимально проявленное: не просто полиминеральность, а экстремальная полиминеральность должна рассматриваться в качестве генотипического признака ЩП.

ЩП являются эталонами для новейших петрогенетических гипотез и реконструкций, в т.ч. гипотезы об отсутствии естественных пределов числа минеральных видов [23], наноразмерной кластеризации «скрытой фазы» как основного механизма формирования структуры и роста кристалла [2], чередования и комплементарности энтропийных и антиэнтропийных процессов минералообразования [21], ряда других, согласующихся с парадигмой И.Р. Пригожина (включая эволюционную множественность катастроф как бифуркационных явлений) и с теоретико-эмпирической базой синергетики.

В связи с синергетикой все большее внимание исследователей привлекают вопросы детерминированности хаоса, например, при обосновании процессов структурирования минерального вещества по модели, что хаос – это порядок с бесконечным числом симметрии [1] или с понятием минерального кластера породы по принципу структурирования между строгим порядком и абсолютным хаосом [27].

Продолжают разрабатываться актуальные с генетических позиций вопросы о причинах аномально-высоких содержаний калия в минералах ЩП, в частности в ряде титаносиликатов и в клинопироксенах из кимберлитовых нодулей и алмазов. Такие факты привлекали внимание еще в 70-х годах прошлого века и интерпретировались [9] схематично; сейчас эмпирически аргументированным является, например, предположение [15] о существовании в глубокой мантии водосодержащих солевых расплавов с относительной концентрацией щелочей до 30 мас.%, – типа флюидно-расплавных включений состава (Si, Al) : (K, Na) : Ca = 7.7 : 10 : 4.4 (среднее) в алмазах из Заира. Кстати, впервые 90

ставительные данные по средним химсоставам ЩП на сегодня не могут быть интерпретированы однозначно без специальных реконструкций. При этом эффективность использования данных по химизму щелочных разностей Р1-гранитоидов, включая так называемые редкометалльные апограниты, и ряда других близка к нулевому значению. (В таком отношении актуальна работа С.М. Бескина, Ю.Б. Марина и др., 1999: «Так что же такое «редкометалльный гранит»?»)

В связи с отмеченными и некоторыми другими подобно-негативными обстоятельствами рассматриваются: 1) щелочные плутониты среднего и кислого состава, поскольку для аналогичного SiO₂-диапазона нормальных плутонитов (НП) петрохимические параметры состояния оптимизированы [20] по такой же унифицированной системе критериев, по которой здесь анализируются ЩП; 2) только плутониты, поскольку реконструируются значимые различия [18, 19] химизма аналоговых видов плутонитов и вулканитов; 3) по методологии, принципиальная основа которой – в сопоставлении многомерных петрохимических полей нормальных и щелочных пород по системе единых критериев (одинаково функциональных для плутонитов и вулканитов).

Использование только средних химсоставов обусловлено их большей репрезентативностью для выявления устойчивых закономерностей состава видов пород при минимизации различной природы информационных шумов. Компановка выборок, комплекс статистических операций с ними, в т.ч. при оценке их однородности, производились на основе анализа эмпирических кривых распределения (ЭКР) содержаний петрогенных элементов и значений других петрохимических показателей.

Десять из них – значения содержаний стандартного набора петрогенных элементов (в мас.% или ат. кол.), разные остальные – в операционной размерности атомных количеств (х 1000). Среди последних в т.ч.: $A_x = Si/Al * Na'/Ca; Na_2O'$ и Na' – сумма щелочей (соответственно, в мас.% и в ат. кол.); $A_d = [Si - (Ti+Al+Ca)] / (\sum Fe+Mn+Mg)$; $D_2 = \ln \{ \{ 0.0025 Si^3 * K * Na' * Fe^{+3} * \{ Si - (Ti+Al+Ca) \} \} / \{ Al * Ca^2 * (Mg+Ca) * \sum Fe * (\sum Fe+Mn+Mg) * [\sum (Me*V_c)] \} \}$, где Me – ат. кол. катионов и V_c – их относительная основность (по Л.С. Бородину, 1987); A_c – степень кислотности пород (Бородин, 1987); $D_4 = \ln \{ \{ 0.0025$

$$Si^3 * Fe^{+3} * Fe * K * (K+Na)^2 * [Si - (Ti+Al+Ca)] \} / \{ \sum Fe * Mg^2 * Ca * (\sum Fe+Mg) * (\sum Fe+Mn+Mg) * (Mg+Ca)^2 * [\sum (Me*V_c)] \} \};$$

$$Mg' = Fe*Al*Ca / Mg^2 * (\sum Fe+Mg).$$

Анализ особенностей химизма ЩП проводился с использованием 646 выборок средних составов по 15885 частным химанализам для 20 классифицированных (табл. 1) видов ЩП при сравнении их с составами НП [20] по 1247 выборкам (41565 ан.) для 16 основных видов пород диорит-лейкогранитного диапазона.

Несоответствие (табл. 1) между диагностированными (по первоисточникам) и классифицированными здесь по многомерному комплексу петрохимических параметров близкими по специфике минерального и химического составов ЩП является следствием одной основной причины. Как и для НП [20], это предопределено несовершенством классификационных норм и соответствующими затруднениями практики их применения; в этом отражается и «путаница» [7] в систематике и номенклатуре ЩП. А priori можно полагать, что такая «путаница» есть также следствие ошибок в интерпретации или не учета каких-то типоморфных для ЩП особенностей их вещественного состава.

В связи с последним представляется важным обратить внимание на следующее. 1. На всех стадиях номенклатурно-петрографических решений в качестве ориентировочно-реперной схемы использовались нормы ПК РФ. 2. Из выделенных 20 видов ЩП рассматриваемого диапазона плутонитов для 15 из них воспроизводится номенклатура ПК РФ (что не означает строгого соответствия конкретных видов ЩП петрохимическим ПК-нормам. 3. Но, при учете различий принятых здесь - и ПК-методологии и методик (здесь – исключительно на петрохимической основе), сам факт выделения в данном SiO₂-диапазоне всего не более 20 видов ЩП, для 15 из которых не обнаруживается противоречий в номенклатуре, может быть оценено как соответствие ПК-норм наиболее оптимальной (на сегодня) схеме систематики и классификации таких ЩП.

4. Результаты

В SiO₂-диапазоне средних и кислых щелочных (и субщелочных) плутонитов выделяется 20 петрографических видов пород, среди которых 15 видов в общем соответствуют классификационным нормам ПК РФ [16] и идентичны ПК-номенкла-

туре. Из них монзонит, монцодиорит, Q-монзонит, сиенит и Q-сиенит, классифицированные по ПК РФ как породы субщелочного петрохимического ряда, не выделяются из общего ряда ЩП по двум обстоятельствам. Во-первых, в связи с известной [16] противоречивостью понятий щелочной и субщелочной пород и затруднениями [24] в практике такого подразделения. Во-вторых, потому что, непосредственно не затрагивая основы содержания статьи, такой вопрос требует специального рассмотрения из-за устанавливаемого сходства особенностей химизма всех рассматриваемых видов ЩП в отличие от всех видов пород нормального [20] петрохимического ряда.

В таком же контексте, по совокупности полученных результатов, можно констатировать, что подразделение граносиенита, гранита, лейкогранита и аляскита на щелочные и субщелочные различия не соответствует особенностям химизма этих видов пород. Все они должны рассматриваться как щелочные. Это относится и к выделяемому здесь впервые виду щелочного адамеллита, в отличие от нормального адамеллита [20]. Что касается выделения также впервые здесь четырех видов щелочных Р1-гранитоидов, то это такие породы, которые по специфике своего химизма являются отчетливо щелочными, но не соответствуют особенностям состава всех других традиционно (в т.ч. по ПК РФ) выделяемых ЩП, тем более – всех видов пород нормального ряда.

Однако с сугубо классификационных позиций отмеченные положения не следует оценивать как наиболее рациональные, поскольку в зависимости от целей и задач классификации могут быть разными. Но эти положения строго соответствуют эмпирическим данным, характеризующим ЭКР содержаний петрогенных элементов и значений других петрохимических показателей, а также многомерными полями их корреляции. При этом в качестве главного критерия оптимальности диагностики и классификации вида пород являлось условие унимодальности и регулярности ЭКР значений большинства (из ~ 30) петрохимических показателей при специфичности для каждого вида пород собственных функций рассеяния переменных.

Графический метод отображения результирующей фактографии позволяет воспроизвести ее в достаточном объеме, облегчает ее восприятие по разнообразию ассоциативных взаимо-

связей, например, не только по признаку содержаний, но и – характеру распределения фиксирующих их переменных, в т.ч. при сопоставлении с таковыми для SiO_2 -аналоговых систем НП.

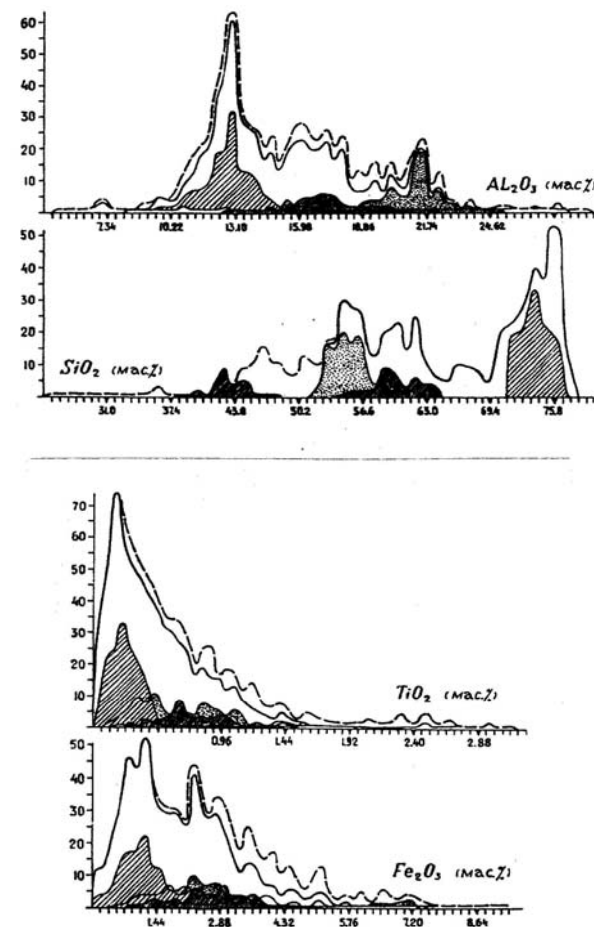


Рис. 1. Кумулятивные ЭКР содержаний петрогенных элементов и значений других петрохимических параметров для средних и кислых ЩП

Условные обозначения на рис. 3.

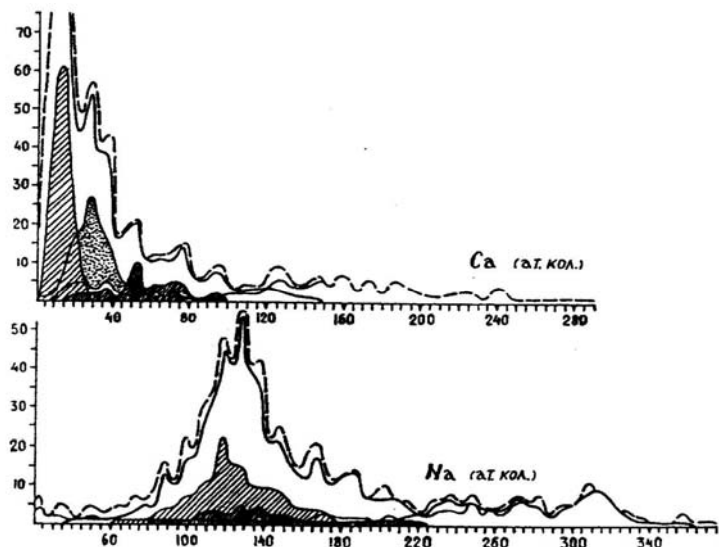


Рис. 2. Кумулятивные ЭКР содержаний петрогенных элементов и значений других петрохимических параметров для средних и кислых ЦП

Условные обозначения на рис. 3.

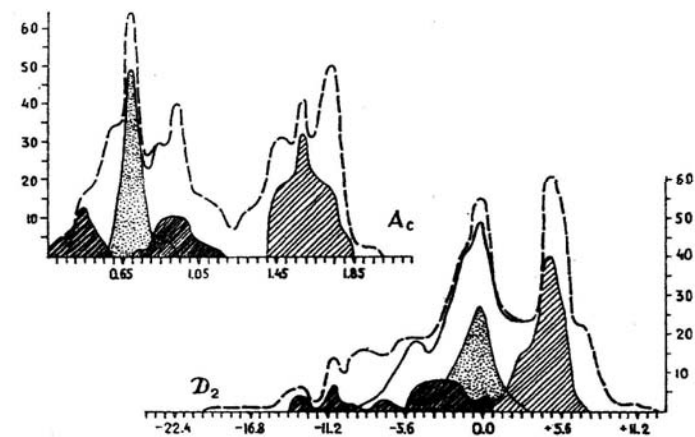
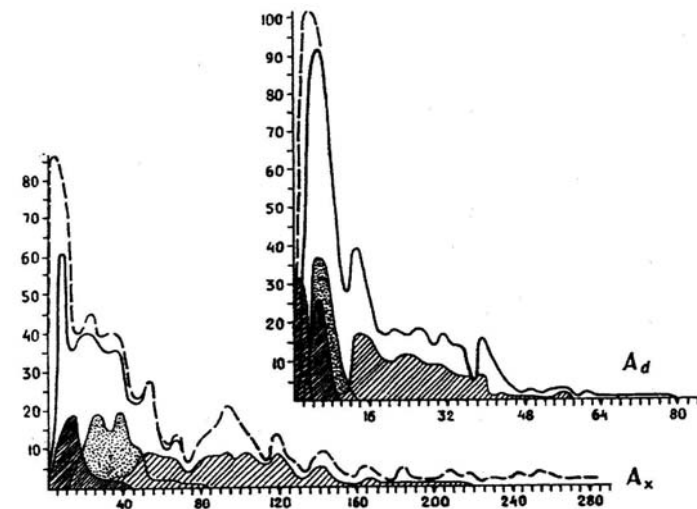


Рис. 3. Кумулятивные ЭКР значений петрохимических параметров A_d , A_x , A_c и D_2 для средних и кислых ЦП

Условные обозначения. Сплошная кривая – кумулята для средних и кислых ЦП, штриховая – для всех ЦП. Заштрихованы поля составов: наиболее разреженными линиями – щелочного гранита, утолщенными – фойдитов основных, тонкими сгущенными – сиенитов, точками – сиенитов фельдшпатоидных.

При анализе графики рисунков 1 – 3 сначала следует обратить внимание, что порядок как нумерации этих рисунков, так и (сверху вниз) расположения на них всех 16 графиков регламентирован только последовательностью традиционного (Si → K) написания химсоставов пород. Теперь бегло воспроизведем порядок расположения графиков по степени соотносительной однородности распределения значений петрохимических параметров, качественно оценивая это по амплитудам, частотам, регулярности и другим характеристикам ЭКР. В последовательности увеличения степени неоднородности ЭКР это будет соответствовать следующему ряду: $TiO_2 - K - Na_2O' - Na' - MgO - FeO - K/Na' - Na - A_d - A_x - Ca - Fe_2O_3 - Al_2O_3 - D_2 - A_c - SiO_2$.

Следовательно, для петрогенных элементов (K и Na – в ат. кол., остальные – мас.%) это будет: $TiO_2 - K - MgO - FeO - Na - Ca - Fe_2O_3 - Al_2O_3 - SiO_2$. То есть наибольшая степень однородности ЭКР фиксируется для TiO_2 , K и MgO, наименьшая – для Fe_2O_3 , Al_2O_3 и SiO_2 . Что это означает, тем более – почему здесь рассматривать нерационально. Важнее оценить результат сопоставления отмеченной последовательности с таковой для НП, а именно (в скобках – для [20] последних): $TiO_2 (Na) - K (Fe_2O_3) - MgO (TiO_2) - FeO (Al_2O_3) - Na (MgO) - Ca (FeO) - Fe_2O_3 (SiO_2) - Al_2O_3 (Ca) - SiO_2 (K)$.

Такой оценке соответствует вывод: по особенностям кумулятивных ЭКР, в частности отражающих меру гетерогенности составов видов, семейств и петрохимических рядов пород, средние и кислые ЩП и НП несопоставимы. Сравнимые их ряды не обнаруживают сходства по ранжировке даже какого-либо одного элемента. Максимально проявлены различия в характере распределения содержаний K и Na, резко выражены они для Al_2O_3 , Fe_2O_3 . При этом для большинства кумулятивных ЭКР, особенно SiO_2 , Fe_2O_3 , A_c и D_2 , четко фиксируется дискретность между составами средних и кислых ЩП. По A_c и D_2 -параметрам такая дискретность ЭКР по ширине и амплитуде частотного минимума является не только более контрастной по сравнению с ними для НП [20], но и по форме своей более соответствует «провалу» (рис. 3), чем более 70 лет известный, но фактографически неоднозначный «Daly gap» как прогиб кривой распределения между составами базальтов и кислых магматитов из-за ограниченности – по Р. Дели – распространения пород

среднего состава. Такой факт, по сравнению с НП более резкого разрыва составов средних и кислых ЩП, является одним из признаков относительно большей степени гетерогенности рассматриваемого диапазона их составов. (Как будет выглядеть «Daly gap» и с какими точными значениями SiO_2 -интервала при использовании количественно-подобной базы данных средних химсоставов?)

Следующий, второй, блок результирующей фактографии (рис. 4 – 6; табл. 2) характеризует особенности химсостава ЩП по совокупности других признаков. Это – также 16 графиков, расположенных на рисунках только по условию минимизации их площади; основное содержание их – также ЭКР. Но в отличие от рисунков 1 – 3 здесь по каждому из 16 петрохимических параметров сопоставляются три кумулятивных ЭКР: ЩП, НП, ЩП + НП.

По признакам общего подобия формы, интервальной плотности распределения переменных, знака и величины асимметричности и другим все ЭКР конкретного параметра могут быть охарактеризованы как 1) тождественные, 2) подобные и 3) разные. При сравнении ЭКР щелочных и нормальных плутонитов тождественными являются распределения TiO_2 , FeO, MgO, K/Na', A_d и A_x , подобными – SiO_2 , A_c и D_2 , разными – Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Na, K, Na_2O' и Na'. Для первой группы внимание обращает, что при резких различиях в содержании щелочей НП и ЩП характеризуются однотипностью распределения и близкими величинами значений K/Na'-параметра. Для второй группы – это уже отмечавшееся выше различие ЩП и НП по SiO_2 , A_c и D_2 -параметрам в граничных ЭКР-интервалах между породами среднего и кислого состава при наиболее резко выраженной дискретности ЭКР ЩП. Для третьей – важно отметить, что кардинальным – особенно в петрогенетических аспектах – различиям составов ЩП и НП соответствует не только очевидное различие их по содержанию K, Na и суммы щелочей, но и – по другим петрохимическим параметрам, в т.ч. по специфике распределения и значениям содержаний Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO...

Как следует по графикам рисунков 4 – 6 для большинства петрохимических параметров соответствующие им ЭКР всех трех типов не являются унимодальными. Частотные максимумы, минимумы и флексурные ЭКР есть признаки неоднородности

отражаемых ими химсоставов плутонов. Ранее для ЭКР НП было установлено [20], что многие частотные минимумы соответствуют устойчивым, одновременно фиксируемым по разным параметрам, особенностям ЭКР как стационарным их позициям. Такие позиции функционально отражают [20] граничные интервалы между составами видов пород трондьемитоидного, P1-гранитоидного и гранитоидного петрохимических рядов. Анализировались кумулятивные ЭКР всех НП, следовательно, речь идет о стационарности таких частотных минимумов, которые существенно не вуалируются интерференцией граничных составов разных видов пород в разных петрохимических их рядах.

На примере НП [20] в отношении главной причины стабильности, в частности позиций (состояний) $E_1 = P_2 + P_2'$ и $E_2 = P_3 + P_3'$, было предположено, что для относительно корректного заключения не достаёт знания вида кумулятивной ЭКР для аналогичного SiO_2 -диапазона ЩП. Сейчас – об этом знании (рис. 4 – 6; табл. 2). Во-первых, – о том, что для 16 параметров состояния ЩП фиксируется 19 таких стационарных позиций, в т.ч. $7E_1$ и $7E_2$ (табл. 2). Во-вторых, – что все эти 19 позиций аналогичны таковым из 42 позиций для НП (при этом количество их для ЩП потенциально большее, поскольку некоторые пока здесь не учитываются из-за нерешенности вопроса о причинах смещения частот, как, например, – рис. 5 – для K/Na'). В-третьих, следовательно, можно констатировать наличие общих для всех плутонов закономерностей неоднородности химсостава видов пород рассматриваемого SiO_2 -диапазона, общих ~ в 50 %-ном наборе стационарных позиций ЭКР НП.

Что означает такая общность? Ну, хотя-бы – более осторожно – что она может означать? Учитывая достаточную репрезентативность фактического материала (1983 выборочных совокупности, 57450 химанализов), можно ответить: 1) с большой вероятностью – не общность каких-либо особенностей петрогенезиса, 2) с меньшей – глобальную энтропийной природы закономерность структурирования силикатического интрузивного вещества земной коры (в ее средне-верхнекоровых горизонтах). Ограничения «силикатического», «интрузивного» и «горизонтов» – по текущему состоянию.

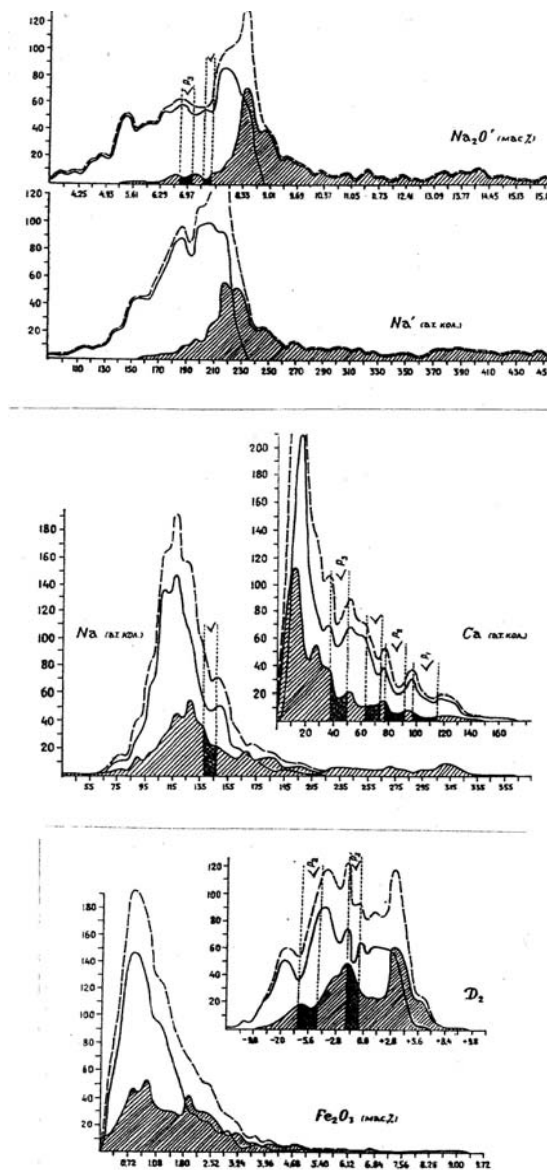


Рис. 4. Кумулятивные ЭКР средних и кислых щелочных и нормальных плутонов
Условные обозначения на рис. 6.

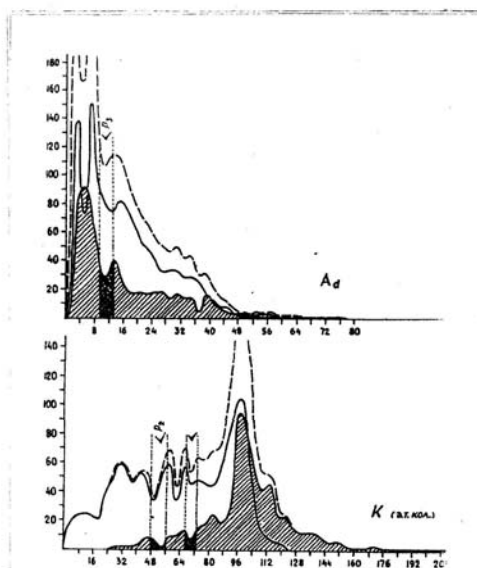
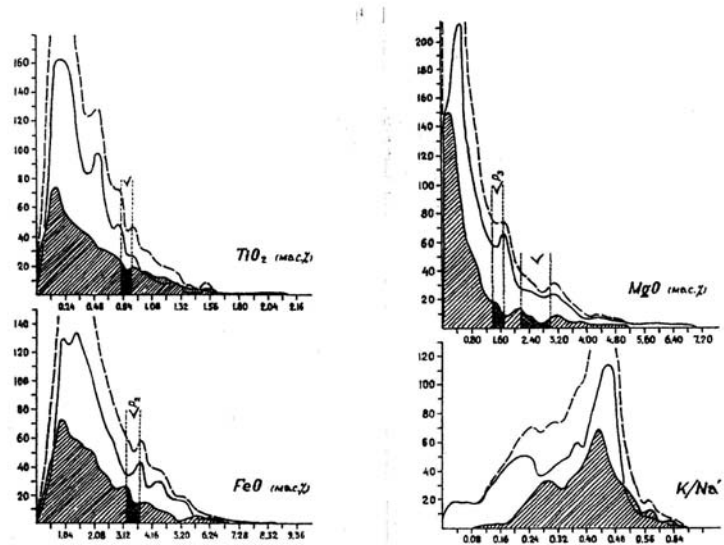


Рис. 5. Кумулятивные ЭКР средних и кислых щелочных и нормальных плутоцитов
Условные обозначения на рис. 6.

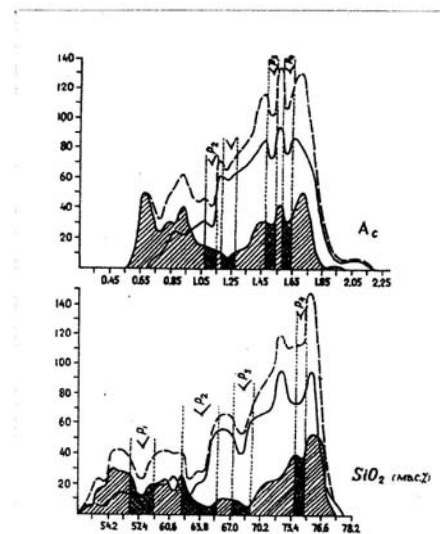
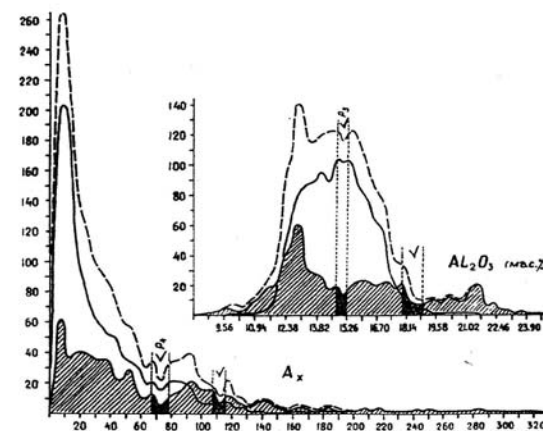


Рис. 6. Кумулятивные ЭКР средних и кислых щелочных и нормальных плутоцитов

Условные обозначения. Заштрихованы поля составов, соответствующие ЭКР ЦП; сплошная линия – ЭКР НП, штриховая – ЭКР всех средних и кислых плутоцитов. Вертикальными линиями фиксированы параметрические интервалы стационарных позиций (частотных минимумов) ЭКР.

Таблица 2

№№ пп	петрохими- ческие параметры	стационарные позиции							количество позиций, в т.ч.:	
		кумулятивной ЭКР ЩП							факти- чески по таб- лице	для ЭКР НП
		P_0	P_1	P_2	P_2^1	P_3	P_3^1	P_4		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12
1	<i>Na</i> (ат. кол.)									0
2	Fe_2O_3 (мас.%)									0
3	TiO_2 (мас.%)									1
4	Al_2O_3 (мас.%)					***			1	1
5	<i>Ax</i>							***	1	1
6	MgO (мас.%)					***			1	2
7	Na^1 (ат. кол.)									2
8	Na_2O^1 (мас.%)					***			1	3
9	K/Na									3
10	<i>Ad</i>					***			1	3
11	FeO (мас.%)			***					1	3
12	D_2			***	***				2	4
13	SiO_2 (мас.%)		***	***		***		***	4	4
14	<i>Ac</i>			***		***		***	3	5
15	<i>Ca</i> (ат. кол.)		***	***		***			3	5
16	<i>K</i> (ат. кол.)			***					1	5
	<i>итого</i>		2	6	1	7		3	19	42
	<i>в т.ч. $P_2+P_2^1$ и $P_3+P_3^1$</i>			7		7				

При попытке пояснения такой закономерности перед автором возникает соцсиндром неправильности его мировоззрения и эвфемизма. Мягко это сейчас можно выразить как «Несвоевременные мысли» (так называлась запрещенная при социализме книга «главного» пролетарского писателя; как, между прочим, ответ соцстрою его приверженцам по одной из основ научного мышления – когнитивному диссонансу) по поводу, в частности, нелинейности, синергетики и применимости этих понятий к геологическим реконструкциям. Можно, конечно, называть хаос бардаком, но автор не стал вникать в этимологию последнего, от греха подальше остановившись, узнав, что и слово «барак» – от нерусского «barakka». Не улыбались автор и журивший его начальник в кабинете последнего с табличкой на дверях, где были слова «профессор» «кафедры» «геологии» «Г.А.Кейльман» при обсуждении вопросов нелинейности, тем более в связи с русским именем Ильи Пригожина – нобелевского лауреата бельгийского физико-химика.

Но закономерно упоминание здесь имени И.Р. Пригожина, поскольку в т.ч. в связи с его парадигмой в последние 15 – 10 лет все более разносторонне выявляется мощь общей эволюционной парадигмы нелинейности. (Мощь эта заметна и по раскопкам основания плитной концепции с ее для многих уже очевидным непрочным фундаментом, к тому же конструктивно не увязанным со строением нелинейной геодинамики.) В таком контексте без большого налета фантастики рациональным представляется отметить следующее.

1. Неравномерность функционирования процессов природного минералообразования наиболее однозначно диагностируется по особенностям структурно-вещественного состава их продуктов. По такому признаку неоднородность химических составов пород в отдельных их петрогенетических рядах и эволюционных сериях с разносторонней информативностью отражают кумулятивные ЭКР. В петрографически формализованных петрохимических рядах НП и ЩП такая неравномерность характеризуется полимодальностью, полидискретностью, ЭКР. На разных примерах ранее [18 - 20] и на рассматриваемых здесь для ЩП устанавливается, что такие особенности ЭКР лишь в незначительной степени обусловлены интервально-неравномерной представительностью фактического материала; главным фактором являются существенные и резкие различия составов каждых двух петрографически смежных видов пород.

2. Для всех видов НП и ЩП это означает, во-первых, что выделяемые виды пород не есть следствие преимущественно классификационного приема, а есть адекватное отражение природной реальности. Во-вторых, следовательно, такой реальности, которой обусловлены пределы вариаций химизма для каждого конкретного вида пород (в других пределах – это уже качественно другая порода); то есть так называемые «постепенные переходы» – это обычно только практически не поддающиеся расшифровке собственно структурно-геологические, не петрогенетические, обстоятельства.

3. Разумеется, что речь идет о таких основных видах НП и ЩП, которые (в связи с объективностью своего наличия) однотипно характеризуются всеми официальными классификациями, поскольку для таких видов пород имманентным является свойство стационарности [20] как признак глобальной устойчивости этих природных систем.

4. С общей позиции понятия нелинейности любых явлений, процессов и систем – это принципиальная их неоднородность, неравновесность и т.п. при феноменологически важнейшем свойстве прерывистости, дискретности и т.п. Такие особенности преобладающих в геологическом мире нелинейных процессов и систем являются не только следствием, но и (!) причиной их эволюции и саморазвития. В такой концептуальности, в связи с теорией диссипативных структур (и теорией катастроф), положениями нелинейной динамики и синергетики полидискретность ЭКР НП и ЩП с необходимой мерой значимости может быть интерпретирована как эволюционная закономерность скачков состояний корового вещества.

5. В соответствии с новейшими разработками энтропийного (необратимого) эволюционирования нелинейных систем такие скачки состояний (в рассматриваемой конкретике фиксируемые частотными минимумами ЭКР между химсоставами отдельных или нескольких видов пород) могут быть интерпретированы в качестве параметрических интервалов бифуркаций как закономерностей структурирования геологических систем. Поскольку объективны данные об устойчивости, например, стационарных позиций E_1 и E_2 для НП всех трех петрохимических рядов и фиксации таких позиций для ЭКР ЩП, то, возможно, этим отражается еще более фундаментальная бифуркационная

(катастрофичной) природы закономерность сиалического корового структурирования.

Последний, третий, блок фактографии (рис. 7 – 9) характеризует особенности состава ЩП не только еще по ряду признаков, но и с большей информативностью рассмотренных выше. На графиках этих рисунков отображены средние составы генерализованных выборочных совокупностей видов пород ЩП и НП, то есть фактически – средние значения средних химсоставов. Это максимально «сжимает» фактографию, способствуя визуализации наиболее общих петрохимических тенденций даже по ограниченному количеству всего 9 петрохимических параметров. Принимая во внимание изложенное, ниже можно ограничиться краткими комментариями этих графиков.

1. Что обращает внимание прежде всего? Утвердительно – это в резкой форме выраженное различие группировки составов ЩП и НП. Для первых обычны от 3 до 4 разных размеров и формы разобщенных контура; для вторых (исключая специфику сопряженности 1 -и 2-трондьемитоидов) – это, по разным параметрам, один, два или три линейных тренда со строгой последовательностью соответствующих им составов видов пород (1 – 2; – 3 – 4 – 5 – 6; 7 – 8 – 9 – 10 – 11 – 12; 13 – 14 – 15 – 16).

2. Что также можно утверждать? Что в координатах воспроизводимых петрохимических параметров составы видов пород ЩП различаются друг от друга в значительно большей мере, чем это в общем имеет место для видов пород НП; что виды ЩП отличаются от всех НП однозначно как несопоставимо разные.

3. Немного больше внимания потребуется для констатации, что все виды ЩП по рассматриваемому набору петрохимических параметров подразделяются минимум на четыре группы: 1) монзониты + сиениты, 2) фельдшпатоидные сиениты, 3) щелочные Р1-гранитоиды, 4) щелочные гранитоиды. Поля составов трех этих групп могут быть разобщены друг от друга; при этом директивные элементы форм отдельных полей могут быть различны как относительно каждой из них, так и по отношению к двумерным петрохимическим координатам.

4. Затруднений не вызовет и констатация, что, в отличие от видов пород НП, в пределах каждого отдельного из отмеченных полей (групп) составов ЩП какая-либо закономерность

распределения составов видов пород не фиксируется. В таком отношении примечателен пример петрохимической фиксации состава щелочного сиенита, о чем ниже подробнее, поскольку данный пример характеризует специфику состава всех видов ЩП.

Из всех 20 рассматриваемых здесь видов ЩП положение среднего состава щелочного сиенита (рис. 7 – 9) в одной системе координат соответствует полю монцонитов-сиенитов, в другой – фельдшпатоидных сиенитов, в третьей – разным видам пород НП. По графически здесь невоспроизводимым соотношениям Na/K распределение «частных» средних составов щелочного сиенита примерно на 65 – 70 % перекрывает поля аналогичных составов большинства остальных видов ЩП (суммарная площадь полей всех видов ЩП примерно в два раза больше аналогичной площади всех видов НП). То есть даже по отношению к гетерогенности составов ЩП состав щелочного сиенита аномален.

Ранее [19] на примерах вулканоплутонических комплексов Армении был сделан вывод, что необходимость выделения там трех видов щелочного сиенита логичнее оценивать как следствие несовершенства классификационных норм для таких с резкой изменчивостью состава пород. Не удивляет, что в случаях особенной экзотичности вещественного состава подобных пород, как, например, с платиноидной минерализацией (Ковалевский, 1997), подчеркивается «гибридный» характер их.

На первый взгляд может показаться, что в определяемых ПК РФ для щелочного сиенита граничных содержаниях SiO_2 53 – 66 % [16], с разницей 13 мас. %, есть опечатка, но при анализе значений других ПК-норм (Ab 0 – 50, Fsp 20 – 70, Alk Crx (Am) 1 – 35, Na_2O 3 – 11, K_2O 0.2 – 8) такое впечатление исчезает. Обращая внимание не на абсолютные величины содержаний петрогенных компонентов, а на амплитуду их вариаций, относительно пород нормального ряда – большую амплитуду, необходимо также отметить, что этому соответствуют ПК-нормы и для фельдшпатоидных сиенитов. Удивление может вызвать лишь почему даже по ПК-нормам отчетливая гетерогенность составов количественно не анализируется и не акцентируется в специальных работах.

В отношении гетерогенности химсоставов ЩП и аномаль-

ности их по сравнению с фоном НП в заключение можно обратить внимание на соотношение значений D_2/D_4 -параметров (рис. 9): ln-функции последних конструктивно идентичны, что предполагает, в зависимости от специфики составов, только разную величину смещения их фигуративных точек на единой вариационной прямой. Вариационные же линии ЩП отчетливо криволинейны из-за максимального (относительно НП) и неравномерного D_2 -смещения соответствующих им составов конкретных видов ЩП.

Таким образом, при краткой формулировке заключения об особенностях химических составов средних и кислых ЩП в качестве обобщенной оценки может быть использована и непосредственно выше приведенная (рис. 7 – 9) информатика.

1. Гетерогенность химического (и минерального) состава ЩП отражается по устойчиво значительным амплитудам рассеяния переменных (по большинству петрохимических параметров) как для каждого конкретного вида пород, так и – соотносительно с видами пород НП.

2. По сравнению с последними и собственной спецификой ЩП характеризуются не только относительно повышенными и высокими содержаниями щелочей, но и аналогично повышенными (Al_2O_3 , Fe_2O_3 ,...) или пониженными (MgO ,...) содержаниями комплексов других петрогенных компонентов. Следовательно, по особенностям химсостава ЩП – это, в традиционном понятии термина, существенно формально есть щелочные породы; в ассоциативности параметров состояния – это, в первую очередь, ненормальные породы (ненормальные также, к примеру, как, по общему состоянию, хронический наркоман есть в первую очередь большой человек).

3. Ненормальность (аномальность) ЩП наиболее резко отражается по признаку соотносительного распределения составов отдельных видов пород в геологических структурах, в т.ч. всей верхней коры. Например, если рассматривать такое распределение видов ЩП в связи с закономерностью единой для верхней коры системы эволюционных трендов [3] или в связи с глобальными петрохимическими трендами распределения составов средних и кислых нормальных плутонитов [20], то для средних и кислых ЩП однозначно заключение об отсутствии таковых.

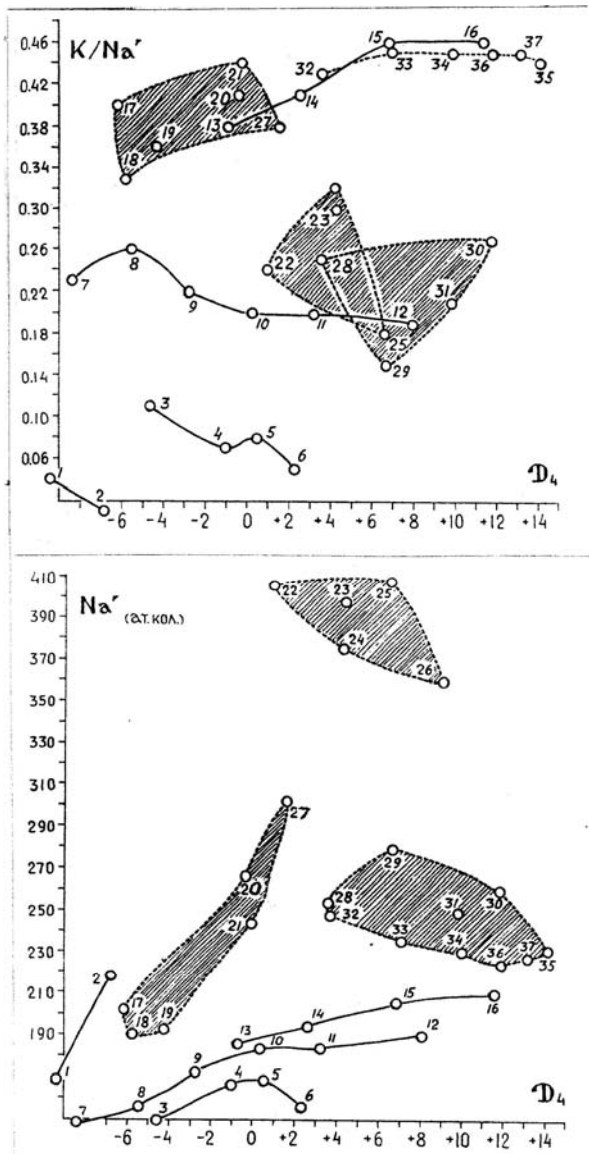


Рис. 7. Тенденции соотношения средних химических составов видов пород щелочных и нормальных плутоидов
Условные обозначения на рис. 8.

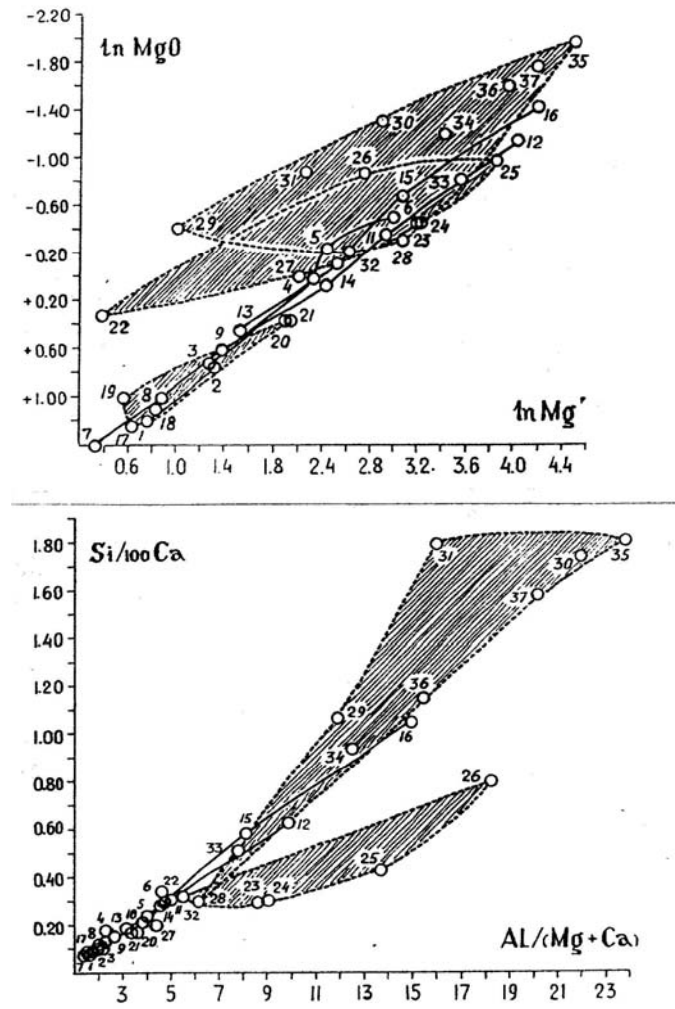


Рис. 8. Тенденции соотношения средних химических составов видов пород щелочных и нормальных плутоидов

Условные обозначения. Кружки соответствуют координатам средних составов генерализованных совокупностей видов пород. Пунктирными линиями оконтурены поля средних составов ЩП (17 – 36), сплошные линии – тренды изменения составов НП трондьмитоидного (1 – 6), Р1-гранитоидного (7 – 12) и гранитоидного (13 – 16) петрохимических рядов.

Продолжение примечания к рис.8.

1 – Т-диорит, 2 – Т-Q-диорит, 3 – Т-тоналит, 4 – Т-адамеллит, 5 – трондьемит, 6 – лейкотрондьемит, 7 – диорит, 8 – Q-диорит, 9 – тоналит, 10 – P1-адамеллит, 11 – P1-гранит, 12 – P1-лейкогранит, 13 – гранодиорит, 14 – адамеллит, 15 – гранит, 16 – лейкогранит, 17 – монцонит, 18 – монцодиорит, 19 – Q-монцодиорит, 20 – сиенит, 21 – Q-сиенит, 22 – луяврит, 23 – фойяит, 24 – миаскит, 25 – мариуполит, 26 – сиенит псевдолейцитовый, 27 – сиенит щелочной, 28 – P1-граносиенит, 29 – P1-адамеллит щелочной, 30 – P1-гранит щелочной, 31 – P1-лейкогранит щелочной, 32 – граносиенит, 33 – адамеллит щелочной, 34 – гранит щелочной, 35 – лейкогранит щелочной, 36 – аляскит.

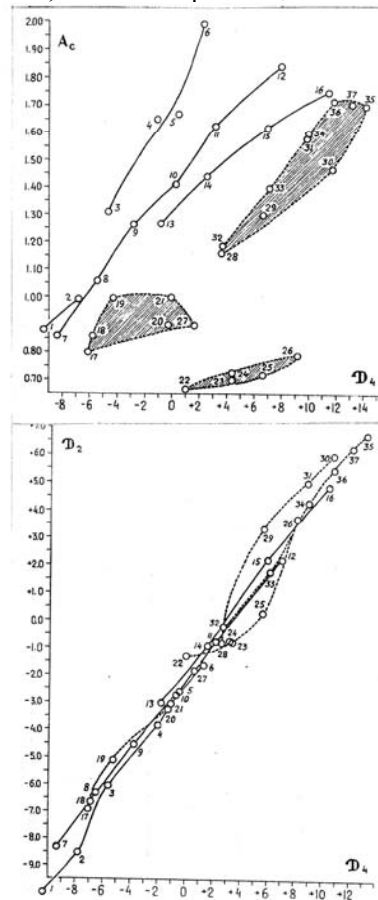


Рис. 9. Тенденции соотношения средних химических составов щелочных и нормальных плутонов
Условные обозначения на рис. 8.

4. Аномальная гетерогенность вещественного состава ЩП и отсутствие устойчивых петрохимических тенденций распределения составов видов щелочных пород являются важнейшими признаками при реконструкциях генезиса этих ненормальных для верхнекоровых горизонтов геологических образований. Одним из вопросов является выяснение причин не характерного для нормальных плутонов очень резкого различия химизма ЩП среднего и кислого состава.

Литература

1. Антипов Б.Г., Клеменкова З.С., Седаева К.М. Образование минерального вещества, его структурная упорядоченность, индивидуализация и агрегация как следствие возникновения электрически и магнитоупорядоченных кластеров переходных металлов // Структура и эволюция минер. мира: Матер. к Междунар минерал. семин., Сыктывкар, 10 – 13 июня, 1997. Сыктывкар, 1997. С. 8 – 9.
2. Асхабов А.М. Между хаосом и порядком // Теория диссипативных структур в геологическом анализе: Матер. 4 Конф. по геол. синергетике. Апатиты, 1998. Апатиты, 1998. С. 17.
3. Бородин Л.С. Оценка химического состава и петрохимическая эволюция верхней континентальной коры // Геохимия, 1999. № 8. С. 813 – 825.
4. Булерский С.В., Светухин В.В., Приходько О.В. Моделирование неоднородной по объему преципитации кислорода в кремнии // Физика и техника полупроводников, 1999. Т. 33, вып. 11. С. 1281 – 1286.
5. Добровольская М.Г., Соколова М.Н. и др. Химический состав и структурные особенности джерфишерита из различных месторождений СССР // «Науч. основы и практ. использ. типоморфизма минералов. Материалы XI съезда ММА, Новосибирск, 1978». Москва, 1980. С. 144 – 151.
6. Добровольская М.Г., Малов В.С. и др. Новая находка калийсодержащего талкусита в чароитовых породах Мурунского массива // ДАН СССР, 1982. 267, № 5. С. 1214 – 1217.
7. Дубровский М.И. Что же такое щелочные горные породы? // Зап. Всерос. минерал. о-ва. 1997. 128, № 4. С. 100 – 105.
8. Каплунник Л.Н., Петрова И.В. и др. Кристаллическая структура природного щелочного сульфида чвилевайта $\text{Na}(\text{Cu}, \text{Fe}, \text{Zn})_2\text{S}_2$ // ДАН СССР, 1990. 310, № 1. С. 90 – 93.
9. Кейльман Г.А., Поляков В.Л. О балансе вещества и инверсии активности щелочей при гранитизации // Геология метаморфических комплексов. Свердловск, 1979. С. 64 – 72.
10. Когарко Л.Н. Щелочной магматизм в ранней истории Земли // Петрология, 1998. 6, № 3. С. 251 – 258.
11. Кононова В.А., Первов В.А., Богатиков О.А. Псевдолейцит высококальциевых пород Южно-Сакунского массива, Алданский щит // Петрология, 1997. 5, № 2. С. 188 – 205.

12. Литвин Ю.А., Жариков В.Л. Первичные флюидно-карбонатитовые включения в алмазе, моделируемые системой $K_2O - Na_2O - CaO - MgO - FeO - CO_2$, как среда алмазообразования в эксперименте при 7 – 9 ГПа // Докл. РАН, 1999. 367, № 3. С. 397 – 401.

13. МАГМАТИЧЕСКИЕ ГОРНЫЕ ПОРОДЫ. Т. 2. М.: Наука, 1984. 415 с.

14. Маркевич В.П., Мурин Л.Н., Lindstrom J.L., Suezawa M. Начальные стадии преципитации кислорода в кремнии: влияние водорода // Физика и техника полупроводников, 2000. Т. 34, вып. 9. С. 1039 – 1045.

15. Перчук Л.Л., Япасюрт В.О. Глубинные ультракалиевые жидкости // Геол. и геофиз., 1998. 39, № 12. С. 1756 – 1765.

16. ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ КОДЕКС. Изд-во ВСЕГЕИ, 1995. 128 с.

17. Поляков В.Л. Нелинейность формирования систем рудоносных метасоматитов зон смятия: причины и следствия // Геология метаморфических комплексов. Екатеринбург, 1992. С. 79 – 87.

18. Поляков В.Л., Кузнецов В.И. О различии химического состава аналоговых видов плутонических и вулканических пород // Уральский геологический журнал. 2002. № 5. С. 95 – 111.

19. Поляков В.Л., Кузнецов В.И. О различии химического состава аналоговых видов плутонических и вулканических пород. Статья 2. // Уральский геологический журнал. 2003. № 1. С. 35 – 53.

20. Поляков В.Л. Петрохимические параметры нормальных плутоидов диорит-лейкогранитного диапазона // Уральский геологический журнал. 2003. № 6. С. 31 – 66.

21. Русинов В.А. Идеи синергетики в минералогии // Минерал. на пороге 21 века: Тез. докл. Годич. науч. сес. Моск. отд-ния Всерос. минерал. о-ва, Москва, 17 – 19 дек., 1996. М., 1996. С. 56.

22. Хомяков А.П., Коробицын М.Ф. и др. Эрдит $NaFeS_2 \cdot 2H_2O$ – первая находка в СССР // ДАН СССР, 1979. 249, № 4. С. 968 – 971.

23. Хомяков А.П. Перспективы расширения системы минеральных видов // Минерал. на пороге 21 века: Тез. докл. Годич. науч. сес. Моск. отд-ния Всерос. минерал. о-ва, Москва, 17 – 19 дек. М., 1996. С. 66.

24. ЩЕЛОЧНЫЕ ПОРОДЫ. М., «МИР», 1976. 400 с.

25. Clarke D.B., Pe G.G. et al. A new potassium - iron - nickel sulphide from a nodule in kimberlite. «Earth and Planet. Sci. Lett.» 1977. 35, № 3. С. 421 – 428.

26. Czamanske G.K., Erd R.C. et al. Barthonite, a new potassium iron sulfide mineral // «Amer. Mineral.» 1981. 66, № 3 – 4. С. 369 – 375.

27. Voitekhovsky Yu.L. Statistical analysis applied to the problem of rock ordering in the lithosphere // Литосфера, 1997. № 7. С. 19 – 26.