

Отзыв официального оппонента

доктора геол.-мин. наук, профессора Антипина Виктора Сергеевича (Иркутск 664033, ул. Лермонтова, д. 267/4, кв. 18, тел. (3952) 421261, antipin@igc.irk.ru гл.н.с. Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геохимии им. А.П.Виноградова Сибирского отделения Российской Академии наук на диссертационную работу **П.Д. Котлера «Петрология гранитоидов Калба-Нарымского батолита (Восточный Казахстан)»**, представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности
25.00.04 – петрология, вулканология.

В западной части Центрально-Азиатского складчатого пояса масштабное проявление гранитоидного магматизма связано с формированием Калба – Нарымского батолита, систематические геологические исследования которого проводились уже в начале XX века в связи с обнаружением в регионе рудопоявлений золота и редких металлов. Актуальность проводимых диссидентом новых многоплановых исследований определяется необходимостью установления достоверного возраста гранитоидов, слагающих батолит, особенностей их вещественного состава, базирующегося на современных прецизионных геохимических и изотопно-геохронологических методах анализа пород. Одной из важных задач при подготовке диссертации явилось изучение природы субстратов гранитоидов на основе исследования их химических составов с целью построения общей геолого-петрологической модели отдельных складчатых блоков и реконструкция геодинамических условий формирования разновозрастных интрузивных комплексов в составе Калба – Нарымского батолита. Вполне актуальным является также всестороннее геохимическое изучение позднепалеозойского гранитоидного магматизма различных вещественных типов Восточного Казахстана в сравнении с различными протолитами, результаты которого представлены в диссертационной работе П.Д. Котлера.

Диссертация состоит из введения, шести глав и заключения, содержит 69 рисунков, 21 таблицу и 3 приложения, список литературы включает 139 наименований. В ней получены новые данные о возрастном расчленении гранитоидного магматизма Калба-Нарымского батолита, впервые собрана представительная аналитическая база данных и проведена геохимическая типизация на основе редкоэлементного состава гранитоидов. В результате этих работ выполнено детальное U-Pb изотопное датирование современными прецизионными методами (LA-ICP-MS, SHRIMP-II) и проведены комплексные исследования Nd, Sr, O изотопных характеристик гранитоидов. Изотопными анализами обосновано двухэтапное формирование Калба-Нарымского плутона, что дало возможность доказать формирование гранитоидов батолита из двух самостоятельных расплавов. Наряду с гранитоидами в диссертации проведена петрогохимическая типизация субстратов – осадочных толщ и метабазитов Калба-Нарымской зоны. На основе петрогенетического моделирования обоснован вклад метапелитовых и метабазитовых источников в формирование гранодиорит-гранитных комплексов, а также участие ювелирного флюида при формировании поздних лейкогранитов монастырского комплекса.

В 1-й обзорной главе диссертации дан анализ предшествующих геологических и геохронологических данных по гранитоидным комплексам, пространственно расположенным в пределах Алтайской аккреционно - коллизионной структуры региона. Поставленные в работе задачи по детальному рассмотрению установленных ранее геологических и возрастных взаимоотношений различных типов магматических пород, их геодинамических особенностей, а также установлению источников разнообразного по вещественному составу магматизма являются весьма важными для построения общей эволюционно-магматической модели. В рамках данной работы детально исследованы

только гранитоидные комплексы, слагающие основной объём Калба-Нарымского батолита. В качестве геологической основы для диссертации взята предложенная в ранних работах (Навозов и др., 2011; 2014) схема корреляции, имеющая наиболее дробное расчленение батолита на интрузивные комплексы (калбинский, монастырский, кайндинский), использовавшаяся при проведении геологического картирования Восточного Казахстана.

В последующих трех главах по одинаковой схеме рассмотрены геологическая позиция, петрография и минералогия, вещественный состав и возраст всех трех изученных комплексов на примере модельных массивов. Результаты U-Pb изотопного датирования подтвердили раннепермский возраст калбинского комплекса, который ранее принимался на основании геологических взаимоотношений и отвечает интервалу 296-286 млн лет. По лейкогранитам монастырского комплекса определено три U-Pb изотопных возраста и убедительно показано, что возраст монастырских гранитоидов отвечает интервалу 284-276 млн лет. Таким образом, несомненно, подтверждается «посткалбинская» геологическая позиция интрузий монастырского комплекса, а интервал их формирования согласуется с более ранними геологическими данными как среднепермский.

В главе по гранитам кайндинского комплекса получены новые три U-Pb изотопных датировки, которые подтверждают точку зрения других исследователей о раннепермском возрасте кайндинских гранитов. В частности, по гранитам главной фазы Кайндинского массива получен возраст 290 ± 1 млн лет. По биотит-мусковитовым гранитам с турмалином из центральной части Миролюбовского массива получен конкордантный возраст 292 ± 1 млн лет. Таким образом, возраст кайндинского комплекса отвечает интервалу 292-288 млн лет, что совпадает с возрастом гранитоидов калбинского комплекса. Эти вполне надежные изотопно-геохронологические данные диссертанта показывают иные взаимоотношения исследуемых гранитоидных комплексов Калба-Нарымского батолита относительно применяемых ранее при геологическом картировании.

Описание модельных массивов исследуемых комплексов сопровождается цветными геологическими схемами их внутреннего строения и положения в структуре региона, а также фотографиями шлифов, где достаточно хорошо видны взаимоотношения различных минералов-вкраепленников и матрикса гранитоидных пород различных структурных особенностей и состава. Представительные микрозондовые анализы слюд из различных по составу гранитоидов приведены в таблицах и показаны на классификационных диаграммах. В целом в диссертации дана полноценная минералого-петрографическая характеристика главных типов пород исследуемых интрузивных комплексов, которая позволяет более полно рассмотреть как характер минеральных ассоциаций при становлении многофазных интрузивных массивов, так и их вещественную и геохимическую эволюцию для того, чтобы приблизиться к пониманию источников проявленного в пределах Калба-Нарымского региона гранитоидного магматизма.

Сравнительная химическая и изотопно-геохимическая характеристика пород, приведенная в 5-й главе и базирующаяся на анализе распределения петrogenных и многих литофильных, высокозарядных элементов, а также лантаноидов и летучих компонентов послужили достаточной основой для разделения гранитоидов на различные вещественные типы и выявлении среди них образований с вполне определенной минералово-геохимической специализацией. На основании полученных оригинальных данных о вещественном составе гранитоидов и их минералов, прежде всего слюд исследуемых массивов, сделаны обоснованные генетические выводы о составе родоначальных магм, степени их дифференцированности, а также о возможном участии процессов мантийно-корового взаимодействия.

В качестве замечания к описательным главам следует указать на практически одинаковый стиль характеристики всех трех изученных комплексов, которые часто не различаются по минералого-петрографическим особенностям. Близкий возраст и петрографическое сходство гранитоидов не всегда обосновывает правомерность

выделения различных по названиям комплексов. Даже в пределах калбинского комплекса не дано обоснование выделения 2-й и 3-й фаз, которые представлены одинаковыми биотитовыми и двуслюдяными гранитами. С другой стороны, петрографически близкие типы пород в различных фазах, либо комплексах часто существенно различаются по редкоэлементным, либо редкоземельным спектрам на приведенных диаграммах, что характеризует их как гранитоиды различных геохимических типов. Но этот вопрос о геохимических различиях гранитоидов отдельных комплексов в диссертации специально не обсуждается, а просто даны интервалы содержаний редких элементов в комплексе гранитоидов в целом.

Особенно не очень понятно, для чего нормировать на спайдердиаграммах составы гранитов, тем более лейкогранитов по примитивной мантии. В этом случае все спектры распределения элементов различных типов гранитоидов будут иметь близкие формы графиков. Более полезным и информативным было бы нормирование по средней континентальной коре, либо по верхней и нижней континентальной коре (например, по Rudnock, Gao, 2003), тем более, что гранитоиды Калба-Нарымского батолита по данным диссертанта имеют преимущественно коровое происхождение.

В 5-й главе следовало бы более детально рассмотреть геохимические различия калбинского и монастырского комплексов, которые, судя по редкоземельным и спайдердиаграммам, весьма существенные. Например, в калбинских биотитовых и двуслюдяных гранитах поздней фазы резко снижаются концентрации легких лантаноидов, литофильных и HFSE элементов, а в таких же гранитах 3-й фазы монастырского комплекса эта закономерность не проявлена и здесь поздние двуслюдяные лейкограниты геохимически практически не отличаются от гранитов ранних фаз комплекса. Также необходимо было обсудить различные закономерности распределения редких элементов и РЗЭ в двуслюдяных и биотитовых гранитах калбинского и каиндинского комплексов, которые автором объединены в единую гранодиорит-гранитную ассоциацию. Особенно это касается пород поздних фаз указанных комплексов. Здесь имеются перспективные возможности для рассмотрения генетических особенностей и процессов дифференциации гранитного магматизма Калба-Нарымского батолита.

Утверждение автора, что пологие РЗЭ спектры в калбинских гранитах поздней фазы обусловлены повышенным содержанием тяжелых редких земель и большим содержанием граната в породе не корректно (стр. 61). Прежде всего, концентрации тяжелых РЗЭ в этих гранитах ниже, чем в породах ранних фаз, а генетическая природа граната в них не установлена. Для этого необходимо исследование и обсуждение редкоземельных спектров в гранатах исследуемых гранитоидов.

В заключительной главе диссертации П.Д.Котлером всесторонне рассмотрены особенности происхождения выделенных двух ассоциаций гранитоидов сравниваемых комплексов на основе петролого-геохимического моделирования с определением Р-Т-параметров выплавления гранитоидов и анализом потенциальных протолитов для этого процесса, масс-балансовых пересчётов петрогенных компонентов гранитоидов по результатам экспериментальных работ и расчётов редкоэлементного состава модельных расплавов и, наконец, сравнение модельных выплавок с реальными составами гранитоидов Калба-Нарымского батолита. Обширные материалы химического состава пород, а также их редкоэлементные характеристики и составы стартовых материалов, использованных в работах по экспериментальному плавлению сведены в работе в ряде таблиц, а также в приложении. Здесь представлены единичные и средние анализы, выполненные различными методами по гранитоидным, метаосадочным и метабазитовым породам Калба-Нарымской зоны, что является удобным для их сравнения и использования.

В результате комплексных проведённых исследований с применением современных программ и методов анализа вещества вполне обосновано, что в составе Калба-Нарымского батолита выделяются две ассоциации гранитоидов: гранодиорит-гранитная и

лейкогранитная, формирование которых являлось результатом самостоятельных этапов плавления земной коры. Разделение этих ассоциаций подтверждается закономерностями распределения редкоземельных элементов, фтора, лития и других элементов, составом биотитов и изотопно-геохимическими характеристиками всех трех изученных комплексов гранитоидов. На основании полученных данных установлено, что формирование гранодиорит-гранитной ассоциации было результатом смешения выплавок, полученных из метаосадочных субстратов и метабазитовых пород Калба-Нарымской зоны, что подтверждается моделированием процессов плавления этих протолитов. Формирование лейкогранитной ассоциации являлось результатом плавления метаосадочных пород в присутствии флюида с высоким содержанием фтора и богатого редкоземельными и высокозарядными элементами. В кремнекислых членах дифференцированных комплексов процесс флюидно-магматической дифференциации всегда играет значительную роль. Поэтому количественная оценка в дальнейшем этой роли является необходимой для расшифровки всех вещественных особенностей процессов формирования дифференцированных серий гранитоидного состава на примере Калба-Нарымского батолита.

К диссертационной работе П.Д. Котляра имеется также ряд небольших замечаний.

В защищаемые положения почти не вошли выводы по сравнительной геохимии гранитоидов всех трех комплексов, их эволюционному развитию за исключением монастырских лейкогранитов. Распределение РЭ и других редких элементов в гранитах калбинского и каиндинского комплексов единой ассоциации также существенно различается, однако в работе эти особенности почти не обсуждаются.

Необходимо было больше уделить внимание ювенильному флюиду, который, очевидно, имеет мантийную природу и активно взаимодействовал с коровыми протолитами, о чем в работе кратко было упомянуто. Ссылка на лампрофиры миролюбовского комплекса не вносит ясности в проблему ювенильного флюида, так как даже не указано какими конкретно породами представлены лампрофиры в данном регионе.

В заключении необходимо подчеркнуть, что диссертационная работа П.Д. Котлера содержит интересный и оригинальный фактический материал и имеет достаточно высокий научный уровень выполненных исследований. Необходимо также отметить и практическую важность полученных результатов, несмотря на ряд отмеченных в ней недостатков и сделанных замечаний. Защищаемые положения в диссертации обоснованы как фактическим материалом, полученным на современном исследовательском уровне, так и его анализом. Представленная работа вполне отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор П.Д. Котлер заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.04 – петрология и вулканология. Автореферат и опубликованные работы в полной мере отражают содержание диссертации, которая отвечает всем требованиям ВАК.

Главный научный сотрудник
ФГОУП Института геохимии СО РАН,
доктор геол.-мин. наук, профессор

22.05.2017



В.С. Антипин

В. С.

В.С. Антипин