

Автономные анортозиты юга Алданского щита — их формационная принадлежность (на примере Каларского массива)

И.А.ТОМБАСОВ (ФГУТП «Читагеолсъёмка»)

Одна из актуальных проблем геологии докембрия — проблема автономных анортозитов, участвующих в строении практически всех докембрийских щитов, в т.ч. и Алданского. Данная проблема многогранна и затрагивает как вопросы морфологии тел анортозитов, их внутреннего строения, соотношения с окружающими породами, абсолютного возраста, так и вытекающего из них вопроса их генезиса. Геологические работы, проведенные в 1980—1990 гг. в контуре Каларского анортозитового массива, изложены в материалах Е.В.Шаркова (1980) — северо-западная часть Куронахской ветви, И.А.Томбасова (1984) — западная часть Имангакитской ветви, В.В.Кошеленко (1990) — восточная часть Имангакитской ветви, З.П.Козак (1989) — Куронахская ветвь, Д.З.Журавлева (1989) — абсолютный возраст пород Имангакитской ветви. Это позволило получить фактический материал, дающий возможность предложить решение этих вопросов с позиций объемного строения указанного участка земной коры.

Каларский анортозитовый массив находится в между-речье Калар—Олёкма (см. рисунок), замыкая на западе «цепочку» подобных массивов, протягивающуюся вдоль зоны Станового разлома от Охотского моря. Рассматриваемый массив пространственно разделяется на две ветви — Имангакитскую и Куронахскую, между которыми проходит мощная глубинная зона смятия и на ее восточном продолжении располагается массив палеозойских гранитоидов. Значительное количество скиалитов анортозитов в этих гранитоидах свидетельствует о первоначально едином массиве анортозитов, расщепленном в результате веерообразного раздвигового механизма.

Сложен массив мезо-, мелано- и лейкогаббро, андезинитами, лабрадоритами, андезинит-лабрадоритами, иотунитами, гипербазитами. Распределение таких разновидностей в контуре Имангакитской ветви (выхода) подчиняется довольно строгой закономерности. В восточной и юго-восточной частях, ограниченных с юга Становым разломом, преобладают мезогаббро, в центральной — лейкогаббро, западная часть выхода сложена в основном анортозитами. Все эти породы обладают расслоенностью — «слои» мощностью первые десятки сантиметров—первые метры и более представлены разными породами по количеству темноцветов, структурно-текстурным и другим признакам, нередко создающим ритмичные пачки, четко оконтуренные или «расплывчатые» «пласты». Немногочисленные замеры директивных структур, фиксирующих тонкую и среднюю расслоенность и более часто наблюдаемые соотношения границ более крупных «слоев» и зон с изогипсами рельефа показывают устойчивую направленность погружения зон расслоения и северной границы выхода на север-северо-запад. Углы падения очень пологие (10—30°, редко более), иногда поверхности раздела полого ундулируют в других направлениях. Исходя из этого, нижние вскрытые части разреза выхода расположены в юго-восточной части массива. Здесь, наряду с габбро редко присутствуют ультрамафиты и гипербазиты, формирующие в ультрамафитах линзы различной величины. Разрез массива наращивается в запад-северо-западном направлении, гру-

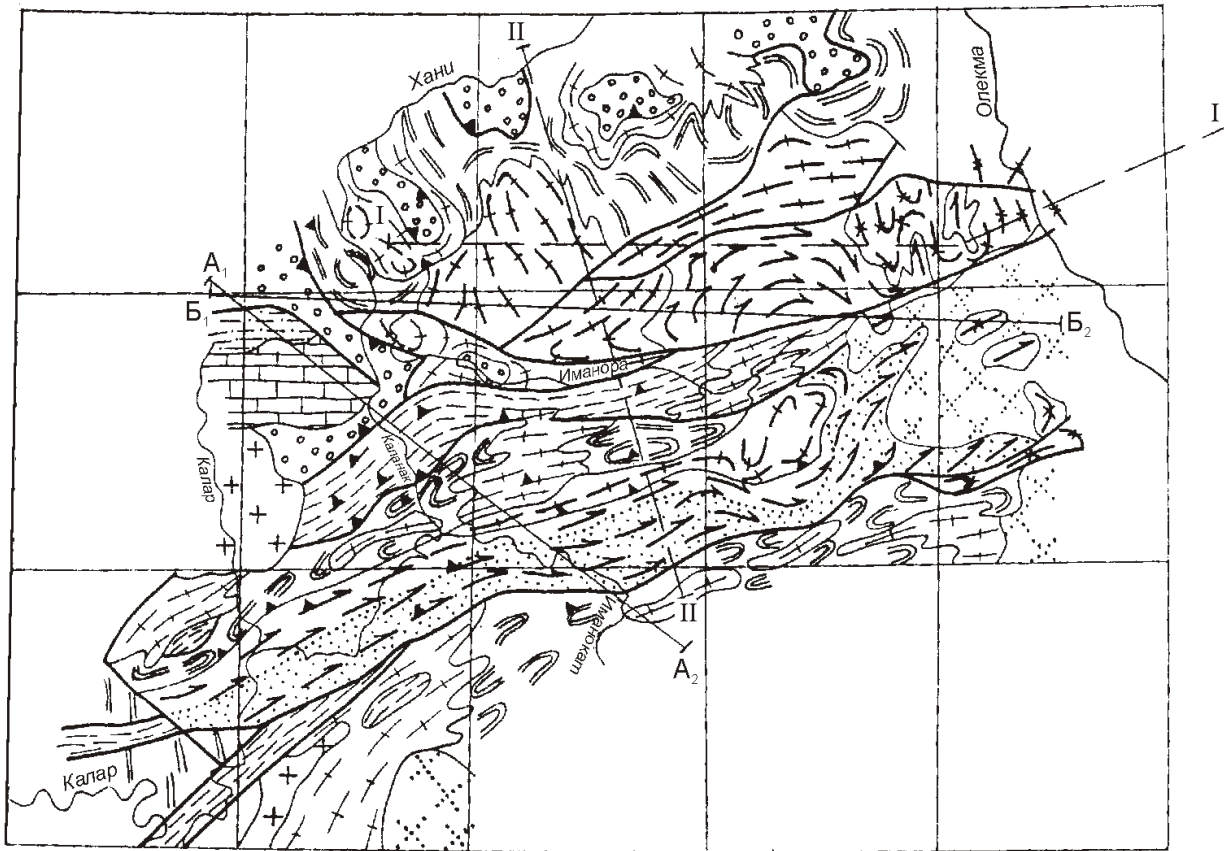
бо подразделяясь на несколько (5) мегаритмов мощностью от 500 до 2500 м (основание массива эрозией не вскрыто):

Мегаритмы	Мощность, м
1. Мезократовые габбро (500 м), сменяющиеся вверх лейкократовыми габбро (50—100 м) и анортозитами (50—100 м)	600—700
2. Мезогаббро (150 м), быстро переходящие в лейкогаббро с «прослоями» (5—20 см) анортозитов	550
3. Мезогаббро с линзами (мощностью до 150 м) меланогаббро с вкрапленностью магнетита и ильменита (600 м), переходящие вверх в лейкогаббро с редкими «прослоями» (мощностью 1—2 м) мезогаббро и анортозитов	900—1200
4. Мезогаббро с единичными «прослоями» (первые метры) анортозитов и лейкогаббро и с линзой рудного габбро с магнетитом и ильменитом (300—800 м). Вверх они сменяются лейкогаббро с единичными «прослоями» (первые сантиметры) анортозитов и венчаются линзующимся «пластом» (0—100 м) анортозитов	650—1100
5. Зона переслаивания лейко- и мезогаббро (около 1000 м), сменяющаяся вверх мощной (около 1500 м) зоной анортозитов, венчающей разрез всего выхода	2500

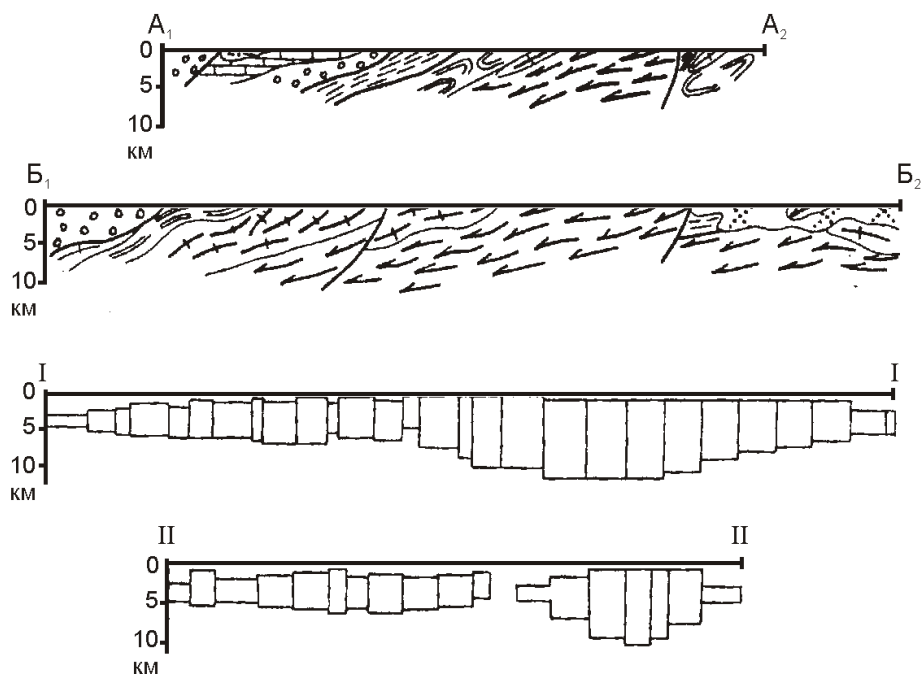
Мощность вскрытой части выхода оценивается, исходя из приведенного разреза в 6000 м. Согласно геофизическим расчетам этот разрез наращивается вниз зоной плотных пород (габброидов) мощностью порядка 6000 м.

Строение верхней — анортозитовой — части разреза на западе выхода изучено более полно и описано ранее [9, 10]. Появление новых материалов (геохронологические данные, строение восточной части массива, детали строения Куронахского выхода, геофизические расчеты и т.д.) позволило более четко представить объемное строение габброанортозитового массива и установить возрастные и структурно-морфологические соотношения развитых здесь пород. Разрез анортозитовой части (верхняя часть зоны 5 в общем разрезе) остался без изменений (снизу):

Породы	Мощность, м
1. Андезиниты серые неравномернотекстурированные существенно лейкократовые	200
2. Андезиниты розовато-сиреневые средне- и мелкозернистые лейкократовые со «слоями»* и шлирами пироксеновых андезинитов, габброандезинитов и порфиридных лабрадорит-андезинитов	400
3. Андезинит-лабрадориты порфиридные со «слоями» и шлирами андезинитов	600



10 0 10 км



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14

4. Лабрадориты черные и темно-серые, пироксеновые и лейкократовые, крупно- и среднезернистые	70—150
5. Иотуниты и андезиниты пестроокрашенные биотит-двупироксеновые и лейкократовые мелкосреднезернистые, часто порфириовидные	150

*Наряду с горизонтальными зонами расслоения в анортозитах присутствуют близвертикальные наложенные зоны, представленные габбро-андезинитами и полосчатыми мигматитами с несомой мелкозернистых габбро и ассоциирующие с телами более поздних габбро-норитов.

Мощность всей зоны анортозитов оценивается в 1500 м.

В этой западной части выхода вверх по разрезу в иотунитах появляется кварц и они становятся более лейкократовыми, переходят в кварцевые иотунит-эндербиты, большей частью переработанные в позднем архее в плагиогранит-гнейсы. В центральной части массива пестроокрашенные андезиниты и иотуниты верхней зоны сменяются вверх по разрезу чарнокитами (граница их раздела четкая с зоной закалки в чарнокитах, пологопадающая в северных румбах), а несколько восточнее их место занимают эндербиты, т.е. в целом для автономных анортозитов Имангакитской ветви устанавливается пространственная связь с эндербит-чарнокитами и габбро, причем первые залегают выше, вторые — ниже по разрезу. Анортозиты сменяются чарнокитами через зону иотунитов и пестрых андезинитов. Анализы гравитационного и магнитного полей свидетельствуют о пологом погружении таких зон в северном направлении.

Подобным строением характеризуется и Куронахская ветвь Каларского массива. Здесь также сочетаются мезо-, мелано- и лейкогаббро и анортозиты, для которых повсеместно устанавливается грубая и тонкая расслоенность близгоризонтального залегания. В восточной части массива

ва интенсивно проявлена субмеридиональная складчатость, которой, наряду с габброидами выхода, подвергнуты и кристаллосланцы курультинского комплекса, расположенные восточнее, и эндербиты древнеалданского комплекса, в связи с чем не представляется возможным определить структурно-гипсометрическое соотношение пород массива и метаморфитов.

Западное обрамление Куронахского выхода детально изучено Е.В.Шарковым. Он убедительным фактическим материалом обосновывает строение верхней переходной части разреза от анортозитов к чарнокитоидам и структурное единство этих комплексов пород (снизу вверх):

Породы	Мощность, м
1. Анортозиты и габбро-анортозиты с единичным «слоем» мощностью около 100 м иотунитов	950
2. Зона «переслаивания иотунитов и лейкократовых габбро-анортозитов («слои» мощностью от 30 до 200 м) с одним маломощным «слоем» чарнокитоидов	750
3. Чарнокитоиды	более 550
Всего по разрезу	2250

Западнее и северо-западнее (выше по разрезу) простираются чарнокиты и эндербиты, для которых в целом допускается мощность порядка 6000 м. Гравитационное и магнитное поля здесь также указывают на погружение рассматриваемой границы в северо-западном направлении.

Откартировав зону иотунитов по значительной части периметра выхода собственно анортозитов обеих ветвей (естественно за исключением разломов), Е.В.Шарков наглядно показал положение этой зоны и ее соотношение с подстилающими анортозитами и залегающими выше чарнокитоидами. Подтвердив тем самым тесную пространственную связь этих разновидностей пород, он включил в

Геологическая карта междуречья Калар-Олёкма (район Каларского анортозитового массива). По материалам И.А.Томбасова, В.В.Кошеленко, З.П.Козак с частичным использованием [3]:

реликты осадочного чехла: 1 — юрско-меловые угленосные отложения — алевролиты, песчаники, конгломераты, горизонты углей, 2 — венд-ордовикские платформенные отложения верхнекаларской серии — известняки, доломиты, песчаники, алевролиты, гравелиты, 3 — раннепротерозойские осадочно-метаморфические протоплатформенные отложения (джялтуктинская и кодарская серии удоканской надсерии) — метаморфизованные алевролиты, песчаники, гравелиты, мраморы, кварциты, метаморфические сланцы, гнейсы; пологие магматические плиты, проникающие из фундамента в осадочно-метаморфический чехол: 4 — среднепозднепалеозойский комплекс (ингамакитский, тасский, амананский) — сиениты, монзониты, монцодиориты, граниты, 5 — раннепротерозойский кодарский комплекс — граниты, гранодиориты, граносиениты; ультраметаморфический фундамент: раннепротерозойские образования: 6 — куандинский ультраметаморфический комплекс — гранитогнейсы, гнейсовидные граниты, мигматит-граниты, 7 — усуйкаунский динамометаморфический комплекс — ортоплагиогнейсы, ортосланцы, бластотектониты, 8 — позднеархейский тоналит-трондьемитовый комплекс (большеторский, древнеолекминский, древнесубганский) — плагиогранит-гнейсы, тоналит-гнейсы, кварцевые диорит-гнейсы, гранитогнейсы (часто насыщенные телами габбро-амфиболитов); раннеархейские образования: 9 — олёкмо-каларский габбро-анортозитовый магматический комплекс — андезиниты, лабрадориты, лейкогаббро, габбро, меланогаббро, иотуниты, пироксениты, перидотиты (а), в т.ч. интенсивно сосюритизированные (б), 10 — бургайский магматический комплекс — эндербиты, эндербито-гнейсы, чарнокиты со скиалитами кристаллических сланцев, амфиболиты, кварциты, гранулиты, эклогитоподобные породы, в меньшей степени эндербиты; 12 — разломы; 13 — границы геологических образований; 14 — погружение зон рассланцевания, зон расслоения, плоскостей разломов, контактов, осевых поверхностей складок (на примере анортозитов); А₁—А₂ — линии геологических разрезов, I—I, II—II — линии расчетных геофизических разрезов Ю.А.Зорина [5]

контур рассматриваемого массива и чарнокитоиды, назвав весь комплекс анортозит-чарнокитовым.

Таким образом, опираясь на все перечисленные факты, можно представить разрез рассмотренной части земной коры следующим образом (снизу вверх, основание неизвестно):

Породы	Мощность, м
1. Габбро (резко преобладающие), лейкогаббро, габбро-анортозиты, анортозиты, линзы ультраосновных пород	10 000
2. Анортозиты, лейкогаббро (собственно анортозитовая часть)	1500
3. Иотуниты, андезиниты, лейкогаббро	150—750
4. Чарнокитоиды (чарнокиты, эндербиты)	1500 м (6000 м)

Указанные мощности названных зон испытывают значительные колебания, но в целом описанный разрез составляет не менее 18 км. Подобный разрез с выделением нижнего и верхнего меланократового комплекса описала Н.Г.Богданова [2] для Геранского анортозитового массива, причем, верхний меланократовый комплекс этого разреза, судя по описанию, очень близок к иотунитам. Весьма бегло рассматривая вмещающие породы, Н.Г.Богданова говорит о кристаллосланцевой гранулитовой толще в подошве этого массива и о значительном преобладании в верхнем экзоконтакте эндербитов и плагиогранитов. Подобную тесную пространственную связь анортозитов и чарнокитоидов отмечают и при описании других массивов автономных анортозитов мира. Данный вопрос парагенетической связи на всех шитах мира рассмотрен Е.В.Шарковским [11].

Структурные построения и приведенный разрез массива прекрасно согласуются с гравиметрическими данными и опираются на них. Плотностные свойства собственно анортозитов ($2,66—2,7 \text{ г/см}^3$) и чарнокит-эндербитов ($2,7—2,75 \text{ г/см}^3$) никак не соответствуют тому гравитационному максимуму, который опоясывает наряду с плотными габбро ($2,8 \text{ г/см}^3$) и выходы первых двух типов пород. Такое несоответствие точными расчетами обосновал Ю.А.Зорин [5], показав на разрезах широчайшее распространение на небольшой глубине тяжелых габброидов, мощностью 6—12 км, которые покрываются очень тонкой (1—2 км) «пленкой» более легких пород. Вполне вероятно, что сокращение мощности и выклинивание плотных слоев в этих расчетах можно было заменить некоторым погружением пород аномалий без особого сокращения мощности.

С целью рассмотрения генезиса анортозитов следует перечислить описанные ранее [9, 10, 11] петрологические критерии, структурно-текстурные характеристики, состав и другие признаки, из которых главным нужно считать обоснованное выше тесное пространственное и структурное сочетание с магматическими габбро и чарнокит-эндербитами. На магматическую природу анортозитов указывают также: 1) грубая, средняя и мелкая расслоенность; 2) наличие в эндербитах жил и интрузивных пластин андезинитов, насыщенных дезориентированными угловатыми и

овальными ксенолитами как эндербитов, так и пород, отсутствующих в окружении этих тел; 3) ксенолиты (правда, очень редкие) в эндоконтакте основных массивов анортозитов; 4) распространение шлироподобных мелких тел, неотличимых от магматических шпир и имеющих овальную вертикальную форму, указывающую на их всплывание; 5) фиксируемое скопление лабрадора в верхах разреза, которое можно трактовать только как всплывание кристаллов в жидкости [6, 8].

Не менее показательны микроскопические признаки, указывающие на магматическую природу данных пород. Для всех разновидностей анортозитов и габбро-анортозитов установлена единая последовательность формирования минералов. Грубо намечается 4 стадии (не считая последующих наложенных) кристаллизации различных генераций минералов: 1) плагиоклаз I (формирование лабрадоритов); 2) плагиоклаз II гиперстен диопсид (андезиниты и иотуниты); 3) плагиоклаз III диопсид гиперстен роговая обманка рудный кварц (андезинизация лабрадоритов и, по-видимому, жильные тела андезинитов в эндербитах); 4) плагиоклаз IV биотит кварц (завершение становления иотунитов). Структуры пород верхних двух зон явно магматические, в более нижних зонах в основном развиты аллотриоморфнозернистые и полигональные структуры с удивительно однообразной формой (пятигранники) плотно соприкасающихся зерен плагиоклаза. Поведение фемических минералов (структуры распада, постоянные каемки обрастания) напоминают под микроскопом типичный ряд становления магматических пород Н.Л.Боуэна. Стадийность формирования прекрасно иллюстрируется взаимоотношениями всех минералов, в т.ч. и плагиоклазов. При этом особенно наглядно устанавливается развитие плагиоклаза III, формирующего просечки в плагиоклазе II и особенно I, и «съедающего» I.

Полигональная структура в андезинитах (зона «2») отклоняется от типично магматических структур и, возможно, является результатом перекристаллизации первичных пород, но состав при этом остается практически без изменений и, более того, сохраняются текстурные признаки магматических пород (шлиры, «слои» совершенно разных пород и др.). Более низкотемпературные изохимические изменения зеленосланцевой и эпидот-амфиболитовой фации, незначительно развитые в Куронахской ветви и очень широко проявленные в Имангакитской, выражены интенсивной сосюритизацией плагиоклазов и формированием молочно-белых сосюрититов, фиксирующих шовные разломы (особенно Становой), по-видимому, верхнепалеозойского этапа активизации.

Химический состав анортозитов расслоенной серии, как и прочие свойства, резко выделяют их из окружающих пород. Главные параметры, определяющие это своеобразие, — Al_2O_3 и K_2O . Высокие содержания Al_2O_3 неповторимы в других широко развитых магматических породах Земли, низкие содержания K_2O сравнимы только с таковыми в ультраосновных и основных породах, сочетания же подобных количественных значений неизвестны в природе, кроме анортозитов, вообще. Отсутствие анортозитовой магмы признается и обосновывается всеми исследователями, утверждающими для анортозитов изначальный или габбровый, или диоритовый состав ее [1, 4, 7, 12 и др.].

В нашем случае мы можем вычислить валовый химический состав (см. таблицу): 1) рассмотренной, вскрытой

эрозией части имангакитской габбро-анортозитовой ветви, в разрезе которой 40% занимают анортозиты (с учетом «слоев» анортозитов в нижней габбровой части и иотунитов в верхах разреза), 20% — лейкогаббро, 37,5% — мезогаббро и 2,5% меланогаббро; 2) предполагаемой по геофизическим данным нижней невоскрывшей части массива, определенной в целом, как мезогаббро, по-видимому, с линзами гипербазитов; 3) верхней части разреза Куронахской ветви, представленной в основном эндербитами и чарнокитами с незначительной иотунитовой «подошвой». Мощности двух последних частей разреза, изученных очень слабо, естественно, весьма и весьма приближенные, что отражается и на достоверности сделанных выводов. Если признать предложенный вариант единого 18-км разреза чарнокит-эндербит-анортозит-габбровой расслоенной серии, что мы и пытаемся доказать, то состав магмы определяется как габбродиоритовый (андезитобазальтовый). Если же чарнокит-эндербитовый «слой» не связывать с анортозит-габбровым, то состав его магмы соответствует нормальным базальтам.

Таким образом, весь изложенный материал позволяет выдвинуть ряд положений о генезисе комплекса в целом и о морфологии слагающих его тел: 1) рассмотренный комплекс парагенетических пород характерен практически для всех докембрийских щитов мира; 2) распространение по латерали пород данного комплекса никак не определя-

ется контурами в современном эрозионном срезе — на самом деле это крупные протяженные как по латерали, так и падению субгоризонтальные мощные пластины (наиболее вероятно, самостоятельный слой земной коры); 3) первоначальная природа комплекса магматическая; 4) формирование его многостадийное, длительное; 5) в становлении комплекса немаловажную роль играли силы гравитации; 6) магматический процесс сопровождался глубокой дифференциацией расплава, ликвацией и образованием расслоенного сложного по составу разреза; 7) вполне вероятно, что последующее преобразование пород массива происходило уже в твердом состоянии (андезинизация анортозитов, переработка в условиях амфиболитовой фации чарнокитов и эндербитов и т.д.); 8) в формационном отношении каждый отдельный комплекс определяется в соответствии с названием пород, в целом же весь расслоенный комплекс должен включаться в разряд надформации — чарнокит-эндербит-анортозит-габбровой (и, возможно, гипербазитовой); 9) возраст становления такой надформации устанавливается по данным Д.З.Журавлева (1989) в 3460, 3480, 2930, 2840 млн.лет (эндербиты — Sm-Nd метод), 3330, 3040, 3040, 2900 млн.лет (лабрадориты и лейкогаббро — Sm-Nd метод), 3130, 3040 млн.лет (чарнокиты — Sm-Nd метод). Более молодые породы характеризуют процессы перекристаллизации и диафоритических изменений анортозитов.

Расчет химического состава вскрытой части Каларского массива и его полного предполагаемого разреза

Анализируемые породы (число проб)	Мощность, м	Среднее содержание, %								
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O
Имангакитская ветвь										
<i>Вскрытая часть</i>										
Анортозиты (55)	2400	54,6	0,25	26	0,93	2,19	1,2	10	4,74	0,6
Лейкогаббро (12)	1200	49,65	0,94	21,4	2,88	4,25	3,55	8,8	3,6	0,5
Мезогаббро (4)	2250	45,8	1,98	16,5	8,1	7	7,3	8	3,0	0,45
Меланогаббро (1)	150	42	5,78	12	7,8	11,2	6,4	9,3	1,8	0,3
Средневзвешенный состав	6000	49,71	1,17	20,05	4,18	4,93	3,09	9,06	3,7	0,51
<i>Нижняя невоскрывшая часть выхода</i>										
Мезогаббро	~6000	45,8	1,98	16,5	8,1	7	7,3	8	3	0,45
Имангакитская ветвь в целом	~12 000	47,75	1,57	18,28	6,14	5,96	5,2	8,53	3,35	0,48
Куронахская ветвь										
<i>Верхняя часть разреза</i>										
Иотуниты (8)	400	54,45	0,83	23,85	1,39	3,2	1,07	8,86	4,13	0,67
Эндербиты (5)	~2800	67,03	0,56	15,51	1,23	3,43	1,53	4,83	4,23	0,82
Чарнокиты (10)	~2800	64,48	0,87	14,02	2,2	5,86	0,67	3,4	3,55	3,43
В целом иотунитовый слой и эндербит-чарнокитовый комплекс	6000	65,0	0,72	15,37	1,69	4,55	1,1	4,43	3,91	2,03
В целом эндербит-чарнокит-анортозит-габбровый комплекс	18 000	53,5	1,29	17,3	4,66	5,49	0,83	7,16	3,54	1,0

Все это позволяет присоединиться к развиваемому В.С.Шкодзинским [13] положению о специфическом стиле формирования докембрийских комплексов — о магматическом панокеане, испытавшем очень длительную историю (возможно, весь архей и даже ранний протерозой) застывания и кристаллизации.

Приняв ту или иную схему магматизма для Каларского массива (базальтовую или андезитобазальтовую), мы можем с этих позиций проанализировать геохимическую специализацию каждой выделенной разновидности и, обобщив ее в сочетании с общей геохимической специализацией указанных типов магм, выйти на возможную металлогеническую специализацию вскрытых и не вскрытых (особенно) частей массива. К сожалению, далеко не полная геохимическая информация (не производились анализы на Au, Pt, Ta и др.) свидетельствует о повышенной (по сравнению с кларком) редкоземельной (Y, Zr, Nb, La, Ce, Yb) специализации чарнокитов, о фоновых содержаниях геохимических элементов в эндербитах и иотунитах, о поразительной стерильности за исключением несколько повышенного стронция анортозитов и о значительно пониженных содержаниях многих элементов в габброидах, в которых лишь Sn, Mo, Be приближаются к кларку, а Cr превышает несколько эту цифру. Если исходить из относительного постоянства микроэлементов в каждой разновидности магмы (хотя это далеко не стабильные цифры), то можно приблизительно определить недостаток компонентов в изученном разрезе и, соответственно, предположить избыток их в других участках магматической колонны, каковыми могут являться приподошвенные части крупных магматических зон в ликвационном процессе, или верхние горизонты расслоенных серий. Учитывая значительную обедненность всеми микроэлементами анортозитовой и практически всеми (за исключением Sn, Mo, Be и Cr) габбровой составляющих всего габбро-анортозитового разреза, можно ожидать в указанных частях расслоенного комплекса некоторое повышение их содержаний. На этих горизонтальных уровнях при дальнейших процессах эндогенной активизации соответствующих *P-T*-условий может происходить концентрация элементов, то есть нормальный рудный процесс. Показателем этого процесса являются рудопроявления и месторождения Ni, Co, Ti, Fe, V, P, Au, выявленные к настоящему времени в габброидах Имангакитской и Куронахской ветвей. Повышенная редкоземельная ассоциация в чарнокитах также может быть родоначальной для оруденения, например, катугинского типа.

В заключение очень коротко следует остановиться на вопросе тектонического положения Каларского массива, приуроченности его к крупным дизъюнктивам и причинах относительно ограниченного развития автономных анортозитов в докембрийских щитах мира. Выход его на дневную поверхность представляет собой односторонний многоступенчатый горст, первоначально (в раннем протерозое)

разделенный пологой зоной смятия на две ветви, а в палеозое—мезозое испытавшем в зоне Станового разлома неоднократные воздымания южных ограничений этих ветвей, связанные с выдвиганием глубинных структур с севера на юг. Именно эти вертикальные перемещения по Становому разлому вывели на современную эрозионную поверхность наиболее глубинные части докембрийского разреза земной коры и обусловили пологое и средней крутизны погружение различных, первоначально близгоризонтальных пластин в северном и северо-западном направлении. По-видимому, постоянная приуроченность автономных анортозитов к региональным тектоническим швам обязана именно такому процессу. Чисто полевошпатовые породы более интенсивно выветриваются и разрушаются, что предположительно и является причиной ограниченного развития автономных анортозитов во всем мире.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богатилов О.А., Летников А.Ф., Марков М.С., Суханов М.К. Анортозиты и ранние этапы развития Земли и Луны / Анортозиты Земли и Луны. — М.: Наука, 1984. С. 246—271.
2. Богданова Н.Г. Строение Геранского анортозитового массива (Алданский щит, Становой хребет) / Анортозиты Земли и Луны. — М.: Наука, 1984. С. 112—147.
3. Государственная геологическая карта Российской Федерации. М-6 1:1 000 000 (новая серия). Лист 0-(50),51 — Алдан. — С-Пб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1998.
4. Грин Т.Х. Экспериментальное исследование генезиса анортозитов при высоких давлениях / Петрология верхней мантии. — М.: Мир, 1968. С. 228—255.
5. Зорин Ю.А., Турутанов Е.Х., Новоселова М.Р., Балк Т.В. Глубинное строение Каларского габбро-анортозитового массива по гравиметрическим данным // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1988. № 4. С. 130—133.
6. Ирвин Т.Н. Изверженные породы, состав которых обусловлен аккумуляцией и сортировкой кристаллов / Эволюция изверженных пород. — М.: Мир, 1983. С. 241—300.
7. Кокс К.Г., Белл Дж.Д., Панкхерст Р.Дж. Интерпретация изверженных горных пород. — М.: Недра, 1982.
8. Рёдер Э. Ликвация силикатных магм / Эволюция изверженных пород. — М.: Мир, 1983. С. 24—66.
9. Томбасов И.А. Каларский анортозитовый массив — представитель горизонтально расслоенной магматической серии / Новые данные по геологии Забайкалья. — М., 1986. С. 17—24.
10. Томбасов И.А. Генетические аспекты становления Каларского анортозитового массива и его металлогеническая значимость / Геология и полезные ископаемые Читинской области. — Чита, 2000. С. 228—241.
11. Шарков Е.В. Каларский анортозит-мангеритовый комплекс в Восточной Сибири // Геология и геофизика. 1981. № 5. С. 80—88.
12. Шарков Е.В. Физико-химические аспекты образования анортозитов / Анортозиты Земли и Луны. — М.: Наука, 1984. С. 235—245.
13. Шкодзинский В.С. Геодинамика и металлогения / Тектоника, геодинамика и металлогения территории республики Саха (Якутия) / Под ред. Л.М.Парфенова, М.И.Кузьмина. — М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. С. 467—498.