

Ю. Л. КАПУСТИН

## НОВЫЙ АПАТИТОНОСНЫЙ ЩЕЛОЧНОЙ МАССИВ НА САНГИЛЕНЕ

*(Представлено академиком Д. С. Коржинским 5 VII 1973)*

Щелочной магматизм широко проявлен на территории Сангилене (Юго-Восточная Тува). В настоящее время здесь известно свыше 20 небольших (до 5 км в поперечнике) массивов нефелиновых и щелочных сиенитов, рибекитовых гранитоидов и пйолитов палеозойского возраста. Массивы имеют преимущественно простое строение и залегают среди сланцев и мраморов протерозойского возраста. Щелочные массивы не несут апатитовой минерализации, за исключением массива Пичехоль, где нами ранее встречены скопления апатита.

При изучении северной окраины Сангилене в 1970 г. нами обнаружен новый массив нефелиновых сиенитов с обильной апатитовой минерализацией. Он имеет и некоторые особенности в строении и составе, отличаясь от ранее описанных в этом регионе массивов. Щелочной массив обнаружен в верховьях рек Тарбагатай и его притока — Оттуг-хая и назван Тарбагатайским.

Верховья рек Тарбагатай и Оттуг-хая располагаются в зоне контакта карбонатных отложений чаргисской и балыктыгхемской свит с гнейсовой чинчилингской свитой. Этот контакт прослеживается в широтном направлении по северному борту Карахольской впадины к верховьям р. Эрзин. Долины верховий рек Тарбагатай и Оттуг-хая прорезают карбонатную толщу, сложенную кальцитовыми известняками и мраморами со значительной примесью доломита в низах разреза. Среди них содержатся мощные (до 120 м) линзы и прослои песчаников, карбонатно-песчанистых и кварцево-серпичитовых сланцев.

Массив располагается в левом (северном) борту долины р. Оттуг-хая. Массив полностью обнажен и в скальных обнажениях (свыше 700 м по вертикали) северного борта долины его строение прослеживается по коренным выходам на всей площади. Он представляет собой систему линейных пластовых и кососекущих тел среди карбонатных отложений. Эти тела вытягиваются на расстояние 5 км при общей мощности около 3 км, выклиниваясь на западе (на водоразделе) и востоке, и увеличиваясь в мощности в дне долины (рис. 1). Отдельные тела щелочных пород разобцены выходами мраморов и имеют близкое субвертикальное падение.

Массив сложен нефелиновыми сиенитами, большей частью свежими и неизмененными. В восточной части его развиты мощные (до 60 м) зоны альбитизации, параллельные общему простиранию массива. Нефелиновые сиениты почти на всем протяжении представлены розово-серыми, слабо трахитондными гедделбергитовыми разновидностями. На большей части площади нефелиновые сиениты имеют весьма лейкократовый состав и отличаются повышенным содержанием нефелина (20–50%). Местами полевые шпаты присутствуют в подчиненных количествах (20–30%), основу породы составляет нефелин (30–40%), присутствуют волластонит (5–20%) и шорломит (0–10%). Породы приближаются к ювтам. Они трахитондны, и узкие пластины волластонита и таблички микроклина ориентированы в них параллельно контактам тел. Содержание пироксена в таких участках невелико (менее 20%). Четкой пространственной закономерности в распределении отдельных разновидностей пород в массиве выявить не удастся, хотя в его западной части преобладают нормальные

лейкоократовые микроклин-пироксеновые нефелиновые сиениты, в центре — волластонитовые, а на востоке — более меланократовые и бедные нефелином (менее 20%). Отдельные тела нефелиновых сиенитов здесь имеют чрезвычайно меланократовый состав и содержат до 70% пироксена и биотита. В таких участках породы исключительно четко трахитоидны (по структуре напоминают лувриты), обеднены нефелином (10—15%) и сложены преимущественно крупнопластинчатым микроклином и призматическим пироксеном, кристаллы которых четко ориентированы параллельно

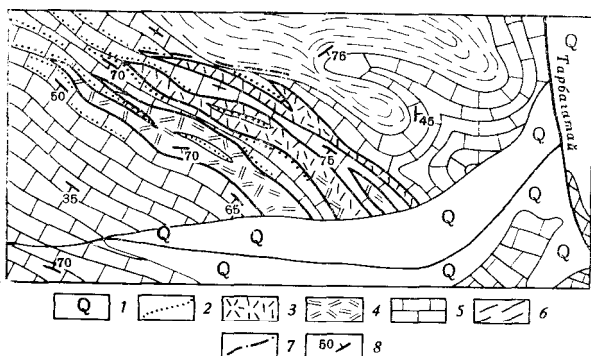


Рис. 1. Схема геологического строения Тарбагатайского щелочного массива. 1 — четвертичные аллювиальные и ледниковые отложения; 2 — зоны вкрапленности апатита; 3 — меланократовые нефелиновые сиениты; 4 — лейкоократовые нефелиновые сиениты и ювиты (местами с волластонитом); 5 — известняки и мраморы чартисской свиты; 6 — сланцы, гнейсы и песчаники; 7 — тектонические нарушения; 8 — элементы залегания пород

общей структуре массива. Меланократовые породы обогащены кальцитом, сфеном и апатитом, содержат скопления кальцита и реликты меланократовых кальцифиров с содержанием до 40% пироксена. Реже встречаются линзовидные и вытянутые параллельно общей структуре массива реликты перекристаллизованных мраморов с графитом.

На всей площади массива среди нефелиновых сиенитов содержатся многочисленные ксенолиты мраморов, осветленных и перекристаллизованных. Отдельные пласты их скарнированы или превращены в кальцифиров с содержанием силикатных минералов до 40%. Встречены и многочисленные, также линзовидные, ксенолиты сланцев и песчаников, интенсивно фенитизированных и превращенных в лейкоократовые микроклиновые породы с пироксеном, реже — гастингситом и биотитом. В дне долин ручьев, прорезающих массив, мощность тел нефелиновых сиенитов возрастает, и они становятся более однородными, массивными, с четко выраженной трахитоидностью. На вершинах и водораздельных частях хребта нефелиновые сиениты, наоборот, имеют невыдержанное строение и содержат многочисленные ксенолиты. Большая часть их прослеживается вниз не более чем на 120 м, а затем выклинивается. Вероятно, современной эрозией вскрыта апикальная часть массива.

Нефелиновые сиениты сложены таблитчатыми кристаллами микроклина, короткопризматическими кристаллами нефелина и призматическими кристаллами пироксена (размером 3—8 мм). Более меланократовые разновидности пород — более крупнокристаллические (размеры таблиц микроклина в них до 2 см). Структура породы гиацидоморфная; наиболее идиоморфны микроклин и пироксен. В нефелиновых сиенитах всех типов часто развиты вторичные альбит и серицит, реже (и в отдельных маломощных зонах) — содалит, канкринит и вишневит. В качестве второстепенных минералов присутствуют кальцит и шорломит и в качестве аксессуаров — сфен, апатит, циркон, ильменит, магнетит. Содержание этих ми-

пералов невелико в лейкократовых породах, но возрастает в меланократовых.

В целом содержание апатита невелико во всех типах интрузивных нефелиновых сиенитов, хотя в меланократовых разновидностях и в зонах переработки кальцитовых мраморов оно возрастает. Гораздо большие концентрации апатита обнаружены в измененных доломитовых мраморах и крупнозернистых апатит-диопсидовых кальцифирах. На западной и юго-западной окраинах массива они образуют слоистую пачку мощностью свыше 80 м, пронизанную телами нефелиновых сиенитов. Установлено 12 отдельных горизонтов таких мраморов и кальцифиров, прослеженных по юго-западной окраине массива на всем его протяжении. Они содержат пироксен, пирротин, биотит и апатит, четко отличаясь от обычных белых графитистых кальцитовых мраморов. Встречены и пластовые кальцитовые жилы с апатитом и флогопитом. На западном фланге массива кальцифиры непосредственно переходят в неизмененные пачки доломитистых серых мелкозернистых мраморизованных известняков, входящих в состав карбонатной толщи балыктыгемской — чартисской свиты.

Апатитоносные породы представляют собой желто-белые массивные кальцифиры, сложенные крупнокристаллическим агрегатом зерен кальцита (размером 0,5—5 см), между кристаллами которого располагается крупные (до 5 см) тонкие пластины биотита, мелкий призматический диопсид-геденбергит, неправильные выделения пирротина и призматические кристаллы апатита (от 1 до 60 мм в длину). Размеры кристаллов апатита возрастают прямо пропорционально увеличению общей крупнозернистости породы. По внешнему виду апатитоносные кальцифиры схожи с образцами из апатит-флогопит-диопсид-кальцитовых жил Слюдянки (Юго-Западное Прибайкалье). Мелкозернистые кальцифиры по строению и составу практически неотличимы от обычных ранних карбонатитов из массивов ультраосновных и щелочных пород и легко могут быть за них приняты, если не обратить внимания на постепенные переходы кальцифиров в первично-осадочные доломитистые известняки.

Кальцифиры сложены массивным кальцитом и содержат: пироксен 0—25, биотит 5—20, пирротин 0—10% и апатит. Наиболее обогащены апатитом мелкозернистые породы (до 30—40%). Апатит в них также мелкий (2—10 мм), бесцветный, призматический. Он образует струйчатые скопления, гвезда, шпирь и равномерную вкрапленность в промежутках между более крупными кристаллами кальцита. В более крупнозернистых породах апатит приобретает яркую голубую окраску и образует неравномерно распределенные скопления крупных призматических кристаллов, часто приуроченных к отдельным плоскостям в породе, по которым она и раскалывается при ударе. В кальцифирах отсутствует волластонит, встреченный в нефелиновых сиенитах, и встречены аксессуарные магнетит, ильменит и циркон.

Содержание  $P_2O_5$  в кальцифирах составляет 15—25%; в богатых апатитом участках оно повышается до 30—32%. Нефелиновые сиениты также содержат  $P_2O_5$ . Наименее богаты  $P_2O_5$  лейкократовые разновидности их (0,3—1,2%); в волластонит-порломитовых нефелиновых сиенитах содержание повышается до 1—3% и в меланократовых достигает 5—11%. Во вмещающих мраморах количество  $P_2O_5$  мало (0—0,3%), но в отдельных прослоях доломитистых известняков достигает 12%. Происхождение апатита вызывает особый интерес. Большинство изученных нами пород щелочных массивов Тувы характеризуется низким содержанием  $P_2O_5$  (трахитоидные гастингситовые нефелиновые сиениты — менее 0,8%, меланократовые пироксеновые нефелиновые сиениты — до 2,5% и ийолиты — до 4%, обычно 1—2%). Тарбагатайский массив в этом отношении специфичен и характеризуется высокими концентрациями апатита, ранее для щелочных массивов Тувы неизвестными. Изучение апатитоносных кальцифиров Тарбагатайского массива показало, что они возникают в зонах при-

контактового воздействия нефелиновых сиенитов. При прослеживании апатитоносных пачек они теряют крупнокристаллическое строение уже на удалении от интрузива в 300—400 м. На расстоянии 600—800 м эти породы не отличимы от окружающих их известняков. Неизменные породы серые, плитчатые, весьма мелкозернистые и сложены аллотриоморфнозернистой массой кальцита и доломита с небольшой примесью пирита, углестого вещества и местами — с равномерной тонкой вкрапленностью мелких (0,001—0,01 мм) округлых зерен апатита. Содержание апатита (10—20%) меньше, чем в кальцифирах, и он чрезвычайно трудно диагностируется. Содержание  $P_2O_5$  в неизменных породах этого состава 4,57—10,12% (по 14 пробам). Отдельные тонкие (до 5 м мощностью) пачки апатитоносных известняков прослежены нами и на удалении от массива. Вполне возможно, что апатит частично имеет первично-осадочное происхождение и в крупнокристаллических кальцифирах, но, вероятно, он интенсивно перераспределяется и перекристаллизуется вблизи от интрузии. Наибольшую роль в перекристаллизации пород и перераспределении апатита играли гидротермально-пневматолитовые процессы. Гидротермальное происхождение имеют, вероятно, и крупнозернистые апатит-флогопит-кальцитовые жилы. Преимущественной перекристаллизации подвергаются песчанистые и доломитистые известняки.

Породы массива в целом весьма лейкократовые, за исключением отдельных меланократовых участков. Пироксен в них представлен диопсид-геденбергитом состава (вес. %):  $SiO_2$  48,72;  $TiO_2$  1,34;  $Al_2O_3$  2,09;  $Fe_2O_3$  3,17;  $FeO$  16,72;  $MgO$  6,85;  $CaO$  20,00;  $Na_2O$  1,07; сумма 99,92, с малой примесью эгирин-авгитовой молекулы. Состав апатита из кальцифиров (вес. %):  $CaO$  56,12;  $P_2O_5$  42,35; F 1,89; сумма 100,36 (аналитик — П. И. Ферштаттер, оба анализа).

Из всех тувинских массивов близкого типа лишь в Пичехоле нами обнаружена апатитовая минерализация, значительная по содержаниям и масштабам. Пичехольский массив также сложен пироксеновыми нефелиновыми сиенитами, прорывающими низы той же чартисско-балыктыгхемской свиты. Вдоль восточного контакта массива вмещающие песчанисто-карбонатные породы превращены в меланократовые пироксен-биотитовые, с гнездами, скоплениями и вкрапленностью апатита. Зона апатитоносных пород здесь имеет мощность 40 м, протяженность свыше 120 м, но строение ее не изучено. Апатитовосна также определенная пачка измененных осадочных пород, и, возможно, происхождение апатита в ней то же, что и в Тарбагатайском массиве. В других частях Пичехольского массива скопления апатита отсутствуют, и содержание  $P_2O_5$  в нефелиновых сиенитах низкое (0,5—1,8%), хотя и повышается во внешней зоне меланократовых ювитов (1,8—4,2%).

Изучение литологии и строения карбонатной толщи балыктыгхемской — чартисской свит представляет большой интерес. В ее составе имеются первично апатитоносные пачки, представляющие большую ценность, так как эти свиты развиты в Восточной Туве на громадной площади. Общий разрез и литология рифейских отложений карбонатного состава на территории Восточной Тувы изучены слабо. Апатитоносные пачки в составе метаосадочных образований обнаружены нами и среди карбонатной, и среди терригенно-песчаниковой частей разреза. На севере Сангилена они четко тяготеют к зоне контакта этих толщ и представлены рядом пачек, образующих сближенные серии. Состав этих пачек обычно комплексный: песчанистые известняки и доломиты или карбонатистые песчаники. Отдельные серии имеют мощность до 80 м, но мощность в них собственно апатитоносных пачек 0,8—6 м. Содержание апатита в них варьирует, и он исключительно трудно диагностируется, из-за крайней мелкости зерен (0,01—0,1 мм).

Институт минералогии, геохимии  
и кристаллохимии редких элементов  
Москва

Поступило  
26 VI 1973