

УДК 552.4.43

ЛИТОЛОГИЯ

Академик А. В. СИДОРЕНКО, О. И. ЛУНЕВА, Т. В. НЕМОВА

ОБ ОСАДОЧНОМ ГЕНЕЗИСЕ ГРАНУЛИТОВ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Литологические исследования осадочно-метаморфических толщ сосредоточивались преимущественно на протерозойских первично кластогенных породах, как на образованиях, дающих наиболее достоверную информацию для фациальных и палеогеографических реконструкций докембрия (1-4). Это создавало представление об ограниченных возможностях применения литологических методов к исследованию глубоко метаморфизованных пород архея. Комплексное изучение гранулитов Кольского полуострова, включающее литологические и минералогические методы исследования наравне с изучением стратиграфии, тектоники и применением методов дешифрирования аэрофотоснимков, показало возможность определять генезис этих древнейших, интенсивно метаморфизованных геологических образований.

Гранулиты широко распространены на Балтийском щите. Под названием «гранулитовая формация» или «гранулитовый комплекс» объединяются разнообразные по составу породы, метаморфизованные в условиях гранулитовой фации регионального метаморфизма, слагающие междуречье Лотты и Ноты, тундры Туадаш, Сальные, Нивка, Волчья, Монче и Колвицкие, а также побережье Кандалакшской губы и районы озер Алла-Акаярви и Чудзь-явр. Всеми исследователями Кольского полуострова гранулитовый комплекс отнесен к архею. Абсолютный возраст его (1950 ± 50 млн лет по отношению Rb^{207}/Rb^{206} ; 1934 млн лет по K — Ar-методу), вероятно, соответствует времени метаморфизма.

До последних лет гранулитовый комплекс рассматривался как результат метаморфизма сложной построенной многофазной интрузии (5-7), что нашло отражение на геологических картах Кольского полуострова, или даже как поднятый блок мантийного вещества (8). Были высказывания в пользу осадочного генезиса части пород гранулитового комплекса — так называемых кислых гранулитов (9-11). В последние годы появились данные, позволяющие предполагать первично-осадочную природу не только кислых разновидностей комплекса, но и так называемых основных гранулитов (12-16).

Наши исследования проводились на западе Кольского полуострова — в междуречье Лотты и Яури-йоки, в центре — в хр. Сальные Тундры, на юго-востоке — на Кандалакшском побережье. Послойное описание и сопоставление 25 стратиграфических разрезов, прослеживание пачек и горизонтов пород по простиранию, дешифрирование аэрофотоснимков показали, что породы различного состава залегают в виде пластов, хорошо прослеживающихся по простиранию, имеют четкое падение и выдержанную мощность, значительно меньшую, чем протяженность пласта.

Гранулитовый комплекс залегает на гнейсах беломорской или кольской серий. Его нижнюю часть слагают амфиболиты, постепенно сменяющиеся выше гранато-амфиболовыми и гранато-диопсидо-амфиболовыми плагиосланцами (некоторые авторы называют их анортозитами). Последние перекрываются двупроксеновыми и гиперстеновыми кристаллическими сланцами (их часто называют основными гранулитами или гнейсо-нори-

тами, гнейсо-диоритами). Верхняя часть разреза гранулитового комплекса представлена гранато-кварцево-полевошпатовыми гранулитами (так называемые кислые гранулиты) с sillimanитом, рутилом и графитом. По существу только эти последние разновидности отвечают термину «гранулит», впервые примененному для аналогичных пород Саксонии. Нижние части разреза (амфиболиты и плагиосланцы) наиболее полно представлены в Сальных Тундрах и на Кандалакшском побережье, средняя часть разреза (двупироксеновые и гиперстеновые кристаллические сланцы) — в центральной части хр. Сальные Тундры, а верхняя часть разреза (собственно гранулиты) — в междуречьи Лотты и Ноты, вдоль границы с Финляндией.

Во многих разрезах можно наблюдать постепенный переход от гнейсов к амфиболитам гранулитового комплекса, выражающийся в тонком переослаивании указанных разновидностей пород. Мощность толщи амфиболитов изменчива: 130 м в Сальных Тундрах и от 400 до 15 м на Кандалакшском побережье. В отдельных разрезах Кандалакшского побережья наблюдается замещение части амфиболитов гнейсами, что является фациальным изменением амфиболитовой толщи, отражающим процесс осадконакопления. В целом толща амфиболитов представлена чередующимися гранатовыми и безгранатовыми амфиболитами, отчетливо слоистыми с реликтами псаммитовых структур*.

Стратиграфически выше амфиболитов согласно залегают гранато-амфиболовые и гранато-диопсидо-амфиболовые плагиосланцы. Постепенный переход от амфиболитов к плагиосланцам наблюдается в северной части Сальных Тундр и в северной части Кандалакшского участка. Плагиосланцы обладают характерным внешним обликом: светлые, на выветрелой поверхности белые, сахаровидные, неясно слоистые или очень тонкослоистые породы, в которых преобладает плагиоклаз, а содержание темных колеблется в пределах 10—30%. Мощность плагиосланцев порядка 200 м.

Стратиграфически выше плагиосланцев в Сальных Тундрах и на Кандалакшском участке с постепенным переходом залегают пироксеновые кристаллические сланцы. В центральной части хр. Сальные Тундры они подразделяются на две толщи: нижняя, мощностью 170 м, — двупироксеновые кристаллические сланцы с узелкообразными скоплениями гиперстена, иногда содержащие большое количество граната. Верхняя толща, мощностью 200 м, представлена очень тонкослоистыми двупироксеновыми кристаллическими сланцами, в которых гиперстен образует тонкие (0,1—0,5 см) мономинеральные прослои. В этой толще присутствуют прослои (0,3—3,0 м) гранато-полевошпатовых и гранато-кварцево-полевошпатовых кристаллических сланцев (гранулитов).

Самая верхняя часть разреза гранулитового комплекса, мощностью 500—600 м, развитая в бассейнах рек Яури-йоки и Лотты, представлена гранато-биотитовыми гранулитами с рутилом, sillimanитом и графитом. Гранулиты содержат прослои пироксеновых кристаллических сланцев мощностью 0,3—3,0 м, иногда до 15 м, и обладают отчетливой тонкой горизонтальной и косой слоистостью.

В породах гранулитового комплекса отчетливо сохраняется слоистость как в пределах толщи (стратификация), так и в пределах одного пласта. Первично-осадочные текстуры обнаружены почти во всех разновидностях пород гранулитового комплекса и изучены в коренных обнажениях и в шлифовках штурфов.

Характер слоистости амфиболитов разнообразен, изменчив, непостоянен. Тонкая горизонтальная слоистость (от долей до нескольких миллиметров) обусловлена чередованием слоев существенно амфиболового и существенно полевошпатового состава. По морфологическим признакам ее можно сравнить со слоистостью замкнутых континентальных бассейнов

* Подробная петрографическая характеристика пород дана в (5—7).

небольшого размера. Другая разновидность горизонтальной слоистости выражается чередованием слоев гранатового и безгранатового амфиболита мощностью в несколько сантиметров. В безгранатовых амфиболитах встречается косая, различающаяся составом и цветом, слоистость с мощностью серий 12—15 см. Косая слоистость амфиболитов однонаправленная, пучковидная, с пологими углами наклона слоев. Некоторые разновидности амфиболитов слоистостью не обладают или содержат очень редкие прослои гранатоамфиболовой породы.

Гранато-диопсидо-амфиболовые плагнотланцы, как правило, тонкослоистые, реже массивные. Горизонтальная тонкая слоистость (от долей миллиметров до первых сантиметров) обусловлена чередованием лейкократовых (полевошпатовых) и меланократовых (гранат, темноцветные минералы) слоев. Косая слоистость (с мощностью серий 3—8 см) однонаправленная, потокового типа, с прямолинейными и параллельными друг другу косыми слоями.

Тонкая параллельная выдержанная реликтовая слоистость — характерная особенность двупироксеновых и гиперстеновых кристаллических сланцев. Обычно это тонкое (от 2 до 10—15 см) чередование слоев темного двупироксенового (иногда с гранатом и амфиболом) и розовато-серого полевошпато-гранатового (или полевошпатового) кристаллического сланца с небольшим количеством пироксенов. Косая слоистость потокового типа образует в этих породах серии до 12 см мощностью. Косые слои прямолинейны и параллельны друг другу и сильно выплаживаются у основания серии.

Наиболее интересный и большой материал дает изучение слоистости гранато-полевошпатовых, гранато-полевошпато-кварцевых и гранато-биотитовых гранулитов верхней части разреза гранулитового комплекса. Тонкая и тончайшая горизонтальная слоистость выражается в переслаивании разных по составу, зернистости и структуре слоев (рис. 1а), а также подчеркивается концентрацией биотита, граната, рутила в отдельных слоях мощностью до нескольких миллиметров. Изредка наблюдавшаяся линзовидная слоистость характеризуется наличием линз ($h = 5—30$ см, $l = 0,25—1,5$ м) мелкозернистого гранулита среди более крупнозернистой породы близкого состава.

В породах верхней части разреза наблюдаются два морфологических типа слоистости: I. Потоковая, в которой одна разновидность представлена косослоистыми сериями мощностью 8—10 см, с косыми слоями, плавно выплаживающимися у основания серии и веерообразно расходящимися к ее кровле (рис. 1а); другая разновидность представлена косослоистыми сериями мощностью 5 см, с косыми слоями, прямолинейными и параллельными друг другу и круто выплаживающимися только у основания серии (рис. 1б). II. Перекрестная мелкая разнонаправленная косая слоистость с мощностью серий 1—3 см (рис. 1б).

Анализ горизонтальной и косой слоистости наряду с изучением вещественного состава и структурных особенностей пород гранулитового комплекса показывает, что толща амфиболитов образовалась за счет метаморфизма терригенно-глинистых осадков, богатых железом и содержащих примесь карбонатного материала. Накопление этой толщи осадков могло происходить в условиях небольших замкнутых континентальных водоемов жаркого климата. Толща плагнотланцев, по-видимому, возникла за счет метаморфизма глинистых осадков, богатых натрием и кальцием и содержащих в своем составе примесь сульфатных минералов (гипсоносные глины). Их накопление, скорее всего, могло происходить в условиях обширных лагун и жаркого климата при ограниченном поступлении терригенного материала в бассейн седиментации.

Исходным материалом пироксеновых кристаллических сланцев могли служить терригенно-глинистые и мергелистые, богатые железом, титаном, редкими землями и щелочами осадки, накапливавшиеся в условиях жар-



Рис. 1. Морфологические типы слоистости в гранулитах. *а* — тонкая горизонтальная; *б* — перекрестная разнонаправленная, мелкая, косая; *в* — потоковая, с примодульными и параллельными косыми слоями; *г* — потоковая, с веерообразно расходящимися косыми слоями

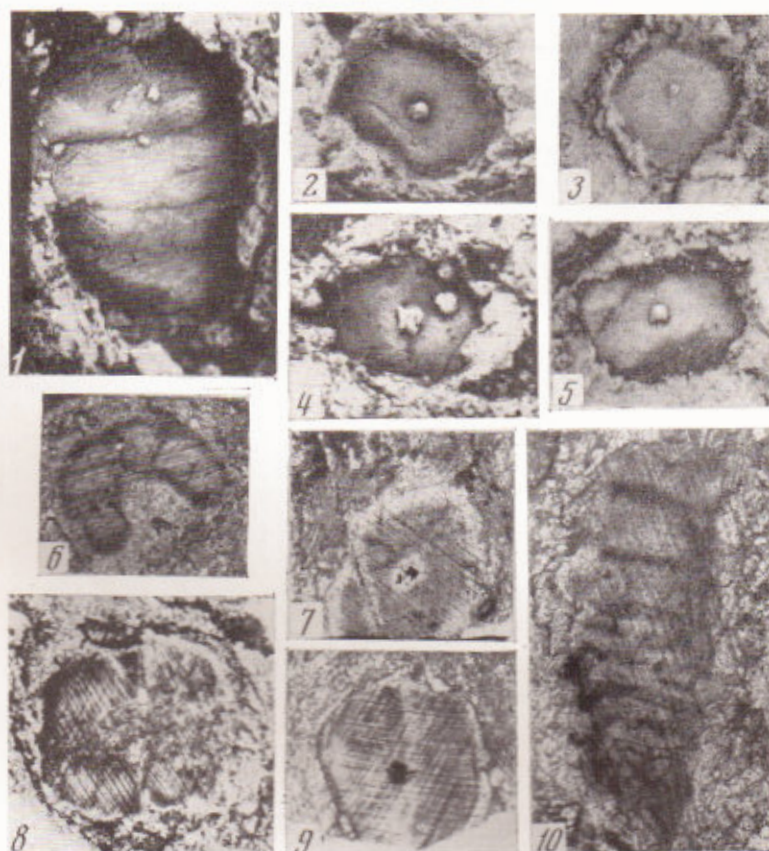


Рис. 2. Членики стеблей криноидей. 1—5 — членики криноидей в штуфах известняков: 1 — обр. № 1/10257, 2 — № 2/10257, 3 — № 3/10257, 4 — № 4/10257, 5 — № 5/10257; 6—10 — членики криноидей в шлифах: 6 — обр. № 6/10257, 7 — № 7/10257, 8 — № 8/10257, 9 — № 9/10257, 10 — № 10/10257. 1—9 — 7×, 10 — 20×. Песчанистые известняки аджарской свиты лабинской серии. Главный Кавказский хребет, правобережье р. Лашинсе, в 4 км к юго-востоку от г. Аджара (территория Абхазской АССР). Сборы Ю. Я. Потапенко, 1967 и 1969 гг.

кого и влажного климата в неглубоких водоемах и в их прибрежных частях в общем в спокойной тектонической обстановке. Высокие содержания магния, щелочей и сульфатных минералов в отдельных слоях пироксеновых кристаллических сланцев свидетельствуют о повышенной засоленности бассейнов осадконакопления в отдельные архейские эпохи.

Гранато-кварцево-полевошпатовые гранулиты образовались при метаморфизме песчано-алевритовых пород, содержащих значительное количество высокоглиноземистого глинистого вещества и прослои биогенного графита. Эти породы накапливались в условиях жаркого влажного климата в прибрежных частях неглубоких водоемов и являлись в значительной степени продуктами перемыва коры выветривания латеритного типа. Наличие в них высокоглиноземистых, титановых, редкоземельных минералов и графита может служить свидетельством процессов глубокого химического выветривания и периодического расцвета органической жизни в архейское время.

Особенности строения разреза гранулитового комплекса, площадное развитие входящих в его состав толщ, тонкообломочный характер пород, отлагавшихся даже в прибрежных условиях, свидетельствуют о том, что рельеф на континенте, откуда поступал материал, был достаточно денудационизирован и что интенсивных тектонических движений не происходило. О спокойном тектоническом режиме говорит и широкое, вероятно, площадное развитие коры континентального выветривания, продуктом размыва которой, по-видимому, является высокоглиноземистая толща кварцево-полевошпатовых гранулитов в верхней части разреза гранулитового комплекса.

Таким образом, литологическое изучение пород гранулитового комплекса с применением геолого-стратиграфических, литолого-петрографических, минералогических и геохимических методов свидетельствует об осадочном генезисе этих глубоко метаморфизованных пород и позволяет судить о фациальных и палеогеографических условиях отдельных эпох архейского осадконакопления.

Поступило
29 I 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. В. Сидоренко, О. И. Лунёва, ДАН, 118, № 4 (1958). ² О. И. Лунёва, Изв. Карельск. и Кольск. фил. АН СССР, № 3 (1958). ³ А. В. Сидоренко, О. И. Лунёва, К вопросу о литологическом изучении метаморфических толщ, Изд. АН СССР, 1961. ⁴ О. И. Лунёва, ДАН, 152, № 4 (1963). ⁵ Е. Н. Володин, Вестн. Ленингр. ун-в., сер. биол., геогр., геол., № 4 (1953). ⁶ Геология СССР, 27, М., 1958. ⁷ А. А. Полканов, Геолого-петрологический очерк северо-западной части Кольского п-ва, ч. 1, Изд. АН СССР, 1935. ⁸ В. В. Жданов, Метаморфизм и глубинное строение норит-диоритовой (гранулитовой) серии Русской Лапландии, «Наука», 1966. ⁹ Krank, Bull. Comm. Geol. Finl., № 115 (1936). ¹⁰ Sederholm, Bull. Comm. Geol. Finl., 98 (1932). ¹¹ Л. Я. Харитонов, Тр. III сессии Комис. по опред. абсолютн. возр. геол. форм., 1955. ¹² К. Д. Беляев, Тез. докл. регионального петрографического совещания по магматизму Балтийского щита, Апатиты, 1966. ¹³ Т. А. Федкова, Сборн. Древнейшие осадочно-вулканогенные и метаморфические комплексы Кольского п-ва, «Наука», 1966. ¹⁴ Т. А. Федкова, Сборн. Проблемы осадочной геологии докембрия, в. 2, 1967. ¹⁵ Г. Л. Горощенко, ДАН, 183, № 1 (1968). ¹⁶ Г. Л. Горощенко, Сборн. Акцессорные минералы в решении вопросов происхожд. и металлогении магм. комплексов, М., 1969.