

been completed. In each stage a marine transgression reflects changes in the structural plan which include transformation and growth of the area of subsidence and associated uplift of regional barriers between the basins. Other events of the Cenozoic geologic history of the region occurred during the said stages, such as the ice cover formation in the polar basin (began in the Late Miocene — Early Pliocene and was completed to the Middle Pliocene); seasonal freezing of the ground occurred at the Oligocene — Miocene boundary and again at the end of Miocene; permafrost developed since the Middle Pliocene.

УДК 551.4.07:551.311.23 (470.21)

Г. С. РУБИНРАУТ

ГЕОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ПАЛЕОГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КАОЛИНИТСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ ВЫВЕТРИВАНИЯ НА КОЛЬСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ

В последние годы на Кольском полуострове проведен значительный объем работ по изучению продуктов выветривания кристаллических пород с целью выявления источников сырья для фосфатной и керамической промышленности. Собран большой фактический материал, существенно дополняющий сведения, полученные в ходе предшествующих тематических исследований (рис. 1).

Каолинитсодержащие продукты выветривания в Имандра-Варзугской зоне распространены с перерывами более чем на 50 км [1] и строго приурочены к горизонту хлоритовых сланцев, залегающему на известняках. На ряде участков в разрезе участвуют графитовые сланцы. Продукты выветривания представлены сильноожеженными, дресвянистыми суглинками. Глинистая фракция состоит преимущественно из гидрослюда; присутствуют также смешано-слоистые образования и редко минералы группы каолинита. Характерного для зрелых кор профиля выветривания нигде не установлено. Наиболее широко развиты продукты дезинтеграции и слабого химического выветривания хлоритовых сланцев, перетолженных в карстовые полости (рис. 2).

Парагенезис указанных пород предопределяет развитие процессов их гипергенного преобразования. Это не является особенностью рассматриваемой зоны. Явление глубокого гипергенного преобразования алюмосиликатных (особенно слюдистых) пород в зоне контакта их с карбонатными породами широко распространено в природе [2]. Оно обусловлено прежде всего особенностями химизма среды подобных зон. Опуская специальные сведения о ходе гипергенно-метасоматического преобразования пород и аутигенного минералообразования в охарактеризованных здесь и ниже природных условиях, укажем лишь, что в рассматриваемой зоне имеются все предпосылки и условия, необходимые для начала процесса гидролиза алюмосиликатов и образования каолинита [3 и др.]. Однако в температурных условиях умеренных широт этот процесс протекает вяло — возникают лишь отдельные центры гидролиза и образуются соответственно редкие зерна каолинита [3, 4]. Этим, очевидно, и объясняется спорадическое распространение и незначительная примесь каолинита в продуктах выветривания рассматриваемой зоны.

Выветрелые породы распространены в наиболее пониженной, осевой зоне линейной тектонической депрессии, образованной породами комплекса. Последние участвуют в строении древней наклонной поверхности незавершенного денудационного выравнивания, предположительно мел-палеогенового возраста. Сама же ложбина, в которой локализованы продукты выветривания, представляет собой существенно более молодое образование, заложенное, вероятно, на этапе позднплиоценового поднятия, размыта и образования сети эрозион-

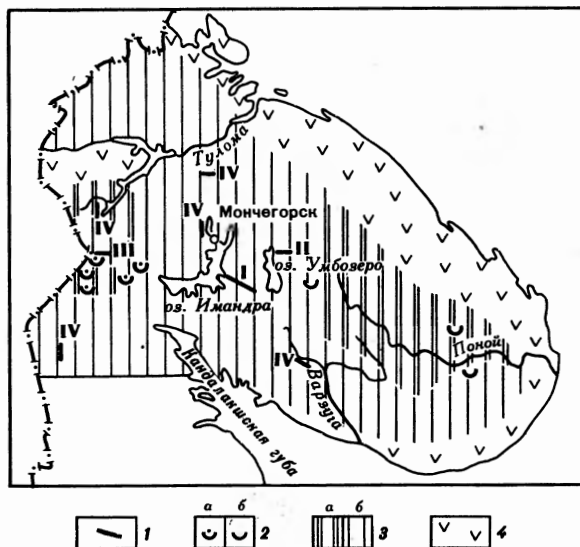


Рис. 1. Схема распространения различных типов элювиальных образований на территории Кольского полуострова

1 — линейные зоны распространения каолинитсодержащих каолинизированных пород: в Имандра-Варзугской зоне (I), в экзоконтакте Ловозерского массива (II), в фенитах Ковдорского массива (III), в зонах тектонических контактов (IV); 2 — линейные зоны и участки распространения продуктов гидрослюдистого выветривания с примесью каолинита; а — по данным А. П. Афанасьева [7], б — по материалам автора и другим источникам; 3 — территория распространения элювиальных образований гидрослюдистого состава примеси каолинита; а — в виде прерывистого чехла, б — со спорадическим распространением; 4 — территория, в пределах которой элювиальные образования отсутствуют или представлены единичными обнажениями

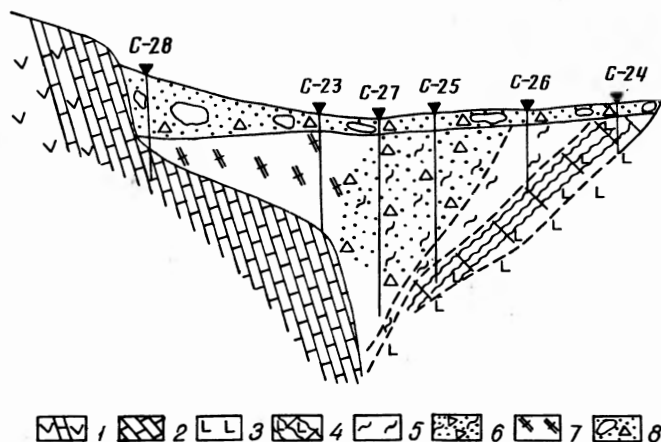


Рис. 2. Обобщенный схематический разрез толщи каолинитсодержащих пород в Имандра-Варзугской зоне (составлен по материалам И. И. Киселева [1])

1 — диабазы с прослоями известняков; 2 — известняки и доломиты; 3 — хлоритовые и углисто-хлоритовые сланцы; 4 — глыбовый элювий сланцев; 5 — глинисто-дресвяный элювий сланцев; 6 — переотложенные продукты выветривания сланцев; 7 — продукты выщелачивания известняков и доломитов (карбонатная сыпучка); 8 — четвертичные отложения

ных врезов. Ее непосредственное положение предопределено участием в разрезе сравнительно легко выветривающихся известняков и соответственно большей интенсивностью и опережающим характером развития здесь эрозионных процессов.

Каолинизированные породы в северном экзоконтакте Ловозерского массива нефелиновых сиенитов. Рассматриваемые образования приурочены к непосредственному экзоконтакту комплекса нефелиновых сиенитов с биотитовыми гнейсами архея. Пространственно они тесно связаны с субширотной системой глубинных разломов в толще гнейсов. Каолинизированные породы представлены здесь элювием гнейсов, сохраняющих реликтовые структуры, и пачкой переотложенных продуктов их выветривания, образующих шлейф отложений на поверхности коренных пород [5]. Элювиальные и элювиально-делювиальные образования перекрыты мощной толщей верхнеплейстоценовых и голоценовых отложений.

Одна из особенностей пород Ловозерского массива — их весьма слабая устойчивость к выветриванию даже в условиях субполярного климата. Процесс разложения эвдиалита, нефелина и ряда других минералов комплекса нефелиновых сиенитов в настоящее время интенсивно протекает как на поверхности, так и в глубине [6]. В ходе диссоциации этих и других минералов происходит существенная концентрация в водном растворе активных в реакции гидролиза ионов. Присутствуют в нем и так называемые неорганические комплексобразователи — F и HF, резко увеличивающие, как известно, скорость и интенсивность разложения алюмосиликатов. Их совокупное действие в условиях слабоокислой среды в зоне гипергенеза (о чем свидетельствует присутствие растворяющегося в щелочной среде магнетита) и предопределили, очевидно, возникновение здесь геохимической обстановки, которая реализовалась в каолинизации гнейсов в узкой зоне непосредственного экзоконтакта массива. Рельеф, раздробленность пород и крутое залегание текстурных элементов облегчали развитие и способствовали ускорению этого процесса.

Рассматриваемые образования залегают на предгорном педименте в узкой зоне перехода от крутого склона горного массива к пологонаклонной поверхности на гнейсах. Опережающее развитие гипергенных процессов в силу указанных выше причин и обусловило образование здесь линейной эрозионной ложбины. Она сыграла важную роль в качестве своеобразного промежуточного «коллектора», в котором накапливались обогащенные полезными компонентами продукты дезинтеграции пород массива, а также сохранение последних от полного размыва. Эта эрозионная форма врезана в поверхность педимента, образование которого относится к неогену. Учитывая наличие в основании разреза рыхлых отложений, заполняющих эту форму, пласта продуктов выветривания преимущественно пород массива, перекрытого толщей ледниковых отложений, правомерно заключить, что этап интенсивного размыва и переотложения продуктов выветривания предшествовал изменению климатических условий в сторону их ухудшения, т. е. соответствует позднему плиоцену.

Каолинизированные фениты Ковдорского массива. Толщи экзогенно-преобразованных пород представлены часто и незакономерно перемежающимися, в разной степени измененными, фенитами (от почти свежих до полностью разложившихся), а также в той или иной мере вермикулитизированными и каолинизированными флогопитовыми слюдитами. Экзогенные процессы наложившись на субстрат, значительно более легко поддающийся гипергенному преобразованию, нежели массивные фениты. Об этом свидетельствует тот факт, что на всем протяжении зоны фенитов, обрамляющей Ковдорский массив, они представляют собой свежие непереработанные породы. Только на участках, где карбонатиты внедрились в фениты, преобразовали их, превратив в значительной части во флогопитовые слюдиты, последние (после вывода их на дневную поверхность) подверглись интенсивной гипергенной переработке.

Толща выветрелых пород лежит на размытой поверхности штокверка кальцитовых карбонатитов, заполняя различные по масштабам и форме ее карстовые полости. Мощность толщи в современном эрозионном срезе достигает в отдельных местах 150 м. Каолинит распределен неравномерно, преимущественно в виде мелких агрегатов и их скоплений. На отдельных небольших участках

отмечено существенное увеличение его содержания. Совместное нахождение в этой толще пород каолинита, вторичных фосфатов (франколит и др.), а также в разной степени измененных зерен апатита и практически неизменного магнетита, который при выветривании в верхах гидрослюдисто-каолининовой и каолининовой зон, как правило, не сохраняется [3 и др.], свидетельствует о том, что определяющим в образовании этой зоны был не климатический фактор, а особые условия химизма и щелочно-кислотного режима среды.

Термика водных растворов уже на глубине первых десятков метров не зависит от температурных условий на поверхности. Роль водных растворов в гипергенезе определяется здесь главным образом их транспортирующей, растворяющей и окислительной способностью при умеренно низких температурах. Судя по малой изменчивости характера гипергенной переработки и минералообразования вниз по разрезу рассматриваемой толщи пород, соотношения и значения показателей химизма среды до значительного предела глубин продолжают оставаться благоприятными. Следовательно, основные причины отмеченного явления заключены в самом массиве — его геологическом строении и минеральном составе слагающих его пород. Кроме уже упоминавшейся, характерной для зон распространения карбонатных пород, повышенной концентрации в водном растворе активных в гипергенезе ионов ими также являются: интенсивный, постепенно охватывающий все большие глубины дренаж, свойственный карстующимся породам; обусловленное этим сохранение окислительной обстановки до значительных глубин; слабокислая среда, поддерживаемая постоянным нахождением в растворе угольной и ортофосфорной кислот, а также серной кислоты, образующейся при разложении сульфидов, содержащихся в карбонатах.

Каолинизированные фениты Ковдорского массива приурочены к уплощенной вершине небольшой возвышенности, расположенной в центральной части крупной вулканотектонической депрессии. Последняя окружена кольцом возвышенностей более высокого денудационного уровня, представляющих собою фрагменты широко распространенной на западе региона расчлененной и деформированной древней поверхности выравнивания. Морфоструктурный план района, с учетом высокого содержания ряда полезных минералов в породах массива, создает предпосылки выявления их скоплений в продуктах выветривания оруденелых пород, перетолженных и, возможно, частично сохранившихся в развитых здесь глубоких отрицательных формах рельефа. Обнаружение в толще каолинизированных фенитов остатков триасовой растительности (устное сообщение А. В. Атаманова) указывает на то, что не позднее триаса массив был выведен на дневную поверхность и стал источником концентрированного сноса рудных минералов.

Каолинизированные породы в зонах крупных тектонических нарушений выявлены во многих пунктах и в разнообразных геолого-геоморфологических обстановках. Они всегда находятся в тесной пространственной и, вероятно, генетической связи с крупными системами разрывных нарушений или тектоническими контактами между крупными структурными элементами земной коры.

Изучение этих образований только начато и об условиях их формирования можно говорить пока предположительно. Однако характер залегания, минеральный состав и ряд других признаков с большей вероятностью указывают на то, что они являются результатом своеобразного развития процессов магматизма, тектогенеза и гипергенно-метасоматического преобразования пород в условиях изменчивого рельефа.

Алеврит-дресвяно-песчаные продукты выветривания с примесью каолинита локализуются, как правило, в пределах небольших по протяженности и ширине линейных зон или слагают небольшие по площади изолированные выходы. Мнение о принадлежности этих образований к неогеновой площадной гидрослюдистой коре выветривания (существование которой лишь предполагается [5]) базируется на том, что в их глинистой фракции в небольшом числе

точек присутствует незначительная примесь каолинита (рис. 1). На остальной территории западной части Кольского полуострова рентгенографическое и термическое изучение широко развитых здесь элювиальных образований примеси каолинита не выявило.

Спорадическое присутствие в глинистой фракции алеврит-песчано-дресвяного элювия небольшой примеси каолинита палеогеографического значения, по-видимому, не имеет. Судя по приведенным данным, а также по преимущественной приуроченности рассматриваемых образований к тектонически ослабленным зонам и породам, сравнительно легко выветривающимся, образование этого минерала не связано здесь с климатическим воздействием, а является скорее всего следствием влияния на породы сочетания геолого-геохимических факторов, благоприятных для возникновения отдельных центров гидролиза.

Геоморфологические позиции этих образований чрезвычайно разнообразны. Они развиты на разных гипсометрических уровнях как в пределах поверхностей древнего выравнивания, так и в ассоциации с молодыми денудационными поверхностями, в том числе и склонами различной крутизны.

Выводы

1. Геологическое строение и химизм среды, обусловленный составом пород, являлись главными факторами, определявшими ход, интенсивность и глубину гипергенных процессов во всех известных на Кольском полуострове зонах распространения каолинитсодержащих пород. Эти образования относятся к категории низкотемпературных гипергенных метасоматитов, формирование которых в благоприятных геолого-геохимических обстановках может осуществляться в климатических условиях умеренных и приполярных широт постоянно, с момента вывода исходных пород на дневную поверхность.

2. Каолинизированные и каолинитсодержащие породы Кольского полуострова занимают разные геоморфологические позиции, причем в большинстве своем в ассоциации со сравнительно молодыми эрозионными формами. Прямой корреляции их с хорошо выраженными в рельефе региона древними поверхностями выравнивания не усматривается. Это указывает на автономность и налаженный характер их развития, что необходимо учитывать при палеогеоморфологических реконструкциях, в частности при реконструкции положения древних поверхностей выравнивания.

3. Результаты сопряженного анализа геолого-геохимических обстановок и палеогеоморфологического развития различных структурных зон позволяют с новых позиций подойти к прогнозу закономерностей размещения россыпных месторождений и месторождений некоторых нерудных полезных ископаемых.

ЛИТЕРАТУРА

1. Киселев И. И. Новые данные о продуктах выветривания на Прихлебной равнине и перспективы поисков в них полезных ископаемых // Кора выветривания Балтийского щита и их минералогия. Апатиты: Изд. Кольского фил. АН СССР, 1979. С. 84—94.
2. Цыкин Р. А. Метасоматические породы и руды зоны гипергенеза // Проблемы образования кор выветривания и экзогенные месторождения. М.: Наука, 1980. С. 142—163.
3. Келлер У. Д. Основы химического выветривания // Геохимия литогенеза. М.: Изд-во иностр. лит., 1963. С. 85—125.
4. Collier D. Mise au point sur les processus de l'alteration des granites en pays temperé. Ann. Inst. geol. argon 1961. A. 12. № 3. P. 273—332.
5. Афанасьев А. П. Фанерозойские коры Балтийского щита. Л.: Наука, 1977, 244 с.
6. Дорфман М. Д. О современных процессах выветривания пород Хибинского массива // Докл. АН СССР, 1972. Т. 205. № 4. С. 948—951.
7. Рубинштейн Г. С. Морфотектоника Кольского полуострова. Апатиты: Изд. Кольского фил. АН СССР, 1987. С. 74.