

УДК 552+553 3/4 (470.21)

В.Г. Чувардинский

ПРИПОВЕРХНОСТНЫЕ ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ДЕФОРМАЦИИ И ИХ РОЛЬ В ФОРМИРОВАНИИ ЭКЗАРАЦИОННОГО РЕЛЬЕФА И ДЕСТРУКЦИИ КОР ВЫВЕТРИВАНИЯ

В приповерхностных частях кристаллического основания щита широко развиты молодые взбросо-надвиговые смещения субгоризонтального типа. Этим тектоническим движениям обязан своим происхождением рельеф бараньих лбов, курчавых скал, полировка кристаллических пород, штрихи и борозды на них. Приповерхностные горизонтальные и субгоризонтальные смещения блоков и пластин пород привели также к разрушению покрова кор выветривания, образованию основной массы глыбово-валунного материала и донной морены.

Принято считать, что в четвертичном периоде поверхность Балтийского щита испытала огромное воздействие материковых оледенений. Согласно этим взглядам, ледники не только преобразовали рельеф щита, но и снесли с него толщу кристаллических пород мощностью от нескольких десятков до сотен метров [*Рухина, 1960; Николаев и Медянцева, 1966; Вольштедт, 1955, Гросвальд, Глазовский, 1982*]. После открытия на Кольском полуострове дочетвертичных кор выветривания [*Афанасьев, 1966, 1977; Сидоренко, 1958*] начался пересмотр прежних положений об огромной денудационной деятельности ледника. Были предложены новые схемы, по которым прежняя зона наибольшей ледниковой денудации (центрально-ледниковая) уже отнесена к области слабой экзарации [*Асеев, 1974*]. Тем не менее такие широко распространенные в этой области формы рельефа, как фиорды, озерные котловины, бараньи лбы, друмлины, штриховку и шлифовку коренных пород по-прежнему связывают с экзарационной деятельностью ледника. Ледниковым выпахиванием объясняют и снос кор выветривания, реликтовый характер их развития.

Наши исследования в северо-восточной части Балтийского щита показывают, что основную роль в формировании экзарационного рельефа и деструкции кор выветривания играли не ледники, а тектонические деформации сколового типа. Особенно ярко эти деформации проявились при формировании рельефа бараньих лбов, курчавых скал и вообще отполированных скальных поверхностей.

Установление тектонической природы экзарационного рельефа важно не только само по себе, но и для понимания процессов сноса кор выветривания и образования некоторых типов валунных отложений. Поэтому целесообразно рассмотрение этого вопроса в отдельном разделе.

Происхождение рельефа бараньих лбов и других форм ледниковой экзарации

Бараньи лбы, курчавые скалы. Важнейшей особенностью строения бараньих лбов и курчавых скал является то, что отшлифованные и отполированные склоны этих образований имеют непосредственное продолжение под коренными породами, т.е. покрываются их пластами и блоками (рис. 1, 2). Переход отшлифованных плоскостей бараньих лбов и курчавых скал под пласты кристаллических пород, перекрытие одних отшлифованных блоков другими прослеживается на склонах друмлинов, бортах фиордов, участках шхерного берега, склонах гор и возвышенностей - везде, где отполированные кристаллические породы образуют достаточно большие по площади обнажения. При небольшой мощности перекрывающих пластов или их уступообразном залегании «уход» отполированных плоскостей под коренные породы можно проследить путем скалывания (удаления) части пласта. Эти факты достаточно определенно указывают, что отполированные кристаллические породы - бараньи лбы и курчавые скалы имеют тектоническое происхождение. В одних случаях такие склоны являются зеркалами скольжения, образовавшимися при взбросовых, надвиговых и сбросовых смещениях приповерхностных блоков пород, в других - представляют собой плоскости трещин скалывания.

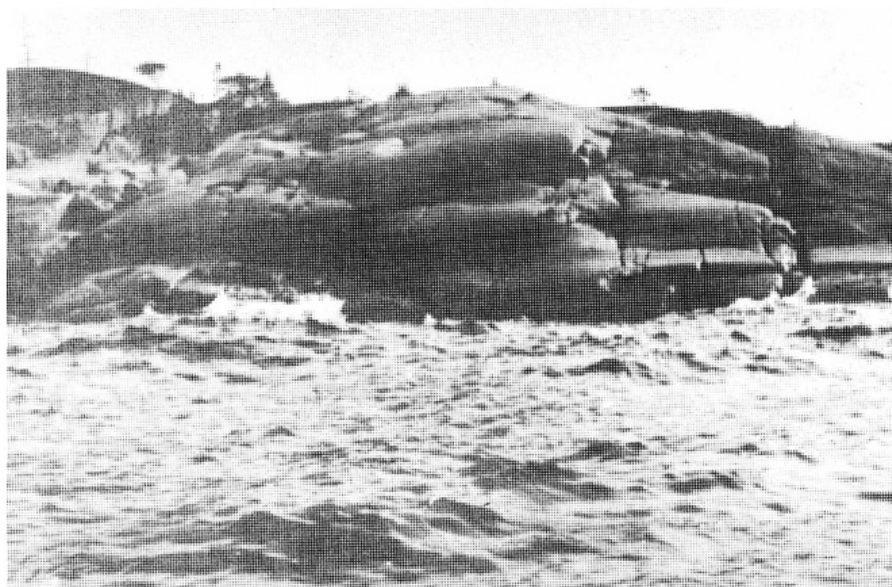


Рис.1. Бараний лоб на гранитоидах Умбинского массива, южный берег Кольского полуострова. Отполированная плоскость нижней части барацьего лба в левой части снимка заходит под коренные породы (чешуйчатый надвиг по плоскостям расслоения).

Плоскости скольжения, формирующие рельеф бараньих лбов и курчавых скал, имеют уклоны отполированной поверхности от горизонтальной и субгоризонтальной до вертикальной, а форму поверхности от плоско-вогнутой до округло-выпуклой.

При литологически разнородных породах и наличии жильных образований вдоль отполированных плоскостей фиксируются тектонические смещения блоков (рис. 2, 3). И хотя амплитуда таких движений устанавливается далеко не всегда - по ряду косвенных признаков: длине зеркал скольжения, длине смещения аллохтоидного глыбового материала (разрушенных взбросовых пластин) и т.п., можно считать, что приповерхностные смещения блоков и пластин достигают десятков и первых сотен метров. Тектонические движения такой амплитуды фиксируются и при прослеживании

глыбового материала, смещенного с небольших по площади (до 300x300 м) массивов основных и ультраосновных пород.

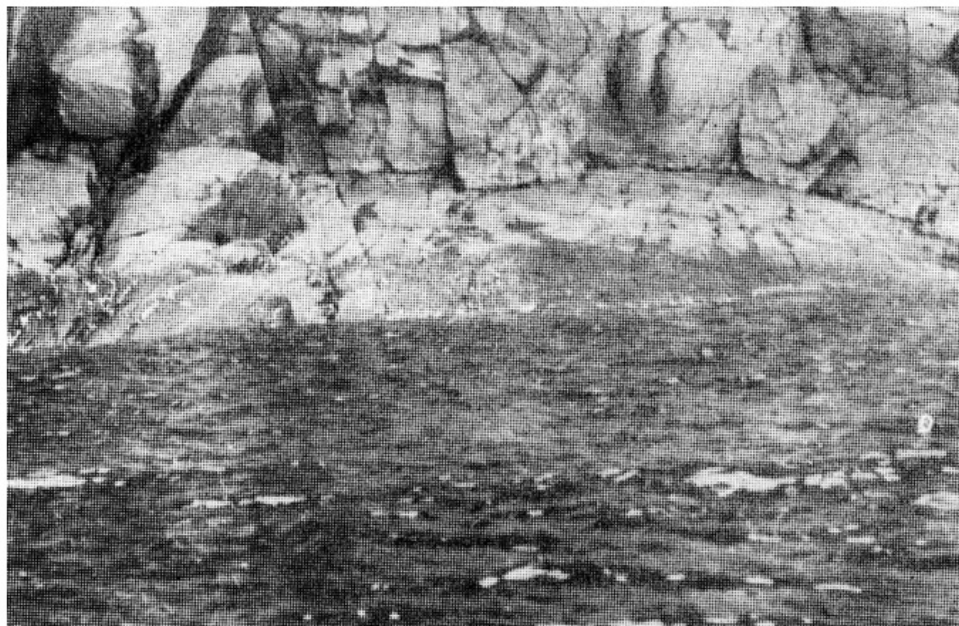


Рис.2. "Лысина" бараньего лба, образовавшаяся благодаря скольжению верхнего блока пород. Наличие сдвига фиксируется геологическим несогласием – отсутствием продолжения жильных образований верхнего блока в нижнем. Губа Островская, Кандалакшский залив.



Рис.3. Пример перехода отполированных плоскостей порфиرو-бластических гранодиоритов и мигматитов под коренные породы. Вдоль линии скольжения – геологическое несогласие, слева разбитые трещинами-отдельностями мелкозернистые микроклиновые граниты. Борт "друмлина", участок берега в 1 км к востоку от губы Падан, Кандалакшский залив.

Другие, более многочисленные следы полировки и шлифовки кристаллических пород связаны с плоскостями трещин скалывания. Полировка и пришлифовка трещин

скалывания и само расслоение пород на пласты, так же как и взбросо-надвиговые смещения, связаны с процессами тектонических сжатий. Трещины скалывания являются оперяющими по отношению к зонам разломов предыдущего типа. Они образуют многочисленные пластины скалывания толщиной от первых сантиметров (и меньше) до первых метров. Поверхность таких пластин скалывания отполирована, а форма чаще всего плосковыпуклая, но нередко бывает и сферической. Такую же форму имеют и образуемые ими бараньи лбы (рис. 4). Механизм образования полировки на плоскостях трещин скалывания связан с интенсивными сжатиями плоскостей скола и трением их друг о друга в процессе тектонических напряжений. Формирование бараньих лбов и курчавых скал этого типа происходило путем коробления и отслаивания пластин и пластов скола при смене процессов сжатия процессами растяжения. Перекрытие одних отполированных пластин другими довольно легко установить путем удаления части кроющего пласта.

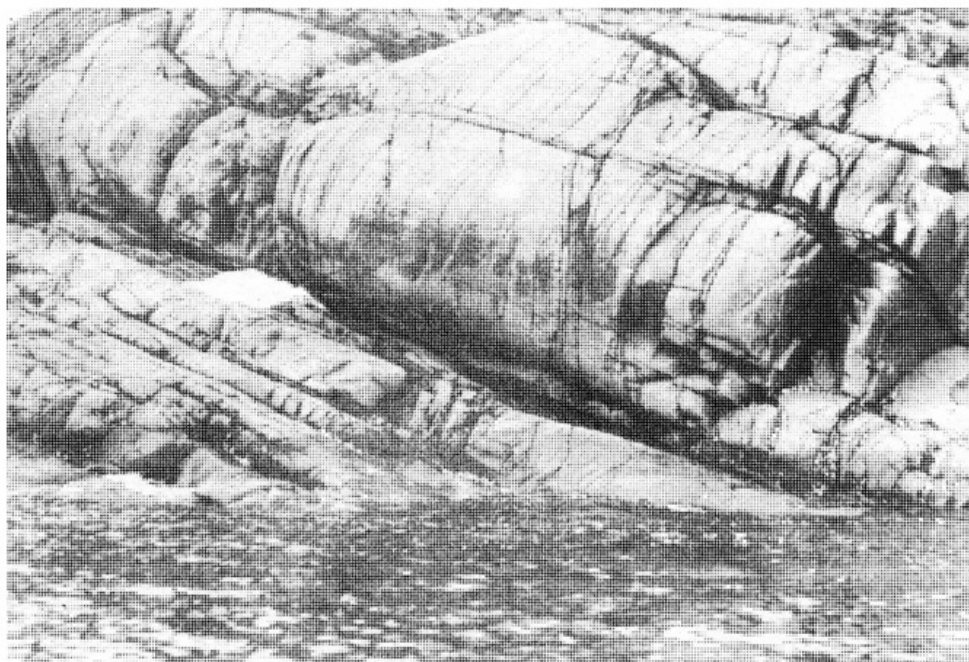


Рис.4. Формирование бараньего лба путем отслаивания пластин скалывания (реликты одной из пластин отчетливо видны в нижней части обнажения). Губа Пильская.

Третий тип бараньих лбов связан с трещинами расслоения интрузивных пород (массивы гранитов, габбро, перидотитов). Особенностью таких интрузивов является то, что присущие им трещины расслоения придают пластам и блокам пород линзовидно-матрацевидную форму, которые сами по себе имеют форму бараньих лбов и курчавых скал. Поверхность таких блоков расслоения отшлифована, а их неледниковое происхождение доказывается тем, что они непосредственно выходят из-под пород массива.

Борозды. На отшлифованной поверхности кристаллических пород - бараньих лбах и подобных им образованиях наблюдаются штрихи и борозды. Встречаются они в целом гораздо реже, чем отшлифованные поверхности. Изборожденная скальная поверхность обычно имеет ширину до нескольких метров при длине до десятков и первых сотен метров. Борозды в таких зонах параллельны, расстояние между ними от долей до двух-трех сантиметров, ширина каждой борозды в среднем 0.5-1 см, глубина от первых миллиметров до одного-двух сантиметров. Книзу сечение борозды уменьшается. Поверхность борозд может быть как гладкой, так и шероховатой, занозистой. В системе борозд нередко выбоины (рис. 5).

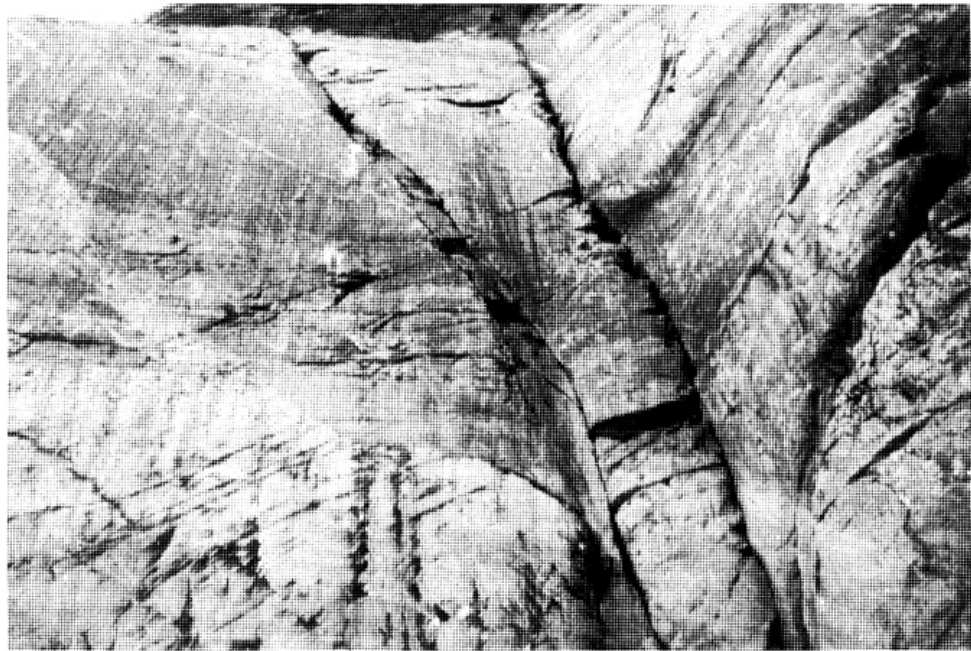


Рис.5. Зеркало скольжения на гнейсах (инъецированных кварц-полевошпатовыми жилами). Борозды развиты на субгоризонтальном и субвертикальном блоках. Печенгская губа, мыс Ораниеми.

Штрихи наблюдаются чаще борозд, но не образуют выдержанных на значительные расстояния систем. По размерам они значительно уступают бороздам. Иногда элементы штриховки можно наблюдать в полосе развития борозд - на отдельных отрезках они замешают борозды (особенно на участках жильных мелкозернистых пород).

Рассматриваемые микроформы рельефа - борозды и штрихи вместе с отполированными поверхностями представляют собой не что иное, как тектонические зеркала скольжения. Они имеют все признаки, присущие этим достаточно хорошо известным образованиям. Для рассматриваемых нами зеркал скольжения характерны так называемые поперечные срывы, лишенные борозд и шлифовки, а также треугольники дробления. Борозды имеют параллельное расположение и прослеживаются на десятки метров без нарушения своего общего параллельного рисунка. Важным аргументом в пользу тектонического происхождения борозд и штрихов является факт непосредственного их продолжения под пласты и блоки пород, наблюдавшиеся нами в разных районах Кольского полуострова (на филлитах Печенгских тундр, габбро-норитах Ругозерской губы, перидотитах района р.Титовки, гранитах Умбы). На тектоническое происхождение борозд указывает и наблюдающееся четкое блоковое строение зеркал скольжения: система борозд одного и того же простирания развита как на горизонтальной, так и на вертикальной плоскости смещенного блока (рис. 6 а,б). Известно, что роль материала, производящего штриховку, выполняют обломки пород, которые находятся между крыльями смещаемых пластов. При образовании протяженных систем борозд такую роль выполняют породы поперечных полос отрыва и треугольников дробления.

Таким образом, изучение экзарационного рельефа свидетельствует о широком развитии в восточной части Балтийского щита приповерхностных деформаций взбросо-надвигового типа. Исключительно широко здесь развиты трещины скалывания. Широкое развитие пологих взбросов и надвигов в приповерхностной зоне кристаллического основания обусловлено возможностью выхода тектонических напряжений в сторону свободной (т.е. дневной) поверхности. Толщина смещенных блоков пород в основной массе невелика и, видимо, редко превышает 15-20 м, а амплитуда смещений, как уже указывалось, составляет десятки и первые сотни метров. Возраст этих тектонических нарушений, как и возраст созданного ими экзарационного рельефа, четвертичный.

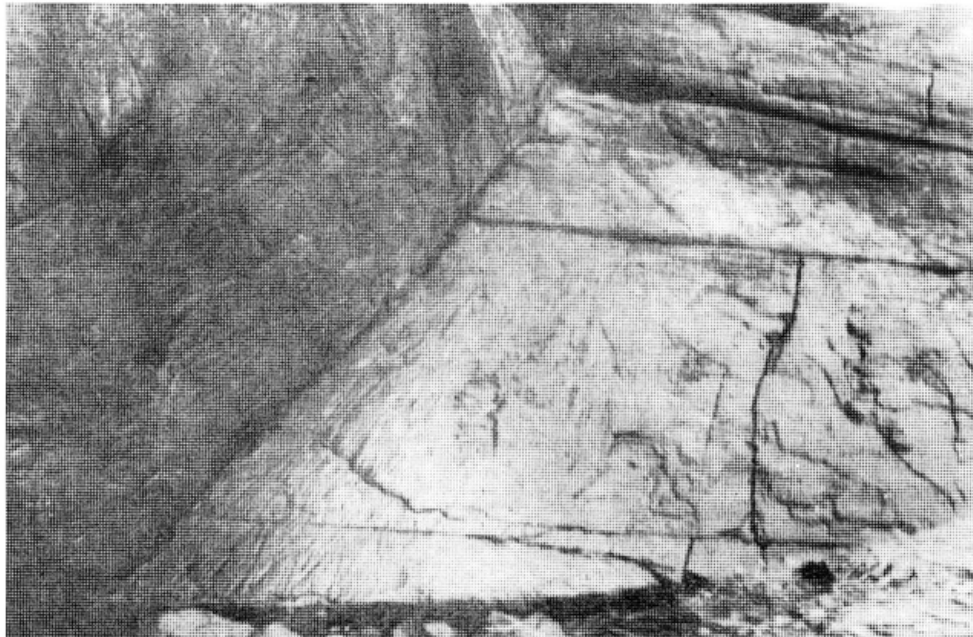


Рис.6. Четкое блоковое строение зеркала скольжения с параллельными бороздами на горизонтальной и вертикальной стенках взброса на габбро-норитах, о.Высокий, Северная Карелия.

До сих пор наличие и широкое развитие тектонических движений субгоризонтального и горизонтального типа в верхних частях кристаллического фундамента явно недооценивалось, и основная роль отводилась движениям, связанным с вертикальным перемещением блоков. Исключение составляет статья Л.М. Граве [1966], которая на примере Мурманского блока, помимо широкого развития вертикальных движений, зафиксировала молодые горизонтальные сдвиги с амплитудой смещения до 400-500 м. На вероятность наличия молодых взбросо-надвиговых смещений блоков пород на Кольском полуострове указывает также А.Л. Кудлаева [1981]. Следует отметить, что изучение современных тектонических напряжений горных пород показывает, что горизонтальные напряжения в них являются главными и во много раз превышают другие типы напряжений. Так, по Г.А. Маркову [1974], в Хибинском массиве горизонтальные

напряжения пород (боковой распор) в 10-20 раз превышают гравитационные напряжения. Высокая горизонтальная напряженность горных пород установлена в Канадском кристаллическом щите и Скандинавии [Coates, Grant, 1966]. Представляется несомненным, что на формирование современного рельефа и рыхлых образований Кольского полуострова и Карелии оказали влияние как вертикальные, так и горизонтальные тектонические движения. Но если вертикальные движения имели в основном рельефообразующее значение, то движения субгоризонтального и горизонтального типа, помимо создания «экзарационного» рельефа, привели к деструкции кор выветривания и формированию глыбово-валунных отложений, в том числе так называемых донных и локальных морен.

Роль тектонических процессов в деструкции кор выветривания

В монографии А.П.Афанасьева «Фанерозойские коры выветривания Балтийского щита» [1977] дано обстоятельное описание распространения кор выветривания, выделены основные этапы корообразования.

Для вопросов, связанных с палеографией антропогена большой интерес представляет факт установления на Кольском полуострове двух типов кор выветривания - каолиновой и гидрослюдистой. Каолиновая кора выветривания, согласно исследованиям А.П.Афанасьева, имеет мезозой-палеогеновый возраст, и большая ее часть была размывта в последующее дочетвертичное время. Второй тип коры выветривания - гидрослюдистая - имеет площадное развитие и миоцен-нижнеплиоценовый возраст [Афанасьев, 1977].

Гидрослюдистая кора выветривания развита практически на всех типах метаморфических и интрузивных пород и к началу четвертичного периода, вероятно, почти сплошным чехлом перекрывала коренные породы. Как известно, наибольшие по площади и мощности поля гидрослюдистой коры выветривания установлены в восточной части Кольского полуострова (Кейвы, бассейн р.Поной). Здесь коры выветривания почти сплошным чехлом мощностью от 2-3 до 20 м перекрывают коренные породы. В западных и центральных, а также северных частях Кольского полуострова гидрослюдистая кора выветривания встречается спорадически и имеет явно реликтовый характер.

Можно считать, что кора выветривания в этих районах переотложена и вошла в составную часть четвертичных отложений. Об этом прежде всего свидетельствует наличие большого количества продуктов выветривания в четвертичных отложениях Кольского полуострова - как мелкозема, так и выветрелых обломков пород, что было доказано еще А.В. Сидоренко [1958]. В.Я. Евзеров [1975] также приводит ряд данных в пользу того, что кора выветривания является основным источником обломочного материала морены. Механизм переотложения кор выветривания большинство исследователей, в том числе В.Я. Евзеров, до сих пор связывают с ледниковым выпахиванием. Вместе с тем детальное изучение процессов гипергенеза и условий залегания реликтовых кор выветривания привели А.П. Афанасьева [1977] к выводу, что важными факторами сноса и переотложения гидрослюдистой коры выветривания являлись криотурбационные и тектонические процессы, которые связаны с активизацией Балтийского щита и начались в конце неогена и в антропогене.

В свете полученных данных о широком развитии на Кольском полуострове и в Карелии приповерхностных взбросо-надвиговых деформаций вывод А.П.Афанасьева получает дальнейшее развитие. Приповерхностные сколы, как было показано выше, чаще всего носили характер субгоризонтальных перемещений блоков пород, что, естественно, приводило к перемещению и переотложению кор выветривания и другого рыхлого материала, залежавшего на этих блоках. Тектоническими смещениями горизонтального типа объясняется как полное переотложение кор выветривания (вовлечение их в состав отложений другого генетического типа), так и сравнительно небольшие перемещения выветрелого материала, приводящие, например, к «перевернутому» построению профиля коры выветривания. Характер распространения гидрослюдистой коры выветривания на

Кольском полуострове и проявлений сколовых деформаций горизонтального и близкого к ним типа указывает на несомненную связь между ними. Так, в восточной части Кольского полуострова в пределах обширных площадей, занятых гидрослюдистой корой выветривания, сколовые деформации рассмотренного типа отсутствуют, нет здесь и экзарационного рельефа. В других частях полуострова, напротив, широко развиты сколовые тектонические деформации, созданный ими экзарационный рельеф, а кора выветривания наблюдается только в виде отдельных разрозненных небольших полей.

Приведенные сопоставления показывают, что основную роль в деструкции кор выветривания надо отводить тектоническому фактору - приповерхностным деформациям сколового типа. Роль четвертичных вертикальных тектонических перемещений в разрушении кор выветривания была скромнее - в этом случае уничтожению подвергались только коры, попадающие в зону разлома. На тектонически поднятых блоках кора выветривания может сохраняться (например, она развита на плоской заболоченной поверхности Малых Сальных тундр).

Формирование валунно-глыбовых отложений

Среди разнообразных типов континентальных и морских отложений, перекрывающих кристаллическое основание Балтийского щита, наибольшим распространением пользуются валунно-глыбово-песчаные образования, относящиеся к донной морене материковых оледенений. Эти отложения залегают непосредственно на кристаллических породах и характеризуются общей несортированностью, включением до 30-50% валунно-глыбового и щебнисто-галечного материала. Мощность морены в среднем 2-4 м, наибольшая - до 15-20 м. Валунно-глыбовый материал в каждом конкретном разрезе по данным многих исследователей представлен местными и подстилающими породами, мелкоземистая фракция состоит из продуктов разрушения местных пород. Цвет морены нередко обнаруживает зависимость от окраски местных материнских пород [*Сидоренко, 1960; Бискэ, 1958; Лаврова, 1960; Рухина, 1973*].

Для понимания генезиса донной морены, помимо перечисленных признаков, важное значение имеет скульптура поверхности валунно-глыбового материала. Характерной чертой валунов и глыб, входящих в состав донной морены Кольского полуострова и Северной Карелии, является наличие на их поверхности плоских и плосковыпуклых отполированных граней, иногда со штриховкой. Указанные признаки считаются типично ледниковыми, однако на самом деле это обычные признаки тектонического происхождения глыбово-валунного материала. Этот материал формировался как за счет разрушения надвинутых тектонических пластин и блоков, так и брекчий трения в зонах разломов любого типа. Упомянутые отполированные плоскости валунов и глыб и штриховка на них - это те же плоскости скалывания (реже плоскости скольжения), которые установлены при изучении рельефа бараньих лбов. Легко проследить продолжение одной отполированной плоскости в валуне и глыбе под другую, удалив кроющий пласт (рис. 7 а,б). Особо следует отметить, что округлая форма валунов далеко не всегда является результатом окатывания в водной среде - плоскости скалывания (отполированные со всех сторон) нередко имеют сферическую форму. Хорошо «окатанные» валуны остаются такими же «окатанными» и после удаления сферических пластин. Такие валуны по своему строению напоминают кочаны капусты. Вероятнее всего, они происходят из зон тектонического дробления и брекчирования.

Перечисленные признаки особенностей состава донных морен, скульптура валунов и глыб свидетельствуют о тектоническом происхождении этих специфических отложений. Здесь не рассматривается так называемая абляционная морена, в составе которой значительно количество дальнепринесенного материала. По нашим данным, эта морена чаще всего имеет ледово-морской генезис.

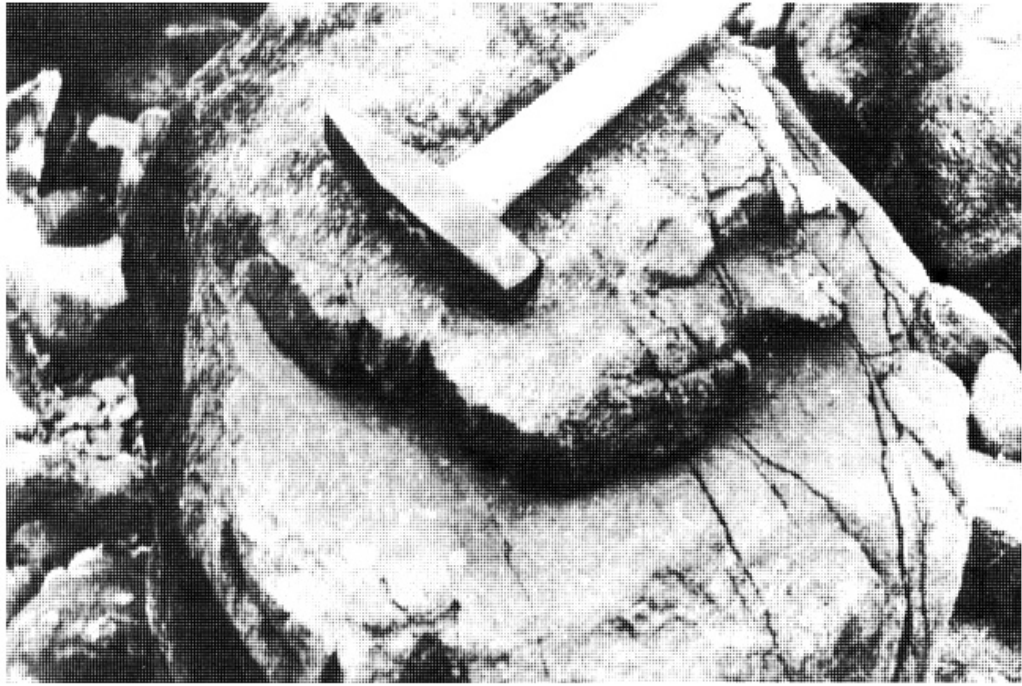


Рис.7. Трещины скалывания в валуне гранатового амфиболита – отшлифованные плоскости перекрывают друг друга.

По существу это тектоно-механическая смесь, образовавшаяся за счет перемешивания материала кор выветривания и других рыхлых отложений, а также разрушенных взбросо-надвиговых пластин и блоков кристаллических пород.

Выше приводились данные в пользу широкого развития на Балтийском щите деформаций сколового типа, которые не характерны только для восточной части Кольского полуострова, исключая Мурманский блок. Важно подчеркнуть, что еще А.В.Сидоренко [1958] в рассматриваемых районах установил отсутствие морены и широкое развитие гидрослюдистой коры выветривания площадного типа. Сколовые дислокации здесь не проявились, что предохранило, очевидно, коры выветривания от разрушения и не привело к образованию донных морен.

Механизм формирования донных морен Кольского полуострова и Карелии можно представить следующим образом. Тектоническая активизация Балтийского щита в антропогене, помимо образования и подновления разломов вертикального заложения, привела к широкому развитию деформаций сколового типа (взбросов и надвигов). Тектонические смещения горизонтального и близкого к ним типа, их поверхностный характер были, по-видимому, обусловлены тем, что в горных породах, как и в настоящее время, преобладали горизонтальные напряжения, которые и находили выход в сторону свободной (т.е. дневной) поверхности. Блоки и пластины при скольжении по скальному ложу полировали и штриховали его, одновременно перемещая тот рыхлый материал, который перекрывал их кровлю, и перемешивали его с каменным материалом разрушающихся пластин и блоков. Надвиговые пластины и блоки, будучи поверхностными и сильно трещиноватыми при своем движении большей частью разрушались, давая основную массу «свежего», невыветрелого валунно-глыбового материала, шедшего на построение «донной» морены. Неудивительным поэтому является присутствие в составе таких «морен» глыб размером до 20-30 м длиной и до 10 м высотой. Такие глыбы обычно лежат на сглаженном коренном основании, возвышаясь над толщей морены на несколько метров. Это общая схема.

В природе наблюдается ряд разновидностей таких тектоно-механических образований. Одной из них являются скопления глыбово-валунного материала почти без примеси мелкозема. Такие скопления образуют обширные поля на плоских равнинах, болотах, на поднятых пенепленах и отмечаются многими геологами. Описаны они и А.А.Никоновым [1964]. Однако это не элювиально-делювиальные образования, как полагают геологи-съемщики, и не локальная морена А.А.Никонова [1964], а разрушенные взбросо-надвиговые пластины и чешуи. Коренные выходы этого каменного материала, среди которого нередко глыбы размером до 10x30 м, находятся на расстоянии многих десятков метров от места его скопления (рис. 8).



Рис.8. Глыбы гнейсов из разрушенной тектонической пластины. Нижнее течение р.Пауст.

Многие исследователи, изучая литологию «донных морен», указывают, что большой процент (до 70-100%) валунов и глыб, участвующих в составе морены, представляют подстилающие породы. Это соответствие состава валунов и глыб составу подстилающих пород по существу кажущееся, так как подстилающие породы (гнейсы,

граниты, гранулиты, зеленокаменные породы) подчас занимают обширнейшие площади, и считать, что глыбы и валуны, близкие по составу подстилающим породам, являются производными именно тех пород, на которых они лежат, в таких случаях нельзя.

Проводимое нами при валунных поисках медно-никелевых руд изучение валунно-глыбового материала сравнительно небольших массивов основных и ультраосновных пород показывает, что в условиях западной части Кольского полуострова валуны и глыбы основных и ультраосновных пород смещены с этих массивов на расстояние до первых сотен метров. Сами же массивы в свою очередь перекрыты «мореной» - валунно-глыбовым материалом, который почти полностью представлен вмещающими породами (гнейсами, амфиболитами, гранулитами, и др.). Эта закономерность проявляется, однако, только там, где видны признаки тектонических сколов - отполированные поверхности кристаллических пород с зеркалами скольжения и пластинами скалывания, и наоборот, на участках развития реликтов кор выветривания обломочный материал в своей основной массе соответствует подстилающим породам, но глыбы и щебень (как и разрушенные коренные породы) таких образований всегда выветрелые и не имеют следов тектонического воздействия.

В заключение следует остановиться на присутствии в «донной морене» Кольского полуострова некоторого количества эрратического материала; происхождение этого материала двоякое. Часть его могла поступить до вовлечения рыхлых покровных, в том числе древнеаллювиальных образований в сколовые движения, а часть могла быть привнесена другими агентами, в частности припайными льдами, как в случае проявления тектонических деформаций в подводных условиях, так и при последующих трансгрессиях моря. Следует также учитывать вероятность последовательных сколовых движений, типа чешуйчатых надвигов вдоль зон тектонических сжатий. При направленных и последовательных сжатиях часть глыбового и валунного материала (в виде разрушенных пластин и в составе рыхлых отложений) могла быть перемещена в направлении движения чешуйчатых надвигов на сотни метров. При таких типах деформаций возможно перекрытие одних образований и отложений другими. Последний вопрос является важным для познания природы так называемых чешуйчатых морен, а также для уточнения способов накопления в них дальнепринесенного материала. Однако он находится еще в начальной стадии исследований.

Следует отметить, что установление тектонического генезиса основной массы валунно-глыбового материала и самой донной морены имеет самое прямое отношение к методике и практике валунных поисков медно-никелевых и других руд. Изучение современной тектоники района, определение направления движения сколовых пластин (по составу глыбово-валунного материала, простирацию зеркал скольжения, тектоническим бороздам и шрамам) дает возможность вести поиск материнских рудоносных пород более целенаправленно. Эта методика вполне успешно применяется нами при валунных поисках никеленосных массивов в западной части Кольского полуострова.

ЛИТЕРАТУРА

- Асеев А.А.* Древние материковые оледенения Европы. М., Наука, 1974, 319 с.
- Афанасьев А.П.* Минералогия доледниковой коры выветривания Кольского полуострова и приуроченных к ней месторождений вермикулита. Л., Наука, 1966, 167 с.
- Афанасьев А.П.* Фанерозойские коры выветривания Балтийского щита. Л., Наука, 1977, 243 с.
- Бискэ Г.С.* Четвертичные отложения и геоморфология Карелии. Петрозаводск, Карельское Госиздат., 1959, 307 с.
- Вольштедт П.* Происхождение озер области древнего оледенения. - В кн.: Вопросы географии четвертичного периода. М., Географгиз, 1955, с.72-85.

Граве Л.М. О проявлении разрывных дислокаций в рельефе центральной части Мурманского блока (по материалам аэрофотосъемки). - В кн.: Формирование рельефа и четвертичных отложений Кольского полуострова. М.-Л., Наука, 1966, с.90-100.

Гросвальд М.Г., Глазовский А.Ф. Геологическая деятельность морских покровных ледников: опыт оценки интенсивности. Материалы гляциологических исследований (хроника, обсуждения), вып.44. М., 1982, с.107-117.

Евзеров В.Я. О происхождении антропогенных отложений Балтийского щита. - Советская геология, 1975, № 5, с. 112-114.

Кудлаева А.Л. Модель новейшей тектонической деформации исходной поверхности выравнивания Кольского полуострова. - В кн.: Исследование развития Скандинавского ледникового покрова на территории СССР. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, 1981, с. 11-20.

Лаврова М.А. Четвертичная геология Кольского полуострова. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1960, 233 с.

Марков Г.А. Некоторые характерные особенности тектонической напряженности массива пород (по непосредственным измерениям в Хибинском апатитовом руднике). - В кн.: Новейшие и современные движения земной коры восточной части Балтийского щита. Петрозаводск, Карелия, 1974, с.28-29.

Николаев Н.И., Медянцева А.И. Интенсивность ледниковой денудации и материковые оледенения. - Вестник МГУ, сер.геол., 1966, № 2, с.43-47.

Никонов А.А. Развитие рельефа и палеогеография плейстоцена на западе Кольского полуострова. М.-Л., Наука, 1964, 182 с.

Рухина Е.В. Литология моренных отложений. Л., изд. ЛГУ, 1960, 141 с.

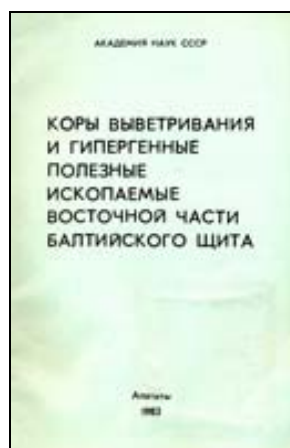
Рухина Е.В. Литология ледниковых отложений. Л., Недра, 1973, 176 с.

Сидоренко А.В. Доледниковая кора выветривания Кольского полуострова. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1958, 108 с.

Сидоренко А.В. Некоторые вопросы изучения осадочного покрова Кольского полуострова. - В кн.: Вопросы геоморфологии и геологии осадочного покрова Кольского полуострова, вып.2. Апатиты, изд. Кольского филиала АН СССР, 1960, с. 5-31.

Coates D.P., Grant P. Stress measurements at Elliot Lake. - Canad. Mining and Metallurg. Bull., 1966. Vol. 59. N 649, p.603-613.

Ссылка на статью:



Чувардинский В.Г. Приповерхностные тектонические деформации и их роль в формировании экзарационного рельефа и деструкции кор выветривания // Кору выветривания и гипергенные полезные ископаемые восточной части Балтийского щита.

Апатиты, изд.Кольского филиала АН СССР, 1983. С. 104-119.