

УДК 551.793.9(470.21)

В. Я. Евзеров

Литология морены поздневалдайского оледенения западной части Кольского полуострова

Выполнено комплексное изучение морены. Результаты сгруппированы в зависимости от состава подстилающих пород. Рассмотрены основные морены, залегающие на продуктах дезинтеграции кристаллических пород, на песчано-алевритовых отложениях в области распространения метаморфических и изверженных пород и на глинах в области развития песчаников терской свиты. Установлено, что в основании моренного пласта наблюдается четкая зависимость состава крупнообломочного материала и гранулярного состава мелкозема морены от состава подстилающих пород. Она заметно ослабевает вверх по разрезу. Полученные данные свидетельствуют о том, что господствующим в регионе было пластическое течение льда, при котором наиболее медленно перемещаются слои в основании ледника, и вверх по разрезу возрастает скорость движения льда. Пластическое течение сопровождалось перемещением по внутренним сколам, что обеспечило поступление обломочного материала в верхние слои ледника. Ряд разрезов морены, сформировавшейся при наступлении ледника в среднем дриасе, рассматривается в качестве отторженцев осадочных пород, современный облик которых возник в процессе смены скольжения ледника по ложу перемещением по внутренним сколам и пластическим течением. В тех случаях, когда в данном пункте обломочный материал, содержащийся в чешуе, утратившей пластичность и, вследствие этого, отслоившейся от основания продолжающего перемещаться ледника, не успевал уплотниться к моменту отслоения каждой из последующих чешуй, возникала морена с неупорядоченной текстурой. Если же интервал между отделением чешуй был более продолжительным, перемещаемый обломочный материал взаимодействовал с уже сформировавшейся мореной, и вследствие истирания обломков образовывались тонкие обогащенные глинистыми частицами слои, наблюдаемые в морене со "слоистой" текстурой. Пластинчатая текстура образовывалась при промерзании уже отложенной морены. Абляционная морена отличается от основной морены более низким содержанием мелкозема. Источниками обломочного материала морены наряду с четвертичными отложениями являлась площадная кора выветривания гидрослюдистого типа.

Ключевые слова: литология, морена, условия формирования, поздневалдайское оледенение, Кольский полуостров.

Введение

Большое значение для активизации работ по изучению рыхлого покрова Кольского региона имели работы А. В. Сидоренко [1–3]. Он показал, что ледниковая экзарация была ограниченной, поскольку местами сохранилась доледниковая кора выветривания, и что это обстоятельство открывает перспективы обнаружения новых месторождений в осадочном чехле региона. Началось углубленное изучение и древних кор выветривания и четвертичных отложений, в том числе, конечно, широко распространенной в регионе морены покровного оледенения. Постепенно набрался обширный фактический материал, литологическая составляющая которого, полученная в западной части Кольского полуострова (рис. 1), приведена в данной статье.



Рис. 1. Схематическая карта Кольского полуострова. Выделен исследованный район
Fig. 1. Schematic map of the Kola Peninsula. The studied area is marked

Имеющиеся результаты изучения подобраны таким образом, чтобы отразить многообразие обстановок нахождения морены в пределах некогда существовавших ледниковых лопастей и реконструировать механизм ее формирования. Напорно-насыпные и напорные морены в статье не рассматриваются. Документировались шурфы, естественные обнажения по берегам рек и карьеры, которые разрабатывались при прокладке дорог во второй половине прошлого века. Уступы карьеров к настоящему времени либо разрушились, либо окультурены. Поэтому в статье пришлось использовать черно-белые архивные фотографии. Цель данной статьи – возможно более полная комплексная литологическая характеристика морены всей западной части Кольского полуострова и реконструкция на этой основе механизма ее образования.

Материалы и методы

Общие сведения о распространении морены

Подробные данные о распространении морены приведены в работе [4]. Морена в западной части полуострова не образует сплошного покрова, но занимает значительные площади. Ее мощность обычно варьирует от 1,5 до 5 м. На склонах Хибинского горного массива покров морены достигает отметок 650–700 м, тогда как на западных склонах Ловозерских тундр он прослежен до отметок 500–600 м, а на восточных – до 350–450 м, что, очевидно, является следствием сокращения мощности поздневалдайского ледникового покрова в восточном направлении. В южной части рассматриваемой территории морена и водно-ледниковые отложения поздневалдайского оледенения отсутствуют лишь в пределах привершинных участков Кандалакшских и Колвицких тундр, выше отметок 600–700 м, и на значительной площади Федоровой и Панских тундр. Поздневалдайский ледниковый покров только в период максимального распространения перекрывал все горные массивы полуострова. В более поздние стадии его эволюции верхние части гор возвышались над поверхностью ледника. Широко распространена основная морена, образовавшаяся при перемещении ледника, тогда как абляционная морена, возникшая в процессе стаивания льда, встречается не повсеместно.

Строение зоны контакта морены с подстилающими породами

Морена залегает на более древних антропогенных отложениях различных генетических типов, гидрослюдистой коре выветривания и слаботрешиноватых кристаллических породах фундамента. Практически повсеместно в обнажениях весьма отчетливо видны следы активного воздействия ледника на подстилающие образования. Одной из форм такого воздействия является выпахивание или экзарационное срезание осадочных пород ложа. В разрезах оно зафиксировано несогласием между мореной и подстилающими породами, первичное залегание которых в приконтактной зоне зачастую оказывается нарушенным. В частности, толщи слоистых осадков сминаются в складки, а "головы" некоторых слоев заворачиваются в сторону движения ледника (рис. 2). Автор подобное затягивание слоев песка в нижнюю часть толщи основной морены наблюдал в ряде работавших карьеров, расположенных вдоль всего западного склона Ловозерского горного массива.



Рис. 2. Горизонт морены и гляциодислокации в подстилающих морену отложениях, в карьере на левом берегу р. Пилы в 20 км к северо-западу от пос. Умба на обочине дороги Кандалакша – Умба.

Ориентирован разрез в юго-восточном направлении; его длина составляет около 15 м, высота – около 3 м. В левой части обнажения видны песчано-галечные слои, смятые в изоклиналичную складку и "срезанные" мореной, а в правой – песчаные слои, "головы" которых завернуты в сторону движения ледника и частично заходят в толщу основной морены

Fig. 2. The moraine horizon and the dislocations by the glacier in basement sediments of the moraine, in a quarry on the left bank of the Pila River in 20 km north-west of the Umba settlement on the Kandalaksha – Umba roadside. The section is oriented south-eastwards; it is 15 m long and about 3 m high. Sandy and pebble layers isoclinally folded and "cut" by the moraine outcrop in the left part of the deposit. In the right part, there are sandy layers, which "heads" are turned towards the glacier shifting and partly overlap the suite of the basal moraine

Нарушение первичного залегания пород местами прослеживается на значительную глубину. В одном из обнажений подморенные пески видимой мощностью 6 м системой полого- и крутопадающих нарушений разделены на блоки, в части из которых углы падения слоев близки к 90°.

В ряде разрезов породы ложа в приподошвенной части толщи основной морены образуют тонкие "языки", наклоненные навстречу направлению движения ледника (рис. 2). Следующей стадии процесса захвата ледником подстилающих рыхлых пород отвечает образование тонких (5–10 см) и длинных (5–6 м и более) субгоризонтальных прослоев осадков, наблюдаемых в нижней части ряда разрезов морены, например, в районе г. Оленегорск. Впоследствии эти прослои, вероятно, растаскиваются на отдельные гнезда и линзы, расплываются и, наконец, смешиваются с преобладающей массой морены подобно тому, как это имеет место на Верхней Волге [5].

Текстурные особенности морены и форма ледниковых валунов

В современном облике горизонта морены сочетаются первичные и наложенные текстурные элементы. Первые совместно с другими признаками позволяют судить об условиях формирования морены. Несомненно, первичными являются неупорядоченная (кексоподобная) и "слоистая" текстуры. Неупорядоченная текстура характеризуется сравнительно равномерным распределением галек и валунов в мелкоземе. По внешнему облику морена с такой текстурой напоминает кекс с изломом, на что впервые указал финский геолог К. Вирккала. Отсюда второе название текстуры – кексоподобная. Эта текстура типична для основной морены, изредка встречается и в морене абляционной. "Слоистая" текстура обнаружена в небольшом числе разрезов основной морены, слагающей друмлины (рис. 3) и образующей пологоволнистую поверхность. Наиболее детально она изучена в разрезах друмлинов на восточном побережье оз. Умбозеро. Здесь в обычной кексоподобной морене отчетливо видны "слои" мощностью до 1 см, сложенные более глинистым материалом, чем основная масса. Количество тонких "слоев" в различных разрезах варьирует от 9 до 2.



Рис. 3. "Слоистая" текстура основной морены в разрезе друмлина на восточном побережье оз. Умбозеро
Fig. 3. The "bedded" structure of the basal moraine in a drumlin section on the eastern coast of Umbozero Lake

Очень интересные разрезы морены были обнаружены и изучены в карьерах, расположенных вдоль дороги Кандалакша – Умба при работе совместно с Б. И. Кошечкиным в 1976–1978 гг. [4]. В их строении принимают участие два моренных горизонта с разделяющими их водно-ледниковыми осадками. Они сформированы покровным ледником во время его наступлений в раннем и среднем дриасе [6]. Оба горизонта установлены и изучены на перевале горы Крестовой, восточнее г. Кандалакши, на левом берегу р. Пилы, на левом берегу ручья Мельничного и в ряде пунктов, тяготеющих к долине р. Умбы в ее нижнем течении. Почти во всех разрезах толщи морен резко различаются по текстурным особенностям. Нижняя из них представлена широко распространенной на Кольском полуострове мореной с неупорядоченной текстурой: разнозернистым пылеватым песком, реже – супесью зеленовато-серого цвета с галькой и валунами, суммарное содержание которых варьирует от 10 до 20 %. Гальки и валуны, как правило, средне и плохо окатаны и более или менее равномерно распределены в породе. Полная мощность толщи в большинстве пунктов не установлена, видимая – достигает 8 м. На этой морене с размывом залегают водно-ледниковые песчано-галечные и песчаные осадки толщиной от 0,2 до 4 м. В ряде разрезов они отсутствуют. На водно-ледниковых отложениях или непосредственно на нижней морене залегает верхний горизонт морены. Он имеет четкий контакт с водно-ледниковыми образованиями и четкий до неотчетливого – с подстилающей мореной. Только в карьере на берегу р. Пилы этот горизонт представлен обычной мореной с неупорядоченной текстурой (рис. 2). В остальных разрезах его образуют в основном песчаные и супесчаные слои толщиной от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров, которые часто волнисты, причудливо изогнуты или смяты в изоклинные складки. В слоистую толщу включены более или менее равномерно распределенные в ней преимущественно среднеокатанные гальки и валуны, содержание которых изменяется от 15 до 20–25 %. Слои осадочных пород под валунами не изогнуты, что свидетельствует о поступлении крупных обломков не из плавающих льдов некогда существовавшего водоема. Встречаются небольшие блоки однородной

морены с неупорядоченной текстурой, а также участки, сложенные сортированным песчаным материалом с редкими включениями галек и валунов. Мощность верхнего горизонта морены составляет от 1–2 до 6 м. Охарактеризованная морена названа слоистой [4]. Переосмысление имеющихся материалов привело автора к выводу, что упомянутая морена – это отторженцы осадочных пород ложа ледника, которые были включены в движущийся лед и преобразованы в процессе перемещения. Уместно отметить, что при повышении давления может быть достигнута точка плавления льда. Если при этом на ложе ледника присутствуют рыхлые породы, то образовавшаяся вода просачивается в них, а при падении давления превращается в лед, который совместно с содержащимися в нем осадками вовлекается в общее движение ледника. Кроме того, насыщенный водой рыхлый материал, равно как и ненасыщенный, попадали в нижнюю часть ледника по трещинам в теле льда. В период максимального распространения ледника горные массивы были погребены подо льдом, и обломочный материал мог попадать в тело ледника в основном указанными выше способами. В более поздние стадии его развития, когда горы возвышались над поверхностью ледника, на нее поступали продукты разрушения пород, слагающих горные массивы.

Абляционная морена приобретает слоистый облик благодаря многочисленным линзам отмытого материала, располагающимся чаще всего субгоризонтально. Граница между абляционной и основной моренами в ряде разрезов имеет прямолинейную, волнистую или фестончатую форму и маркируется линзами или прослоями отмытых песков, иногда распознается с большим трудом.

К текстурным признакам морены относится также ориентировка валунов. Опыт изучения ориентировки галек в районе Ловозерского массива и в карьерах вдоль дороги Кандалакша – Умба показал, что максимумы длинных осей галек совпадают с направлениями перемещения ледниковых потоков, установленными по другим геологическим признакам [4; 7]. На глубине до 1 м часто происходит переориентировка галек вследствие солифлюкции.

В рассматриваемом регионе довольно широко распространена пластинчатая, или "сланцеватая" текстура, проявляющаяся как в основной, так и в абляционной морене в "расслоении" породы сетью трещин на пластинки, располагающиеся параллельно дневной поверхности (рис. 4). Толщина пластинок изменяется от 2–3 до 7 мм, длина – от 5 до 70 мм. Иногда на пластинках имеется тонкая песчаная присыпка. Пластинчатая текстура наблюдалась в разрезах до глубин 3–4 м, редко – более. С глубиной она, как правило, становится менее четкой, а затем и вовсе исчезает. Ниже залегает обычная кексоподобная морена. Многие исследователи (Р. Флинт, К. Вирккала, Ю. А. Лаврушин и др.) связывают образование подобной текстуры с послойным течением морены под давлением движущегося ледника. В исследованном районе послойное течение не проявляется, вероятно, вследствие как иного состава обломочного материала, так и низкого содержания глинистой фракции в морене.



Рис. 4. Пластинчатая текстура морены
Fig. 4. The tabular structure of the moraine

Эта текстура встречается не только в морене, но и в некоторых разностях озерных, морских и флювиогляциальных отложений, которые подобно морене содержат значительное количество мелких частиц, т. е. в осадочных образованиях. Известны случаи, когда пластинчатость располагается не согласно с поверхностью, образованной ледниковыми отложениями, но параллельна позже возникшей поверхности эрозионного вреза. Наблюдается связь этой текстуры с образующимися в зимнее время прослоями льда в рыхлых породах. Приведенные факты позволяют связывать возникновение пластинчатой текстуры с образованием в процессе промерзания пород прослоек сегрегационного льда, параллельных дневной поверхности и часто – напластованию пород [8]. Весьма существенно, что пластинчатая текстура не встречается в морене, перекрытой более молодыми образованиями значительной мощности.

В теле движущегося ледника валуны, как и обломки других размеров, подвергаются значительной обработке и приобретают разнообразную форму, которая зависит от первоначальной формы обломков, их физико-механических свойств и дальности переноса. Вместе с тем в морене встречаются валуны различных

по составу пород, имеющие очень сходные морфологические черты. На рис. 5 показаны валуны мончикита, лужаврита, хибинита, гнейса и гранита с узким "стесанным" сверху передним концом и широкой уплощенной нижней гранью, отобранные автором из отвала одного из шурфов, вскрывших морену на межозерной перемычке Сейдозера – Ловозера.

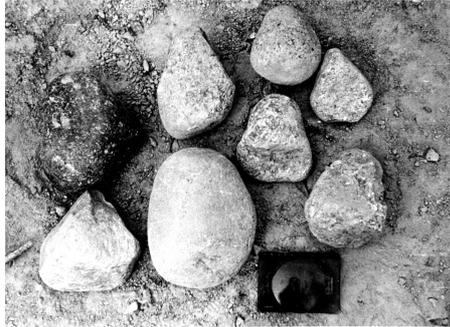


Рис. 5. "Утюгообразные" ледниковые валуны. Вверху слева направо располагаются валуны мончикита, лужаврита, хибинита, гранито-гнейса, внизу – гнейса, гранита, лужаврита и фойяита
Fig. 5. Iron-shaped glacier boulders. Top, from left to right: boulders of monchiquite, lujavrite, khibinite, granite gneiss; bottom: boulders of gneiss, granite, lujavrite and foyaite

Эту форму, называемую "утюгообразной", обломки различного состава и структуры, очевидно, могли приобрести лишь в результате обработки в практически одинаковых условиях. "Утюгообразные" валуны – типоморфные образования морены. Они не обнаружены в других генетических типах отложений, таких как аллювий, флювиогляциальные и морские осадки.

Результаты и обсуждение

Механический состав морены

Морена на рассматриваемой территории представлена в основном разноморфным в той или иной степени пылеватым и слабоглинистым, достигающим до супеси песком с гравием, галькой и валунами. Суммарное содержание гальки и валунов обычно составляет 20–43 % [9]. По площади упомянутые крупные обломки распределены более или менее равномерно. Повышенные содержания их (до 40–50 %) отмечены вблизи коренных склонов крупных горных сооружений. В морене, лежащей на равнине, количество галек и валунов, как правило, возрастает вниз по разрезу. В этом же направлении увеличивается их размер. Обратная картина наблюдается в упомянутых предгорных участках с повышенным содержанием галек и валунов. Соответственно, зачастую и абляционная морена в зависимости от местоположения разрезов содержит меньше или больше галек и валунов, чем основная.

Мелкозем основной морены, судя по результатам гранулометрического анализа (табл. 1–3), представлен смесью частиц различного размера от гравийных до глинистых. Характер распределения обломочного материала по размерным фракциям существенно зависит от состава подстилающих пород. Мелкозем морены, залегающей на слаботрешиноватых биотитовых гнейсах и продуктах их неглубокого выветривания, характеризуется небольшими вариациями содержания песчаных, алевритовых и глинистых частиц во всех классах крупности; существенно изменяются лишь содержания гравийных зерен. Кроме того, из сопоставления значений, приведенных в двух последних столбцах табл. 1, следует, что средние значения содержания частиц в образцах морены достаточно удаленных друг от друга районов восточного побережья оз. Ловозера и восточного побережья оз. Умбозера очень близки между собой. Указанное обстоятельство позволяет полагать, что рассматриваемый гранулометрический спектр является относительно устойчивым. Вероятно, он близок к равновесному при образовании морены преимущественно за счет обломков кристаллических пород в пределах участков выровненного рельефа. Из данных табл. 1 следует, что по мере уменьшения размеров частиц их содержание постепенно возрастает (интервал 10–0,4 мм), несколько снижаясь в интервале от 0,4 до 0,25 см, затем увеличивается довольно резко и остается более или менее постоянным в области наибольших значений (интервал 0,25–0,063 мм). Оно достигает максимума во фракции 0,05–0,01 мм. Общее количество гравийных частиц в мелкоземе в среднем составляет 17,57 %, песчаных – 55,26 %, алевритовых и глинистых – 26,93 %; на долю глинистой фракции приходится не более 4 %.

Для мелкозема морены, залегающей на песчано-алевритовых отложениях, характерны весьма значительные вариации содержания гравийных частиц и существенные – тонкопесчаных, алевритовых и глинистых фракций (табл. 2). В этом, видимо, проявляется неравномерная ассимиляция ледником подстилающих гетерогенных пород. Влияние последних на гранулярный состав мелкозема морены особенно отчетливо проявлено вблизи основания моренного пласта, выше по разрезу оно значительно уменьшается. Спектр средних содержаний частиц отличается от такового морены, залегающей на кристаллических породах, более высоким содержанием крупнопесчаной и алевритовой составляющих.

Специфический состав имеет мелкозем морены Терского побережья (табл. 3), сформировавшийся, судя по составу крупнообломочного материала, из продуктов разрушения, главным образом песчаников терской свиты и отчасти глинистых подстилающих пород четвертичного возраста. В нем, в отличие от только что рассмотренного мелкозема, содержится значительно меньше гравия (8,52 %), песка (36,79 %), но много больше алевритовой (38,77 %) и глинистой (15,09 %) составляющих. Вариации содержаний зерен различной крупности в интервале 2,5–0,002 мм сравнительно невелики. Существенны они лишь для крупного гравия.

Таблица 1. Гранулярный состав мелкозема основной морены, залегающей на продуктах дезинтеграции кристаллических пород
Table 1. Granular composition of the silt of the basal moraine bedding on disintegration products of crystalline rocks

Размер классов, мм	Предел колебания содержаний, %		Среднее содержание по 8 анализам, %	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации	Среднее содержание, %	
	от	до				4 анализа	4 анализа
10–7	1,48	4,21	2,5	1,15	46	2,68	2,33
7–5	1,07	4,44	2,59	1,34	52	2,28	2,90
5–2,5	1,52	5,96	4,04	1,76	43	3,38	4,71
2,5–1,6	1,56	5,82	3,76	1,60	43	3,37	4,14
1,6–1,0	2,03	6,68	4,68	1,77	38	4,02	5,31
1,0–0,63	2,88	7,87	5,92	1,78	30	5,27	6,58
0,63–0,4	3,98	8,01	6,87	1,57	23	6,80	6,94
0,4–0,315	3,76	6,49	5,19	0,98	19	5,18	5,20
0,315–0,25	3,53	6,12	4,55	0,85	19	4,71	4,39
0,25–0,16	6,22	12,22	9,40	1,7	18	8,94	9,86
0,16–0,1	5,90	12,09	9,37	1,99	21	9,26	9,48
0,1–0,063	6,45	13,82	9,37	2,60	28	9,84	8,90
0,063–0,05	2,64	7,32	4,59	1,66	36	4,58	4,60
0,05–0,01	11,06	24,09	15,82	4,55	29	17,98	13,66
0,01–0,002	9,44	14,05	11,11	1,71	15	7,60	10,68
<0,002						3,94	
Сумма			99,76			99,87	99,68

Таблица 2. Гранулярный состав мелкозема основной морены, залегающей на песчано-алевритовых отложениях в области распространения метаморфических и изверженных пород (14 анализов)
Table 2. Granular composition of the silt of the basal moraine bedding on sandy-siltstone sediments in the area of metamorphosed and igneous rocks occurrence (14 analyses)

Размер классов, мм	Предел колебания содержаний, %		Среднее содержание, %	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации
	от	до			
10–7	0,86	2,24	1,43	0,78	55
7–5	0,89	2,60	1,56	0,78	50
5–2,5	0,06	2,57	1,94	0,68	35
2,5–1,6	1,44	2,35	1,81	0,26	14
1,6–1,0	1,42	2,16	1,78	0,23	13
1,0–0,63	1,41	2,25	1,84	0,26	14
0,63–0,4	1,69	2,78	2,14	0,35	16
0,4–0,315	1,39	2,47	1,79	0,33	18
0,315–0,25	1,21	2,71	1,65	0,43	26
0,25–0,16	4,74	7,35	5,61	0,86	15
0,16–0,1	6,58	9,80	7,73	0,90	12
0,1–0,063	8,75	11,81	10,06	1,0	10
0,063–0,05	3,73	6,84	5,98	0,84	14
0,05–0,01	19,15	25,03	21,55	2,06	10
0,01–0,002	10,66	24,74	17,22	5,02	29
<0,002	9,07	27,45	15,09	4,98	33
Сумма			99,17		

Таблица 3. Гранулярный состав мелкозема основной морены, залегающей на глинах в области распространения песчаников терской свиты (12 анализов)
Table 3. Granular composition of the silt of the basal moraine bedding on clays in the sandstone occurrence of the Terskaya Suite (12 analyses)

Размер классов, мм	Предел колебания содержания, %		Среднее содержание по 8 анализам, %	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации	Среднее содержание, %	
	от	до				4 анализа	4 анализа
10–7	1,48	4,21	2,5	1,15	46	2,68	2,33
7–5	1,07	4,44	2,59	1,34	52	2,28	2,90
5–2,5	1,52	5,96	4,04	1,76	43	3,38	4,71
2,5–1,6	1,56	5,82	3,76	1,60	43	3,37	4,14
1,6–1,0	2,03	6,68	4,68	1,77	38	4,02	5,31
1,0–0,63	2,88	7,87	5,92	1,78	30	5,27	6,58
0,63–0,4	3,98	8,01	6,87	1,57	23	6,80	6,94
0,4–0,315	3,76	6,49	5,19	0,98	19	5,18	5,20
0,315–0,25	3,53	6,12	4,55	0,85	19	4,71	4,39
0,25–0,16	6,22	12,22	9,40	1,7	18	8,94	9,86
0,16–0,1	5,90	12,09	9,37	1,99	21	9,26	9,48
0,1–0,063	6,45	13,82	9,37	2,60	28	9,84	8,90
0,063–0,05	2,64	7,32	4,59	1,66	36	4,58	4,60
0,05–0,01	11,06	24,09	15,82	4,55	29	17,98	13,66
0,01–0,002	9,44	14,05	11,11	1,71	15	7,60	10,68
<0,002						3,94	
Сумма			99,76			99,87	99,68

В вертикальном разрезе гранулярный состав мелкозема морены, судя по результатам анализа четырех проб, отобранных с разных глубин в одном из обнажений, претерпевает незначительные изменения. Вверх по разрезу убывает содержание частиц размером 0,01–0,002 мм и менее 0,002 мм.

Гранулярный состав мелкозема морены со слоистой текстурой в целом идентичен составу обычной кексоподобной морены из соседних обнажений. В тонких же слоях содержится больше мелких частиц, чем в лежащих между ними слоях кексоподобной морены. В абляционной морене, как правило, тонких частиц меньше, чем в основной, а распределение обломочного материала по классам крупности приближается к распределению, наблюдаемому во флювиогляциальных отложениях.

Помимо обсуждавшихся материалов, в литературе имеются анализы менее детальные. Все они совместно с рассмотренными анализами помещены на треугольную диаграмму (рис. 6). На ней обособленное поле образуют точки, которые отвечают анализам основной морены, залегающей на глинистых породах. Фигуративные точки анализов морены, перекрывающей кристаллические породы и песчано-алевритовые отложения, перемешаны между собой. Точки, соответствующие анализам абляционной морены, не образуют самостоятельного поля, поскольку ее гранулярный состав по мере изменения состава мелкозема основной морены тоже меняется в направлении обеднения последнего частицами размером менее 0,1 мм и значительного увеличения количества песчаных, в меньшей степени гравийных частиц.

Вещественный состав морены

Рассмотрим прежде всего петрографический состав ледниковых галек и валунов. Сведения по этому вопросу имеются в работах многих исследователей (В. Рамзая, М. А. Лавровой, А. Д. Арманда и др.). На их основе сделаны важные в палеогеографическом отношении выводы о направлениях движения льда и подчеркнута связь петрографического состава валунов с составом кристаллических пород, подстилающих толщу антропогенных отложений. Соотношение обломков различных пород существенно меняется от подошвы к кровле толщи морены. Характер этого изменения выяснен нами по результатам 12 подсчетов состава галек из верхней и нижней частей разреза моренного горизонта в трех районах Кольского полуострова: на восточном побережье оз. Ловозеро (рис. 7, I), в окрестностях Рижгубы (западное побережье оз. Имандра) (рис. 7, II) и в пределах Вороньих тундр (рис. 7, III).

К востоку от оз. Ловозеро, где широко развиты биотитовые гнейсы, морена залегает на слаботрешиноватых коренных породах или элювии. В основании моренного пласта содержание галек местных пород – биотитовых гнейсов и мигматитов – составляет 76 %; выше по разрезу оно уменьшается до 45 %. Среди эрратических галек повсеместно доминируют гальки нефелиновых сиенитов Ловозерского щелочного массива, встречаются обломки пород Хибинского массива и габбро Главного хребта.

На западном побережье оз. Имандра примерно в 2 км к северо-западу от Рижгубы морена покрывает слаботрещиноватые эффузивы, кварциты и разнообразные сланцы рижгубской свиты имандра-варзугской серии. В 2–3 км западнее изученных разрезов морены распространены интрузивные тела основных и ультраосновных пород. Обломки всех перечисленных выше пород рассматриваются нами в качестве местных. Содержание их вблизи подошвы пласта морены равно 60 %, а вблизи кровли – 30 %. Эрратическими в этом районе являются гальки габбро Главного хребта и пород тундровой серии.

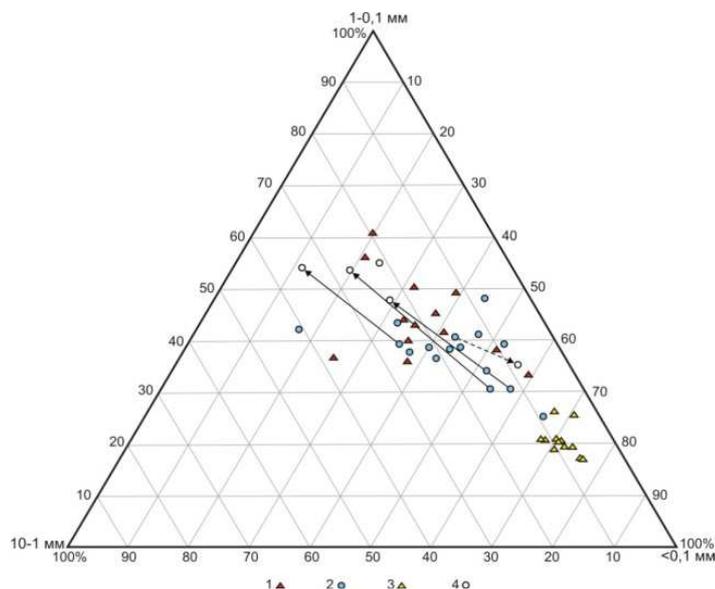


Рис. 6. Диаграмма гранулярного состава мелкозема морены.

Основная морена, залегающая на продуктах дезинтеграции кристаллических пород (1), на песчано-алевритовых отложениях в области развития кристаллических пород (2) и на глинах в области развития песчаников терской свиты (3); абляционная морена (4).

Сплошными стрелками показаны основные направления изменения гранулярного состава мелкозема в конкретных разрезах при переходе от основной морены к абляционной, пунктирной – второстепенные

The basal moraine bedding on products of the crystalline rocks desintegration (1), on sandy-siltstone sediments in the area of the crystalline rocks occurrence (2) and on clays in the sandstones occurrence area of the Terskaya Suite (3); and the ablation moraine (4). Solid arrows indicate major trends in change of the granular composition of the silt in certain sections in the transition from the basal moraine to the ablation one.

The dotted arrow indicates the secondary trends

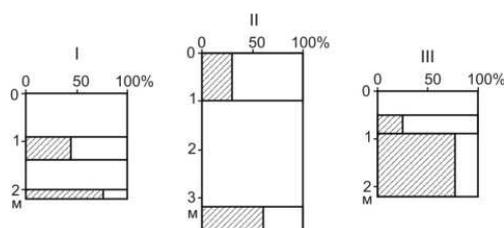


Рис. 7. Распределение галек подстилающих морену пород (заштриховано) по разрезу пласта морены различных районов западной части Кольского полуострова. Диаграммы составлены по результатам 12 определений петрографического состава галек

Fig. 7. The distribution of pebbles of basement rocks of the moraine (shaded) in the moraine section from different areas of the Kola Peninsula. The diagrams are constructed using results of 12 analyses of the petrographic composition of pebbles

В пределах Вороньих тундр (участок горы Полмос на северо-востоке района исследований) морена залегает, как правило, на элювии, редко – на слаботрещиноватых амфиболитах и гнейсах нижнего протерозоя. Обломки последних в приподошвенной части разреза морены составляют 77 %, а выше – всего лишь 24 %. Эрратические обломки представлены гальками и валунами архейских гнейсов, гранитоидов и нефелиновых сиенитов Ловозерского и Хибинского массивов [10].

Наряду с крупными обломками свежих пород разнообразного петрографического состава и формы в морене довольно часто присутствуют выветрелые гальки и валуны. Они средне-, иногда хорошо окатаны

и тяготеют к основанию моренного пласта. Чаще всего встречаются измененные обломки пород основного и ультраосновного состава, реже кислого. Они неоднократно отмечались А. В. Сидоренко [2] и другими геологами. Автором выветрелые валуны обнаружены в большом количестве на восточном побережье оз. Ловозеро и в окрестностях г. Кандалакши на перевале горы Крестовой. Гальки и валуны во всех местонахождениях изменены либо только с поверхности, либо по всему объему. В последнем случае, как правило, сохраняется текстурный рисунок исходной породы, а также некоторое количество неустойчивых, подавляющее большинство умеренно устойчивых и все устойчивые к агентам выветривания минералы. Для определения новообразованных минералов автором рентгеновским методом изучены воздушно-сухие, насыщенные глицерином, прокаленные и обработанные горячей соляной кислотой ориентированные препараты глинистых частиц продуктов выветривания 12 валунов. В глинистой фракции выветрелого габбро доминируют иллит и хлорит. Иллит образовался, очевидно, за счет изменения полевого шпата. Глинистые частицы, выделенные из выветрелых корок валунов ультраосновных пород, представлены в основном вермикулитом, иногда с реликтами флогопита, с примесью полевых шпатов, талька и актинолита. В глинистой составляющей валунов, выветрелых по всему объему, в том числе и превращенных в супесь, доминирует разбухающий минерал из группы монтмориллонита. В глинистой фракции ряда образцов присутствует минерал из группы каолинита. В нескольких разрезах морены центральной части Кольского полуострова вблизи основания моренного пласта обнаружены крупные валуны амфибол-биотитовых и биотитовых гнейсов, в которых практически весь биотит превращен в вермикулит. Они залегают совместно с валунами того же петрографического состава, не затронутыми процессами выветривания. Очевидно, все перечисленные валуны отторгнуты от широко распространенной в регионе коры выветривания гидрослюдистого типа [11]. Часть из них залегает на глубине порядка 4 м в плотной морене, что исключает воздействие на них агентов выветривания после накопления морены. Кроме того, существенно и то, что обнаруженный в продуктах выветривания некоторых валунов каолинит вообще не образовывался в регионе в четвертичный период [12].

В тяжелой фракции песчаных и алевритовых частиц морены каждого конкретного пункта рассматриваемого района, судя по многочисленным минералогическим анализам шлихов, отобранных в процессе геологической съемки региона, и единичным количественным определениям минерального состава проб из морены, как и в крупнообломочном материале, присутствуют минералы местных пород и принесенные издалека. Однако имеющихся данных недостаточно для корректного определения соотношения минералов названных групп. В легкой фракции практически повсеместно доминируют полевые шпаты и кварц.

Глинистые частицы морены представлены преимущественно иллитом или минеральной ассоциацией, включающей хлорит, иллит и вермикулит. В ряде случаев намечается связь состава глинистых частиц с составом подстилающих пород. Так, в морене, распространенной в пределах Ловозерского и Хибинского щелочных массивов, помимо иллита, установлены опал, аллофан и гиббсит, образовавшиеся при разложении нефелина. Вблизи выходов каолиновой коры выветривания встречается каолинит, а в морене на ультраосновных породах Монче-тундры обнаружен нонтронит [11].

Способы перемещения льда покровных ледников

Для обоснованной реконструкции механизма образования покровной морены на основе приведенного выше фактического материала необходимы сведения о типах движения льда в покровных ледниках. Они подробно рассмотрены в монографии Ю. А. Лаврушина [13]. Основных типов движения три. Это пластическое течение, при котором с минимальной скоростью перемещается лед вблизи контакта с подстилающими породами; вверх по разрезу ледника скорость движения льда постепенно возрастает и достигает максимума в самой верхней части разреза. Второй тип – скольжение пластин льда по внутренним сколам, образованию которых в большой мере способствуют неровности рельефа ложа ледника. И, наконец, третий тип движения – это скольжение ледника по породам ложа, т. е. перемещение льда как твердого тела. Эти типы движения льда присутствуют во всех ледниковых покровах. Они одновременно проявляются в различных участках ледникового покрова и могут сменять друг друга как в пространстве, так и во времени.

Заключение

Основная морена валдайского покровного оледенения представляет собой поликомпонентную смесь, в которой встречаются минеральные частицы и обломки кристаллических пород всех размеров, начиная от глинистых и кончая валунами и глыбами. Источниками обломочного материала, слагающего морену, являлась площадная кора выветривания гидрослюдистого типа и более древние четвертичные отложения, в меньшей степени – коренные породы и продукты их дезинтеграции.

В период максимального распространения ледникового покрова обломочный материал поступал в него только снизу, в основном вследствие примерзания к подошве ледника водонасыщенных осадочных пород ложа и посредством нагнетания рыхлых пород ложа в трещины во льду. Частично обломочный материал попадал в тело ледника в виде небольших отторженцев осадочных пород. Близость вещественного состава нижней части разреза основной морены и подстилающих пород, а также зависимость от характера

последних гранулярного состава мелкозема морены, свидетельствуют о том, что нижние слои льда сравнительно быстро насыщались обломками, теряли пластичность и отслаивались от продолжающего перемещаться ледникового покрова, причем господствующим было пластическое течение льда. Уплотнение ставшего неподвижным мореносодержащего льда, сопровождаемое таянием – замерзанием, приводило к его обезвоживанию и замещению мореной. Отслаивание происходило неоднократно, и, очевидно, именно этот процесс являлся ведущим в накоплении основной морены. В тех случаях, когда в данном пункте обломочный материал, содержащийся в отслоившейся чешуе, не успевал уплотниться к моменту отслоения каждой из последующих чешуй, возникала морена с неупорядоченной текстурой. Если же интервал между отделением чешуи был более продолжительным, перемещаемый обломочный материал взаимодействовал с уже сформировавшейся мореной. В итоге вследствие истирания обломков образовывались тонкие обогащенные глинистыми частицами слои, наблюдаемые в морене со "слоистой" текстурой. Обломочный материал, выведенный, в основном, по сколам и надвигам в высокие горизонты ледникового покрова, смешивался с обломками, которые поступали в те же горизонты с крупных возвышенностей коренного ложа. Этот разнородный материал совместно с обломками, поставляемыми нунатаками, большей частью перемещался на значительные расстояния и отлагался в фазу деградации оледенения, образуя верхний горизонт моренного пласта, в котором преобладают эрратические обломки, и гранулярный состав мелкозема утрачивает зависимость от состава подстилающих пород. Ориентировка длинных осей галек и валунов по направлению движения ледника обуславливается как вязко-пластичным течением, так и перемещением льда по плоскостям (сколов) среза. В формировании верхней части пласта морены в отдельных участках существенную роль играли талые ледниковые воды. В этом случае возникала абляционная морена, которая в конкретных разрезах зачастую может быть выделена лишь при наличии подстилающей ее основной морены. При скольжении ледника по ложу небольшие блоки осадочных пород смещались с мест первоначального залегания. Впоследствии, когда движение ледника как твердого тела сменялось перемещением по внутренним сколам и пластическим течением льда, в отторженцы в небольшом количестве поставлялись крупные обломки пород. После завершения формирования мореного пласта вследствие процессов замерзания – оттаивания возникала пластинчатая текстура.

Библиографический список

1. Сидоренко А. В. О доледниковой коре выветривания Балтийского щита. Доклады АН СССР. 1956. Т. 106, № 1. С. 114–117.
2. Сидоренко А. В. Доледниковая кора выветривания Кольского полуострова. М. ; Л. : АН СССР, 1958. 108 с.
3. Сидоренко А. В. Некоторые вопросы изучения осадочного покрова Кольского полуострова // Вопросы геоморфологии и геологии осадочного покрова Кольского полуострова. Вып. 1. Апатиты : Изд-во Кольского филиала АН СССР, 1960. С. 5–31.
4. Евзеров В. Я., Кошечкин Б. И. Палеогеография плейстоцена западной части Кольского полуострова. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1980. 105 с.
5. Шанцер Е. В. Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований // Тр. ГИН АН СССР. 1966. Вып. 161. 239 с.
6. Евзеров В. Я., Николаева С. Б. Пояса краевых ледниковых образований Кольского региона // Геоморфология. 2000. № 1. С. 61–73.
7. Евзеров В. Я. Позднеплейстоценовые и голоценовые оледенения в районе Ловозерских тундр на Кольском полуострове // Известия РГО. 2010. Т. 142, вып. 4. С. 65–80.
8. Арманд А. Д., Евзеров В. Я. О некоторых континентальных отложениях Кольского полуострова и вторичных изменениях в их строении // Рельеф и геологическое строение осадочного покрова Кольского полуострова : сб. статей. М. ; Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1964. С. 87–110.
9. Каган А. А., Солдухин М. А. Моренные отложения Северо-Запада СССР. М. : Недра. 1971. 137 с.
10. Рубинраут Г. С. Роль условий осадконакопления, неотектоники и особенностей рельефа в распределении, миграции и образовании концентраций тяжелых минералов в восточной части Кольского полуострова : дис. ... канд. геол.-мин. наук. Апатиты : КНЦ РАН, 1972.
11. Афанасьев А. П. Фанерозойские коры выветривания Балтийского щита и связанные с ними полезные ископаемые. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1977. 244 с.
12. Евзеров В. Я. Последствия климатических изменений четвертичного периода в Кольском регионе (на примере поздневалдайского оледенения и голоцена) // Вестник Кольского научного центра РАН. 2016. № 2 (25). С. 5–18.
13. Лаврушин Ю. А. Строение и формирование основных морен материковых оледенений. М. : Наука, 1976. 237 с.

References

1. Sidorenko A. V. O dolednikovoy kore vyvetrivaniya Baltiyskogo schita [On the pre-glacial weathering crust of the Baltic Shield]. Doklady AN SSSR. 1956. V. 106, N 1. P. 114–117.
2. Sidorenko A. V. Dolednikovaya kora vyvetrivaniya Kolskogo poluostrova [The pre-glacial weathering crust of the Kola Peninsula]. M. ; L. : AN SSSR, 1958. 108 p.
3. Sidorenko A. V. Nekotorye voprosy izucheniya osadochnogo pokrova Kolskogo poluostrova [Some issues of study of the sedimentary cover of the Kola Peninsula] // Voprosy geomorfologii i geologii osadochnogo pokrova Kolskogo poluostrova. Vyp. 1. Apatity : Izd-vo Kolskogo filiala AN SSSR, 1960. P. 5–31.
4. Evzerov V. Ya., Koshechkin B. I. Paleogeografiya pleystotsena zapadnoy chasti Kolskogo poluostrova [The palaeogeography of the Pleistocene of the western Kola Peninsula]. L. : Nauka. Leningr. otd-nie, 1980. 105 p.
5. Shantser E. V. Ocherki ucheniya o geneticheskikh tipah kontinentalnykh osadochnykh obrazovaniy [Sketch study of genetic types of continental sedimentary formations] // Tr. GIN AN SSSR. 1966. Vyp. 161. 239 p.
6. Evzerov V. Ya., Nikolaeva S. B. Poyasa kraevykh lednikovoykh obrazovaniy Kolskogo regiona [Belts of marginal glacial formations of the Kola region] // Geomorfologiya. 2000. N 1. P. 61–73.
7. Evzerov V. Ya. Pozdnepleystotsenovye i golotsenovye oledneniya v rayone Lovozerskikh tundr na Kolskom poluostrove [The late Pleistocene and Holocene glaciations in the Lovozero Tundra area on the Kola Peninsula] // Izvestiya RGO. 2010. V. 142, vyp. 4. P. 65–80.
8. Armand A. D., Evzerov V. Ya. O nekotorykh kontinentalnykh otlozheniyakh Kolskogo poluostrova i vtorichnykh izmeneniyakh v ih stroenii [On some continental sediments of the Kola Peninsula and secondary changes in their composition] // Relef i geologicheskoe stroenie osadochnogo pokrova Kolskogo poluostrova : sb. statey. M. ; L. : Nauka. Leningr. otd-nie, 1964. P. 87–110.
9. Kagan A. A., Soloduhin M. A. Morennye otlozheniya Severo-Zapada SSSR [Moraine deposits of the USSR North-West]. M. : Nedra. 1971. 137 p.
10. Rubinraut G. S. Rol usloviy osadkonakopleniya, neotektoniki i osobennostey relefa v raspredelenii, migratsii i obrazovanii konsentratsiy tyazhelykh mineralov v vostochnoy chasti Kolskogo poluostrova [The role of the sedimentation conditions, neotectonics and peculiar features of relief in the distribution, migration and formation of heavy minerals concentrations in the eastern Kola Peninsula]: dis. ... kand. geol.-min. nauk. Apatity : KNTs RAN, 1972.
11. Afanas'ev A. P. Fanerozoyskie kory vyvetrivaniya Baltiyskogo schita i svyazannye s nimi poleznye iskopaemye [The Phanerozoic weathering crusts of the Baltic Shield and minerals associated with them]. L. : Nauka. Leningr. otd-nie, 1977. 244 p.
12. Evzerov V. Ya. Posledstviya klimaticheskikh izmeneniy chetvertichnogo perioda v Kolskom regione (na primere pozdnevaldayskogo oledneniya i golotsena) [Results of the Quaternary climatic changes in the Kola region (showcase of the late Valdaian glaciations and the Holocene)] // Vestnik Kolskogo nauchnogo tsentra RAN. 2016. N 2 (25). P. 5–18.
13. Lavrushin Yu. A. Stroenie i formirovanie osnovnykh moren materikovykh oledneniy [The composition and formation of major moraines of continental glaciations]. M. : Nauka, 1976. 237 p.

Сведения об авторе

Евзеров Владимир Яковлевич – ул. Ферсмана, 14, г. Апатиты, Мурманская обл., Россия, 184209; Геологический институт КНЦ РАН, д-р геол.-мин. наук, вед. науч. сотрудник; e-mail: yevzerov@geoksc.apatity.ru

Yevzerov V. Ya. – 14, Fersmana Str., Apatity, Murmansk region, Russia, 184209; Geological Institute KSC RAS, Dr of Geol. & Miner. Sci., Leading Researcher; e-mail: yevzerov@geoksc.apatity.ru

V. Ya. Yevzerov

Lithology of the Late Valdaian glacial moraine in the western part of the Kola Peninsula

A profound study of the moraine has been provided. The results have been grouped according to the basement rocks composition. The basal moraines bedding on disintegration products of crystalline rocks, sandy siltstone sediments in the area of abundant metamorphosed and igneous rocks, and on clays in the sandstones occurrence of the Terskaya Suite have been considered. It has been defined that in the basement of the moraine bed there is a clear dependence of the large detrial material composition and the granular composition of the moraine silt on the basement rocks composition. The dependence considerably weakens upwards the section. The received data testify to the plastic glacier flow having dominated in the region, when layers in the glacier basement shifted slowest and the speed of the glacier movement increased upwards the section. The plastic flow has been associated with shifting along internal splits, which provides the inflow of the detrial material to the upper layers of the glacier. Some faults of the moraine that formed under the Middle Dryas advance of the glacier are considered as erratic mass of sedimentary rocks. Their contemporary appearance formed during the change of the glacier gliding along the bed for its inner shifting along internal splits and by plastic flow. An irregular-structured moraine occurred, when the detrial material in flakes, which lost their plasticity and as a result peeled off the basement of the moving glacier, did not consolidate before each flake peeled off. When the interval between the exfoliation of flakes was longer, the transferred detrial material interacted with the formed moraine. In result of the debris abrasion fine layers enriched by clayey particles occurred. The layers can be observed in a moraine with a bedded structure. The tabular structure was produced under the freezing of the previously deposited moraine. The ablation moraine differs from the basal one in its lower silt content. Along with the Quaternary sediments, the source of the detrial material was the area weathering crust of the hydro-mica type.

Key words: lithology, moraine, conditions of formation, Late Valdaian glaciation, Kola Peninsula.