

Н. Н. Трофимов, В. Н. Сафронов, Г. П. Греченкова

НАХОДКА ФРАГМЕНТА ДРЕВНЕЙ КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ НА ОНЕЖСКО-ЛАДОЖСКОМ ПЕРЕШЕЙКЕ

Введение

Фрагмент коры выветривания обнаружен в песчаном карьере № 1 в районе бывшей д. Маркелица (рис. 1) и пос. Вилла Гора в 40 км к западу от г. Петрозаводска. Флювиогляциальные пески в нем разрабатывались на площади 0,05 км² на глубину в среднем 5–7 м. Около 30 лет назад в подошве его юго-западной части на площади около 200 м² были вскрыты породы, напоминающие известняк и мергель. Возобновившиеся в этом году эксплуатационные работы по выемке крупнозернистых песков привели к углублению карьера на этом участке на 3–4 м и вскрытию их на полную мощность (рис. 2). Крупные (1–2 м) разрозненные обломки породы прослеживаются на север (вверх по течению) еще на расстоянии 40 м.

Геоморфологическая позиция

Рассматриваемый район расположен на южном склоне крупной Вохтозерской аккумулятивной возвышенности, входящей в состав ледораздельной зоны между Онежским и Ладожским ледниковыми потоками последнего скандинавского оледенения (Экман, 1987).

Вскрытая карьером порода, имеющая кремнисто-карбонатный химический состав, была погребена в толще флювиогляциальных осадков последнего оледенения, которые представляют собой дельтовые отложения водного потока в леднике. Его русловой фацией является озовая гряда северо-восточного простирания, расположенная поперек движения ледника (рис. 1). Длина оза около 6 км, ширина основания – 150–200 м, гребня – 10–30 м. В карьере № 2 гряда вскрыта на 10–15 м в глубину и разрабатывалась на песчано-гравийную смесь. В составе оза преобладают гравелистые пески – 90%, содержащие около 10% галечника и мелких валунов. Крупнообломочный материал на 95% имеет гранитоидный состав. Оставшиеся 5% представлены преимущественно долеритами и зелеными сланцами, но около 0,5% приходится на ятулийские кварциты, алевриты и песчаники с карбонатным цементом и шунгиты III разновидности. Галек карбонатного состава не установлено. Вы-

ше по течению потока (точка 3) в составе оза доля валунно-галечного материала увеличивается до 20–25%. В промежутке между точками 2–3 на его гребне наблюдаются участки со скоплением крупных (0,5–1,0 м) валунов.

Дельтовая фация этого водного потока имеет широкое развитие, но разрабатывалась непосредственно на продолжении оза – карьером № 1, где она представлена хорошо сортированными песками различной зернистости – от тонких – пылеватых разностей, с маломощными линзочками легкого суглинка, до крупнозернистых преимущественно. Угол падения слоев по направлению водного потока (с севера на юг) – 10–15°. Наблюдается ритмичное чередование слоев и система продольных сбросов и взбросов с амплитудой до первых десятков сантиметров (рис. 3). Пласт пород кремнисто-карбонатного состава лежит на слоистых крупнозернистых и гравелистых песках с угловым несогласием (рис. 2, 3). Таким образом, эти породы являются ледниковым отторженцем, который был освобожден из толщи льда и погребен среди водно-ледниковых отложений. В погребенном состоянии он изначально имел в плане изометричную плащеобразную форму размером примерно 20×5–15 м, а в разрезе – линзовидную с максимальной мощностью до 1,2 м. Эксплуатационными работами оказалась незатронутой только его часть (рис. 3).

В пределах площади развития водно-ледниковых отложений дельты имеются водоупорные горизонты, являющиеся или слоями суглинков, или фрагментами погребенных моренных отложений. На это указывает различный гипсометрический уровень разгрузки подземных вод в абсолютных отметках от 130 до 145 м, проявляющийся в виде многочисленных родников (рис. 1).

Особенности строения и состав

Вскрытый карьером отторженец имеет в плане плащеобразную, а в поперечном срезе линзовидную форму с волнистой нижней поверхностью, срезающей флювиогляциальные слои (рис. 2, 3).

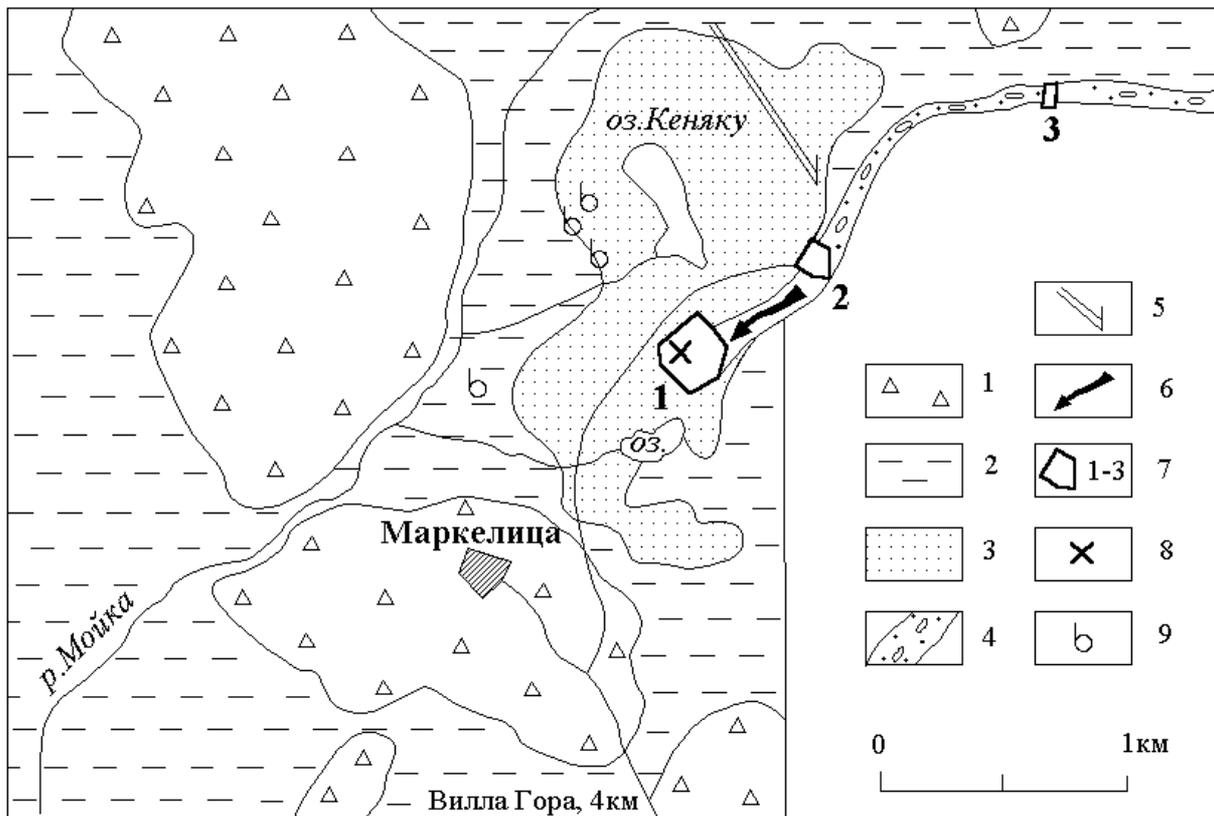


Рис. 1. Геоморфологическая схема размещения ледникового отторженца древней коры выветривания:

1 – моренные холмы; 2 – депрессии, выполненные озерно-ледниковыми песчано-суглинистыми отложениями; 3 – флювиогляциальная дельта, сложенная сортированными песчаными отложениями; 4 – озовая гряда песчано-гравийно-галечного состава; 5 – направление движения ледника; 6 – направление сноса обломочного материала в озевой гряде; 7 – песчано-гравийный карьер (1, 2) или разрез (3) в озевой гряде; 8 – место размещения отторженца; 9 – родники – область разгрузки подземных вод

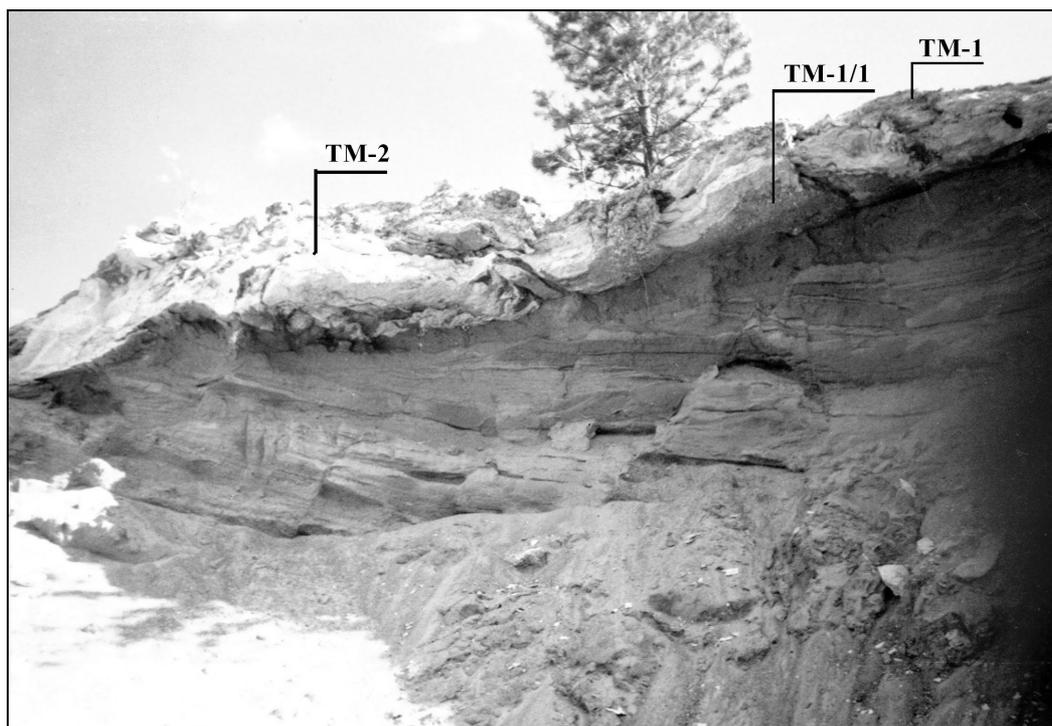


Рис. 2. Сульфат-карбонат-силикатная кора выветривания (белое – ТМ-2 и светло-серое – ТМ-1, ТМ-1/1), залегающая несогласно на флювиогляциальных песках (полосчатое темно-серое)

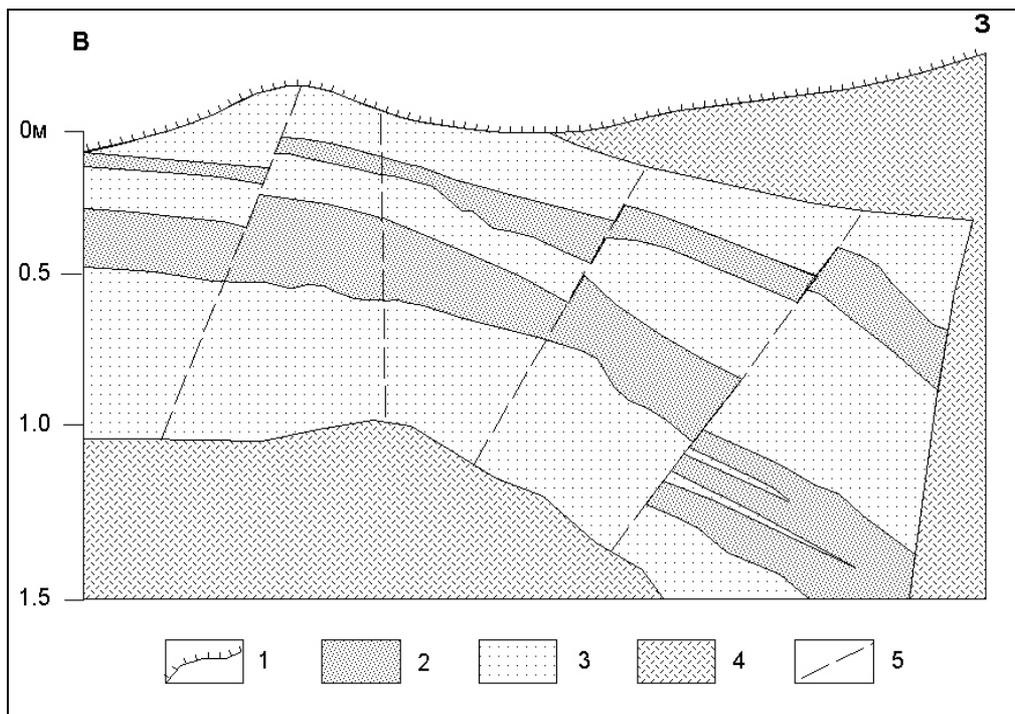


Рис. 3. Ритмичное строение флювиогляциальных песков ниже пласта древней коры выветривания:

1 – подошва пласта; 2 – гравелистые пески; 3 – крупнозернистые пески; 4 – песчаная осыпь (нарушенное залегание); 5 – сингенетичные микросбросы

В части разреза (свежая врезка карьером) линза сложена двумя разновидностями пород: внизу (обр. ТМ-2) – более светлыми, почти белыми;верху (обр. ТМ-1) – светло-серыми, приобретающими в сырую погоду серый с синеватым оттенком (цементный) цвет (рис. 2). Светлая разновидность имеет кремово-белый цвет, однородное массивное сложение без признаков сланцеватости и слоистости. Порода плотная, но легко раскалывается молотком с образованием неровных и полураковистых изломов, при полевом описании определена как мергель, плотность ее – 1,65 г/см³.

Вышележащий слой длительное время находился в условиях активного физического выветривания, чем, возможно, обусловлена его другая окраска. Порода в нем превращена в пластинчатую дресву (кровля пласта в подошве старого карьера) и приобрела сланцеватое сложение. Но в менее выветрелых участках можно найти массивные нерассланцованные образцы (ТМ-1/1), их плотность – 1,55 г/см³. Макроскопической особенностью слоя является содержание около 5, а иногда до 10%

включений кварца, реже полевого шпата, размером до 2 мм, рассредоточенных по породе или группирующихся в непротяженные слои в 1–3 зерна по мощности. Встречаются также редкие включения гравия размером 5–7 мм.

Химическим анализом установлен существенно кремнисто-карбонатный состав породы с заметной примесью сульфатной серы – 4,16–4,52%, окиси Mg – 3,46–5,06%, трехокси Al – 4,02–4,36% и значительным количеством воды – до 12,47% (табл. 1). При этом за основу состава следует принять содержание кремнезема и воды, определенное в обр. ТМ-2 как не содержащем механических примесей и не затронутым выветриванием.

Рентгенофазовый анализ обоих образцов показал, что порода имеет сложный и необычный минеральный состав – является смесью гипса, кальцита, фатерита и таумасита (табл. 2, 3). В образце ТМ-1, взятом с поверхности и пролежавшем в помещении три года, дополнительно выявлена дегидратированная разновидность гипса – бассанит. Его плотность резко уменьшилась по сравнению с обр. ТМ-1/1 и составила 0,92 г/см³.

Таблица 1

Результаты химического анализа образцов коры выветривания, масс. %

Образец	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O	ппп	P ₂ O ₅	CoO	NiO	CuO	SO ₃	Σ	S
ТМ-1	22,86	0,25	4,36	2,23	0,21	0,035	3,46	30,71	0,39	0,59	3,83	26,27	0,30	0,001	0,004	0,002	4,16	99,75	1,64
ТМ-2	17,22	0,27	4,02	2,72	0,14	0,051	5,06	33,41	0,06	1,17	12,47	18,41	0,14	0,002	0,004	0,002	4,52	99,66	1,81

Примечание. Анализы выполнены в аналитической лаборатории ИГ КарНЦ РАН. Аналитики: А. И. Полищук, Н. В. Питке.

Таблица 2

Набор межплоскостных расстояний $d(\text{Å})$ и относительная интенсивность для образца ТМ-1 и составляющих его фаз

ТМ-1	Гипс	Кальцит	Бассанит	Фатерит	Таумасит	Кварц
9,51 (20)					9,59(100)	
7,69 (12)	7,59 (77)					
5,99 (12)			6,01 (80)			
5,57 (5)					5,53 (22)	
4,23 (16)	4,28 (100)		4,28 (5)	4,26 (13)		4,26 (16)
3,83 (15)	3,80 (13)	3,86 (9)	3,83 (5)		3,79 (75)	
3,56 (6)			3,61 (5)	3,56 (63)	3,53 (6)	
3,45 (11)			3,47 (50)		3,42 (30)	
3,34 (58)						3,34 (100)
3,26 (39)				3,29 (75)		
3,19 (6)	3,17 (4)		3,22 (5)		3,19 (15)	
3,03 (100)	3,06 (55)	3,02 (100)	3,04 (10)			
2,87 (12)	2,88 (42)					
2,80 (22)	2,79 (8)		2,80 (90)			
2,71 (26)	2,68 (31)		2,72 (10)	2,73 (100)	2,72 (45)	
2,59 (11)	2,60 (3)		2,62 (5)		2,60 (20)	
2,49 (12)	2,50 (98)	2,50 (15)			2,51 (50)	
2,46 (7)	2,48 (2)					2,46 (9)
2,28 (23)		2,29 (20)	2,27 (5)			2,28 (8)
2,13 (6)			2,12 (10)		2,16 (20)	2,13 (6)
2,09 (18)	2,09 (11)	2,09 (16)			2,11 (25)	
2,06 (11)	2,08 (12)			2,06 (63)		
1,98 (7)	1,99 (2)					1,98 (4)
1,91 (26)	1,90 (9)	1,91 (22)	1,91 (10)			
1,87 (20)	1,88 (8)	1,88 (23)		1,87 (15)		
1,84 (26)			1,85(40)	1,83(63)		
1,81 (27)	1,81 (8)		1,81 (5)		1,82 (5)	1,82 (13)
1,78 (5)	1,78 (6)		1,79 (5)			
1,73 (5)			1,74 (15)			
1,69 (5)			1,69 (20)			
1,67 (10)	1,67 (3)		1,67 (20)			1,67 (4)
1,65 (8)				1,65 (31)	1,64 (4)	1,66 (2)
1,60 (9)	1,62 (5)	1,60 (12)	1,61 (5)		1,60 (2)	1,61 (1)
1,54 (10)		1,53 (7)	1,55 (5)			1,54 (9)
1,52 (10)		1,52 (7)	1,52 (5)			
1,47 (6)		1,47 (3)	1,47 (12)	1,48 (8)		
1,43 (10)		1,44 (9)	1,44 (7)			
1,38 (8)						1,38 (7)

Примечание. Исследования на аппарате ДРОН-3М, Си-излучение.

Таблица 3

Минеральный состав образцов ТМ-1 и ТМ-2

ТМ-1	ТМ-2
Гипс – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	Гипс
Кальцит – CaCO_3	Кальцит
Фатерит – CaCO_3 (гекс.)	Фатерит
Таумасит – $\text{Ca}_3\text{Si}(\text{OH})_6(\text{CO}_3)(\text{SO}_4) \cdot 13\text{H}_2\text{O}$	Таумасит
Бассанит – $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5 \text{H}_2\text{O}$	
Кварц – SiO_2	

Установленные в результате рентгеновского исследования минеральные фазы объясняют высокое содержание воды в породе (обр. ТМ-2), но не позволяют объяснить результаты химического анализа по соотношению CaO и SiO_2 , наличию $>4\%$ Al_2O_3 и MgO . В образцах возможно присутствие еще нескольких компонентов, диагностика которых затруд-

нена вследствие их малого количества и взаимного наложения дифракционных линий всех фаз. Такими минералами могут быть этtringит ($\text{Ca}_6\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_{12} \cdot 26\text{H}_2\text{O}$) и, возможно, мервинит ($\text{Ca}_3\text{Mg}(\text{SiO}_4)_2$), все основные линии которых совпадают с дифракционными максимумами экспериментального спектра образца ТМ-1 (рис. 4). Весьма вероятно также наличие аморфных фаз, не фиксируемых рентгенофазовым анализом. В шлифе просматриваются участки с микроглобулярной структурой. В частности, изъятая из целика песчаной толщи обособленная мелкая линзочка кремнисто-карбонатной породы типа ТМ-2 с поверхности была покрыта системой полигональных трещин, которые можно трактовать как трещины усыхания (дегидратация гипса и таумасита) или как кристаллизация геля (рис. 5).

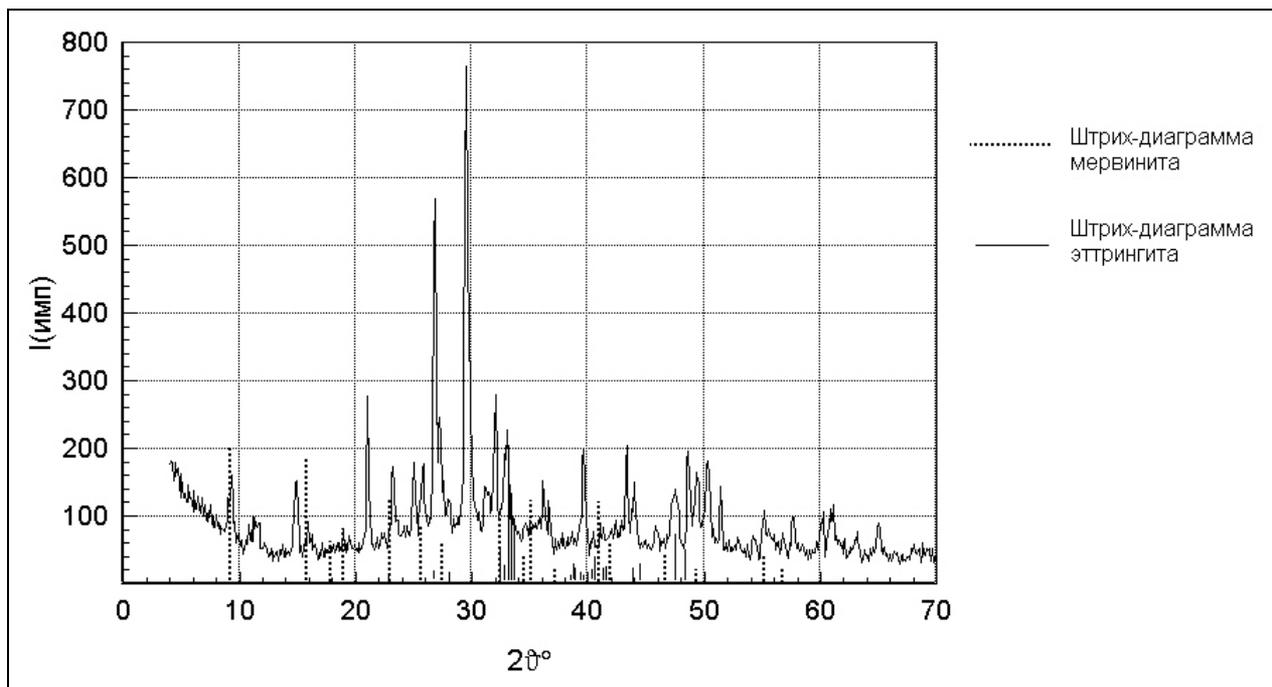


Рис. 4. Дифракционный спектр образца ТМ-1 и штрих-диаграммы мервинита и этtringита. ДРОН-3М, Cu-излучение

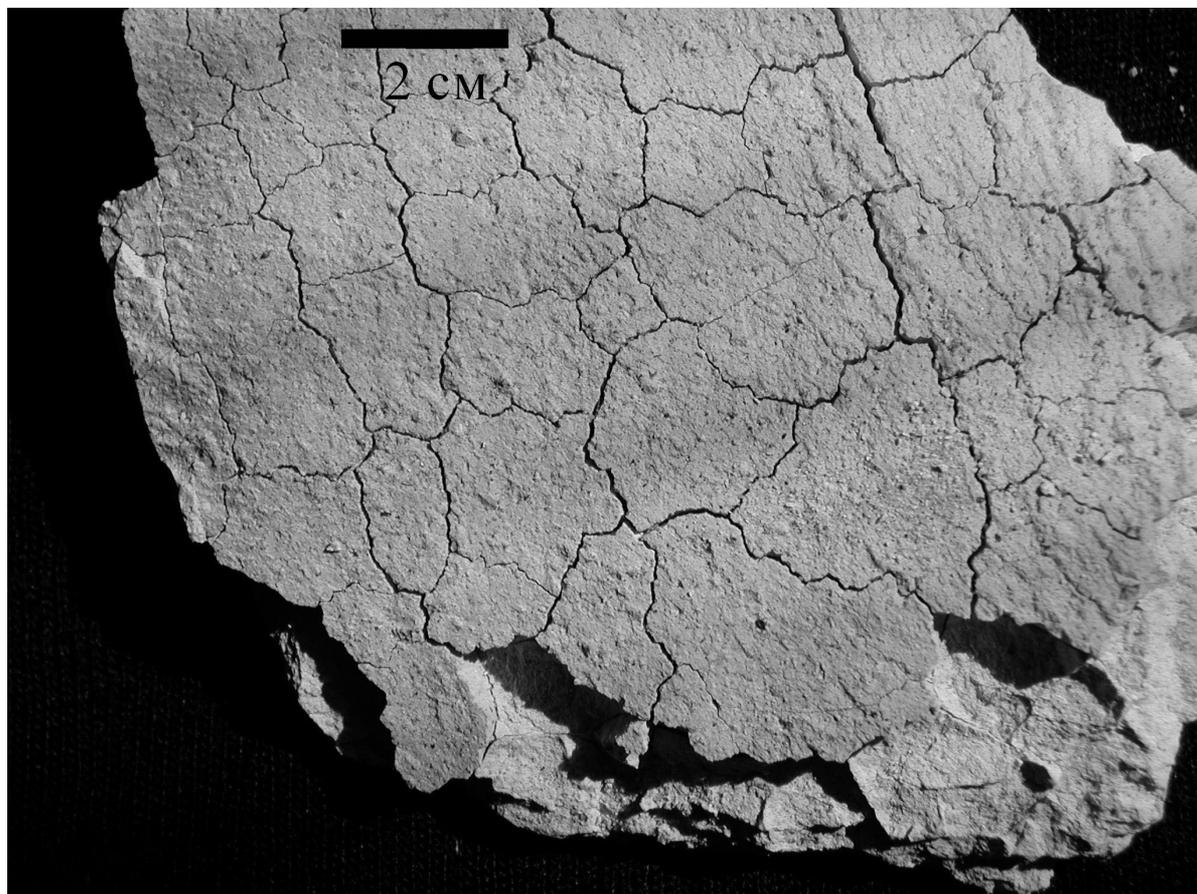


Рис. 5. Полигональная система трещин на поверхности обособленной линзы, отвечающей по составу обр. ТМ-2

Таким образом, минеральный состав породы представлен тремя классами: сульфаты (Са и Са-Аl) – гипс, эттрингит; силикаты (Са и Са-Mg) – таумасит, мервинит; карбонаты – кальцит, фатерит. В их числе два водных сульфата и один водный силикат. В классе карбонатов возможно еще присутствие группы кислых карбонатов, содержащих К и Na (табл. 1).

Необычность состава породы состоит в сочетании ассоциаций осадочной или экзогенной низкотемпературной – гипс, кальцит и высокотемпературной контактово-метаморфической – мервинит, эттрингит, таумасит (Костов, 1971). Эттрингит также образуется в качестве продукта изменения Са-алюмосиликатов (Дэн и др., 1953). Таким образом, данная порода является древней корой химического выветривания, образовавшейся на карбонатных породах вблизи контакта с интрузивом габбродолеритов.

Выводы

Погребенный в четвертичных водно-ледниковых отложениях крупный отторженец сульфат-карбонат-силикатной породы является фрагментом древней сульфатсодержащей коры химического выветривания существенно кремнисто-карбонатного состава. Присутствие в ее составе целой группы контактово-метаморфических минералов – таумасита, мервинита и эттрингита, образующихся в экзоконтактовой зоне интрузива габбродолеритов и карбонатных пород (Костов, 1971), позволяет предположить, что это кора линейного типа. Ее верхний слой был частично эродирован, испытал незначительное перемещение и переотложение, так как содержит олигомиктовый песчано-гравийный материал. Порода частично диагенезирована, на дневной поверхности не разрушается в течение нескольких лет, превращаясь со временем в дресву. Будучи достаточно мягкой, она не может выдержать длительной транспортировки.

В результате экзарационной деятельности поздневалдайского ледника был отторгнут крупный плащеобразный фрагмент коры выветривания. С учетом значительных размеров отторженца, его формы, небольшой плотности и прочности слагающих его пород, расстояние перемещения его ледником не должно превышать первых километров. Из толщи льда отторженец был освобожден

водно-ледниковым потоком, сформировавшим озую гряду и дельту (рис. 1). Высокая парусность (большая площадь и малая мощность) и низкая плотность допускают перенос отторженца потоком талых вод на первые сотни метров. Таким образом, коренное залегание этих пород находится поблизости – ориентировочно в 1 км к северу от оз. Кеняку (рис. 1).

Заключение

Для Карело-Кольского региона отмечено значительное количество находок кор выветривания (Сидоренко, 1958; Ладожское озеро, 1978; Афанасьев, 1980; Евзеров, 1983). Особенно много их на Кольском п-ове, имеющем более расчлененный рельеф и лучшую обнаженность, где А. П. Афанасьев (1980) выделяет среди сохранившихся фрагментов коры выветривания каолинового типа мезозой-палеогеновые и гидрослюдистого типа – на границе рифея и венда. На склонах Балтийского щита и Воронежском кристаллическом массиве он выделяет также красноватые коры выветривания – латеритный тип.

Регион, начиная с верхнего протерозоя является областью устойчивого поднятия, пенепленизации, деформаций и денудации. Поэтому были условия как для формирования кор выветривания, так и для их уничтожения. На Кольском п-ове в четвертичное время в ходе неоднократного оледенения через возвышенности Хибин и Кейв проходила зона главного ледораздела, в пределах которой ледниковая экзарация была значительно ослаблена, что, вероятно, и способствовало сохранению фрагментов дочетвертичных кор выветривания (Евзеров, 1983). Территория Карелии была областью интенсивного ледникового выплывания, но, как показывает данная находка и исследования последних лет, фрагменты дочетвертичных кор выветривания сохранились в понижениях рельефа коренных пород, а также в крупных водораздельных зонах. Возраст данной находки древней коры выветривания в районе д. Маркелица – оз. Кеняку можно оценить как венд или ранний палеозой. Одним из значимых моментов ее является присутствие гипса, которое позволяет предположить развитие в конце неопротерозоя – начале фанерозоя эвапоритовой формации.

ЛИТЕРАТУРА

Афанасьев А. П. История формирования кор выветривания и гипергенных полезных ископаемых на Кольском полуострове // Геология и полезные ископаемые мезокайнозойских образований Кольского полуострова. Апатиты, 1980. С. 5–36.

Евзеров В. Я. Состав морен скандинавских ледниковых покровов (источники первичного материала и механизм образования) // Коры выветривания и гипергенные полезные ископаемые восточной части Балтийского щита. Апатиты, 1983. С. 84–103.

Дэна Дж. Д., Дэна Э. С., Пэлач Ч. и др. Система минералогии. Т. II, полутом 1. М., 1953. 773 с.

Костов Н. Минералогия. М., 1971. 584 с.

Ладожское озеро (развитие рельефа и условия формирования четвертичного покрова котловины). Петрозаводск, 1978. 208 с.

Сидоренко А. В. Доледниковые коры выветривания Кольского полуострова. М., 1958. 108 с.

Экман И. М. Четвертичная система // Геология Карелии. Л., 1987. С. 79–83.