

УДК 581.7 (925.13)

С.В. ГУБИН, Г.Г. КАРТАШОВА

## КАРБОНАТНЫЕ ГОЛОЦЕНОВЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПРИМОРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ ЯКУТИИ

Поверхность обширных равнин Северо-Востока Азии и Аляски сложена толщей пылеватых отложений позднеплейстоценового возраста. Эти отложения с массивными жилами полигональных сингенетических льдов образуют платообразные и всхолмленные возвышенности ("едомы").

В настоящее время существует несколько гипотез происхождения этих толщ. Наиболее широко распространены аллювиальная или озерно-аллювиальная (Попов, 1953; Шер и др., 1979) и субэвразийная (Томирдиаро, 1980) гипотезы. Всеми исследователями отмечается исключительная монотонность механического состава слагающих эту формацию пород, представленных преимущественно пылеватым материалом, и полное отсутствие в отложениях гравия и щебня. В минералогическом составе преобладают плагиоклазы и кварц. Содержание карбонатов, как правило, колеблется в пределах 0,56–1,95% CaCO<sub>3</sub>.

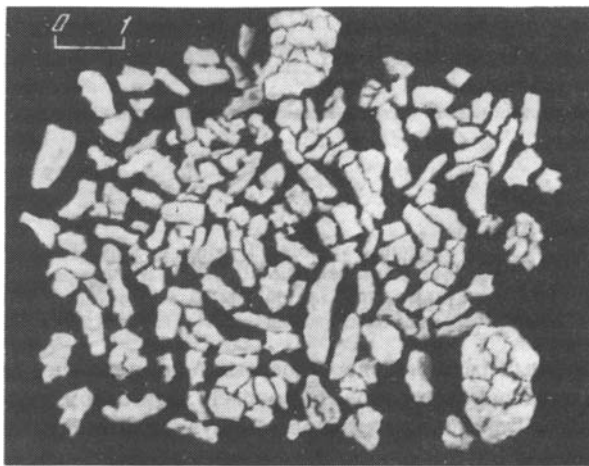
Последледниковое потепление в районах распространения едомных отложений вызвало широкое развитие термокарстовых процессов, приведших к формированию аласного и озерного типов ландшафтов и сокращению площадей, занятых едомой. В ряде мест она сохранилась лишь отдельными фрагментами в виде холмов и останцовых возвышенностей. На поверхностях едом формируются зональные тундровые или мерзлотно-таежные почвы с маломощными профилями и торфянистыми или грубогумусными верхними горизонтами. На аласах и в озерных котловинах развиты мощные торфяники или торфянисто-глеевые почвы в случае недавнего сброса термокарстовых озер.

В 1979 г. при проведении почвенно-мерзлотных работ в среднем течении р. Большая Чукочья на Колымской низменности был обследован уникальный природный объект, не имеющий пока аналогов по всей рассматриваемой зоне. На правом берегу ручья Хайлначи, правого притока реки, в 25 км от его впадения, с поверхности холма, сложенного материалом едомного комплекса, залегает слой 0,4 м карбонатных новообразований. У чукчей этот холм имеет культовое значение и носит название Белая гора<sup>1</sup>.

Новообразования представляют собой плотные, состоящие из карбонатов журавчики, по форме напоминающие корешки кустарничковых растений и мочковатые корни осочки. Преобладающие размеры новообразований — 5–7 мм в длину и 3–4 мм в поперечнике. Единично встречаются отдельности, достигающие 15–20 мм в длину и до 10 мм в поперечнике (рисунок).

Белая гора представляет собой участок едомы, тянущейся холмистой возвышенностью вдоль ручья Хайлначи. Ее ширина в этом месте не превышает 1,5 км. С запада к Белой горе непосредственно примыкает обширная озерно-аллювиальная равнина с протекающей по ней р. Олёр, с востока она подмывается ручьем. Над уровнем воды в ручье холм возвышается на 25–27 м. На юг и север он спускается относительно пологим склоном к небольшим седловинам. По высоте Белая гора не отличается от холмистых участков едомы, расположенных поблизости.

<sup>1</sup> В начале 60-х годов это место впервые посетил геолог Л.Л. Берман. В последние годы Белая гора несколько раз посещалась сотрудниками Института почвоведения и фотосинтеза АН СССР и Тихоокеанского института географии ДВО АН СССР.



Карбонатные новообразования

Вершину холма занимает ровная площадка до 80 м в поперечнике, разбитая на крупные, до 15 м, полигоны. Поверхность их сложена карбонатными новообразованиями. Центральные части полигонов лишены растительности. В межполигональных трещинах селятся дриада, единичные экземпляры карликовой березы, осочки и злаков. На отдельных полигонах сохранились фрагменты валиков, состоящие также из карбонатных новообразований. Ни на одной из расположенных вблизи вершин холмов, ни в отложениях ручья, ни на прилегающих участках озерно-термокарстовой заболоченной равнины подобные карбонатные новообразования не были обнаружены.

В шурфе, заложенном в центре одного из полигонов, вскрыто строение верхней 60-сантиметровой толщи этого холма.

На поверхности находится 2-сантиметровый слой почти полностью освобожденных от карбонатной пыли и мелкозема слабыветрелых карбонатных журавчиков желтого цвета.

2–10 см. Слой желтовато-серого цвета, состоящий из мелких журавчиков (до 5 мм) и серой пылевой массы карбонатов, образовавшейся при разрушении новообразований. Слой имеет уплотненное сложение, но при слабом надавливании распадается на составляющие компоненты.

10–20 см. Серовато-бурая уплотненная масса, состоящая из хорошо сохранившихся журавчиков сравнительно крупных размеров (около 7 мм), пылеватого карбонатного и торфянистого материала, мелких бурых корней. Поверхность новообразований имеет буроватую окраску.

20–42 см. Буроватая масса, в подавляющем объеме состоящая из крупных (около 10 мм) журавчиков без признаков выветривания, пылеватого карбонатного материала бурой окраски за счет обильных примесей торфянистой пыли и небольшого количества серого пылеватого материала. Единично встречаются мелкие, сильноминерализованные корешки.

42–45 см. Среднеразложившийся темно-коричневый торф, лишенный минеральных примесей (карбонатов, алевритов). Под биноклем можно различить отдельные полуразложившиеся листья осочки, обугленные веточки. В торфе встречаются вертикально ориентированные карбонатные журавчики длиной 10–15 мм и в поперечнике до 3 мм. Обращает на себя внимание относительно четко выдержанное расстояние между находящимися *in situ* новообразованиями карбонатов – один на 5–7 сантиметров прослоя. Отмечены "столбики", состоящие из 2–4 "члеников" размером от 3 до 7 мм. Некоторые имеют тончайшие боковые отростки, повторяющие форму корешков.

45–60 см. Серый пылеватый материал, лишенный карбонатных новообразований. Вскипает от 5%-ной HCl. Мерзлота с глубины 47 см.

В небольшом обнажении в нижней части холма вскрыты мощные жилы сингенетических льдов.

Проведенный рентгенофазовый анализ материала журавчиков указывает, что они полностью состоят из кальцита.

В шлифах из различных по размеру новообразований, выполненных из поперечных

срезом, иногда прослеживается очень тонкий полый внутренний канал. Вокруг него концентрическими слоями отлагается микрокристаллический кальцит. Встречаются новообразования, у которых граница между слоями отенена легкой бурой окраской. В продольных срезах материал отдельных слоев образует натечную, почковидную форму скопленных карбонатов. Какие-либо другие минеральные включения в массе новообразований отсутствуют. Изредка в центральном канале или материале можно встретить мельчайшие частички буроуго органического вещества.

В шлифах, изготовленных из материала средней части толщи, включающего в себя как новообразования, так и пылеватую массу, также отмечается абсолютное преобладание карбонатного материала. Наряду с ним присутствуют мелкие частички полуминерализованных органических остатков. Другие минералы пылеватой фракции, в основном полевые шпаты и кварц, составляют менее 5–10% объема.

Размеры, формы образований, строение их внутренних частей, положение в торфянистом материале указывают на то, что они формировались по ходам корневых систем кустарничков и осочки.

Незначительное количество минеральных примесей во вмещающей массе, почти полное отсутствие их в материале новообразований, а также обильное присутствие здесь мельчайших частичек торфа позволяют предположить, что формирование карбонатных новообразований шло в толще торфяника.

Дифференциация материала по размерности и степени выветрелости в 40-сантиметровом слое новообразований происходит в результате выветривания, в основном физического, и перераспределения пылеватых фракций в толще этих отложений. В то же время нахождение их на водоразделе, обдуваемом со всех сторон ветром, способствует активному выносу пылеватого материала за пределы вершины холма. Этим объясняется практическое отсутствие пыли и мелкозернистого материала на поверхности и относительное увеличение содержания более крупных форм новообразований со следами выветривания.

С глубиной сохранность их возрастает, резко увеличивается содержание довольно хрупких форм, повторяющих строение тонких мочковидных корневых систем. Возрастание содержания карбонатной пыли в значительной степени объясняется вымыванием ее из лежащего выше слоя, в меньшей степени она является продуктом разрушения новообразований на месте.

Проведенное Л.Д. Сулержицким радиоуглеродное датирование торфа из разреза (глубина 42–45 см) дало возраст  $9190 \pm 40$  лет (ГИН-4058). Таким образом, время начала формирования торфяника соответствует выделяемому для этого региона Т.Н. Капиной и А.В. Ложкиным (1982) бореальному периоду (9500–8000 л.н.). Это пик голоценового оптимума, в котором, как предполагается, температура превышала современную на 8–9°C (Ложкин и др., 1975). В зоне современных арктических и типичных тундр спорово-пыльцевые спектры из отложений бореального периода (голоценового оптимума) характеризуются доминированием пыльцы деревьев и кустарников, особенно ольховника, образующего голоценовый "пик" (Капина, Ложкин, 1982). По их данным, в это время высокоствольная береза и крупный ольховник продвигались к северу до арктического побережья и островов.

Палинологический анализ 3-сантиметрового горизонта торфа с глубины 42–45 см (таблица) фиксирует доминирование пыльцы древесно-кустарниковой группы (66,5%), но представлена она практически только пыльцой кустарников, ее единственный доминант не ольховник, а береза кустарниковая, идущая значительно дальше на север, чем ольховник. Последний выполняет роль субдоминанта. Пыльца трав занимает подчиненное положение; в ней нет ярко выраженного доминирующего семейства, а чаще других (до 10%) отмечаются злаки и гвоздичные. В незначительном количестве, в пределах первых процентов, присутствует пыльца кипрейных, синюховых, маревых, сложноцветных, в том числе полыни, и верескоцветных. Спор почти нет – обнаружено зерно сфагнового мха и папоротникообразные, в сумме составляющие 3,5%.

Практическое отсутствие пыльцы древесных пород, особенно хвойных, и относитель-

но небольшое участие пыльцы ольховника не позволяют отнести климатические условия времени формирования торфяника (во всяком случае, его исследуемой части) к "пикку" голоценового оптимума. Приведенный спектр скорее можно характеризовать как спектр относительно прохладного отрезка.

Палинологическому исследованию были подвергнуты также карбонатные новообразования и вмещающий горизонт, представленный пылевой карбонатно-торфянистой массой. Образцы на спорово-пыльцевой анализ были отобраны с глубины 20—40 см.

Доминантная группа спектра из карбонатных новообразований представлена пылью трав (41%), основу которых составляют злаки (13%) и неопределенное разнотравье (17%). Представители других, довольно разнообразных семейств — маревых, сложноцветных, гвоздичных, розоцветных, лютиковых, бобовых, верескоцветных, а также полины — встречаются в количестве 1—3% или в виде единичных находок. Группа древесно-кустарниковой пыльцы занимает подчиненное положение (30%) и также бедна флористически, как и аналогичная группа из вышерассмотренного спектра. Пыльца резко доминирующих кустарников относится всего лишь к трем формам: кустарниковая береза и ольховник (по 12%) и ива (4%). Пыльца деревьев представлена лишь редкими зернами березы древовидной (2%). Спор мало; их доминант — споры зеленых мхов (12%), в небольшом количестве или единично найдены споры сфагнового мха, плауна и плаунка сибирского. Много зерен неопределенной систематической принадлежности, что объясняется плохой сохранностью пылевых зерен.

Спорово-пыльцевой спектр из вмещающего горизонта, характеризующий те же глубины, аналогичен спектру из карбонатных новообразований и по количественным, и по качественным критериям (см. таблицу). В нем лишь несколько возрастает процентное содержание пыльцы древесно-кустарниковой группы (43%) за счет незначительного увеличения пыльцы ольховника и березы кустарниковой. Отмечено зерно сосны (стланика?). Группа трав и кустарничков практически тождественна и количественно (также 41%), и по видовому составу группе трав спектра из карбонатных новообразований: она отличается лишь небольшими изменениями процентных соотношений своих компонентов, но при этом сохраняется их прежнее соподчинение: доминируют злаки, много неопределенного разнотравья, представители остальных семейств присутствуют в виде незначительной примеси или единично. Найдено зерно синюховых, отсутствовавших в первом спектре. Аналогична приведенной выше и группа спор.

Почти полная тождественность спектров карбонатных новообразований и вмещающих отложений, несомненно, свидетельствует об их формировании не только растительностью одной и той же зоны, но, более того, однородными локальными ценозами, существование которых требовало и однородных (очень близких) локальных физико-географических условий (микrokлимата, характера увлажнения, материнских пород, положения в рельефе и т.д.). Поэтому вероятнее предположить, что спектры сформированы в результате жизнедеятельности одного и того же растительного сообщества. Тогда вполне обосновано допущение, что формирование и новообразований, и вмещающей толщи шло одновременно, в период существования этого ископаемого растительного сообщества.

Сравнение исследуемых спектров с современными тундровыми спектрами близко расположенных территорий (дельта р. Колымы) позволяет реконструировать характер этого сообщества. Так, для современных спектров, как правило, характерно большое участие пыльцы древесно-кустарниковой группы (50—60%) и постоянное присутствие пыльцы кедрового стланика. Несколько иного характера и пыльца трав, где резко доминирует пыльца верескоцветных. Видимо, во время образования исследуемых спектров (и, естественно, отложений) существовала, как и теперь, тундровая растительность, но несколько более криофильного облика — кустарники, в основном березы, занимали меньше площади, а кедровый стланик, и сейчас играющий очень незначительную роль во флоре региона, отступал в более южные районы. Тем не менее это растительность не перигляциального, а межледникового характера. Присутствие пыльцы гвоздичных, маревых и спор плаунка сибирского позволяет предположить, что элементами локаль-

Палинологические данные по трем разновидностям осадков\*, %

Показатель	Карбонатные новообразования	Вмещающий материал	Торф
Содержание пыльцы деревьев и кустарников	30	43	66,5
Содержание пыльцы трав и кустарничков	41	41	30
Содержание спор	15	11	3,5
<i>Пыльца деревьев и кустарников</i>			
Pinus	—	+	—
Betula древовидная	2	5	3
B. кустарниковая	12	16	45
Alnaster	12	19	17
Salix	4	2,5	1
<i>Пыльца трав и кустарничков</i>			
Gramineae	13	14,5	10
Caryophyllaceae	2	2,5	10
Chenopodiaceae	1	1,5	1
Ranunculaceae	+	—	—
Rosaceae	1	+	—
Leguminosae	+	+	2
Ericales	+	3	1
Polemoniaceae	—	+	4
Onagraceae	—	—	1
Artemisia	4	3	2,5
Compositae	+	1,5	2
Разнотравье неопр.	17	12	5
<i>Споры</i>			
Bryales	12	6,5	—
Sphagnum	2	3	1
Selaginella sibirica	+	+	—
Lycopodium alpinum	+	+	—
<i>Неопределенные формы</i>	13	5	—

\*Знак "минус" означает отсутствие, "плюс" — единичные зерна.

ных условий были, вероятно, несколько повышенное засоление и относительная сухость (склоны).

Как уже отмечалось, накопление слоя торфа происходило в эпоху относительного похолодания бореального периода, возможно соответствовавшего похолоданию лентхольда, выделенному Н.А. Хотинским (1985). Видимо, и образование верхнего горизонта, включающего карбонатные новообразования, также надо датировать этим временем, так как наряду с общей близостью всех трех исследованных спорово-пыльцевых спектров в спектрах верхнего горизонта заметно уменьшение роли пыльцы кустарников, связанное, видимо, с продолжением этапа относительного похолодания.

Таким образом, данные палинологического анализа дают основание предполагать, что накопление торфа и карбонатно-торфянистой толщи с карбонатными включениями шло в течение единой эпохи — похолодания в начале бореального периода, а формирование карбонатных новообразований и вмещающей толщи происходило одновременно.

Факт формирования карбонатных новообразований в подобных условиях является уникальным явлением. Достаточно сказать, что из условий (климатических, почвенно-гидрогеологических, геоморфологических, геоботанических и т.д.), необходимых для

формирования континентальных конкреций (Македонов, 1966) в обстановке, существовавшей в этот период, могла реализоваться лишь небольшая часть, да и то в весьма специфических формах.

Ход формирования журавчиков в торфянике, по нашему мнению, можно представить следующим образом. Периодически на мерзлую поверхность формирующегося торфяника поступали в небольшом количестве воды, насыщенные кальцием и гидрокарбонатом. Присутствие последнего в достаточных количествах было даже не обязательным, так как разлагающаяся масса торфа продуцирует в растворе  $\text{CO}_2$ . Эти воды по корневым ходам проникали в глубь толщи, где и происходило выпадение кальцита. Невысокое содержание карбонатов в подстилающем торф минеральном горизонте ( $\text{CaCO}_3 - 2,5\%$ ), практическое отсутствие этих солей в нижней части слоя торфа, за исключением отдельных вертикально расположенных журавчиков, часто не достигающих нижней границы этого слоя, исключает транспортировку солей с надмерзлотными водами. Вряд ли имела место и боковая подпитка, так как в этом случае можно было бы ожидать большое разнообразие морфологических форм выделения кальцита и формирование полностью окarbonаченных корковых горизонтов.

Для решения вопроса происхождения рассматриваемой толщи карбонатов важно выявить источник вод с высокой степенью насыщенности  $\text{Ca}^{2+}$  и, возможно,  $\text{HCO}_3^-$ , а также уточнить место формирования торфяника.

Следует обратить внимание, что толщи плейстоценовых отложений небогаты карбонатами. Химическое исследование материала ряда плейстоценовых разрезов на Колымской низменности показало, что содержание  $\text{CaCO}_3$  в их материале колеблется от 0,56 до 1,95%, а чаще не превышает 0,80%. Таким образом, карбонаты едомных отложений вряд ли могли стать источником для формирования рассматриваемых новообразований.

Как возможные источники кальция следует упомянуть продукты выветривания кальцийсодержащих полевых шпатов — плагиоклазов, которые составляют основную массу минералов едомной свиты, а также биогенный кальций, содержание которого в ландшафтах тундростепей позднего плейстоцена должно было быть повышенным. Однако все эти источники не обеспечивали необходимого для образования карбонатов насыщения поверхностных вод катионами, на что указывают разрезы аласных отложений, в которых также присутствует торф и в которые эти воды попадали в избытке. Состояние, близкое к насыщению, могло возникнуть лишь в бессточном неглубоком водоеме, где происходило бы накопление, выпаривание или вымораживание собранных поверхностных вод.

Другим источником вод гидрокарбонатно-кальциевого состава могут быть глубинные воды. По данным геофизических исследований, долина р. Большой Чукочьей заложена по линии глубинного разлома, поэтому здесь не исключена возможность их разгрузки. По устному сообщению Л.Л. Бермана, в низовьях р. Коньковой — правом нижнем притоке Большой Чукочьей, в береговых обнажениях, сложенных мерзлыми едомными толщами, наблюдались выходы теплых грунтовых вод с температурой  $+18 - +20^\circ\text{C}$ . Температура толщи мерзлых пород в этом районе составляет от  $-10$  до  $-12^\circ\text{C}$ . Дебит источников был незначительным. В ходе проведенных в 1979–1984 гг. маршрутных исследований в нижнем течении р. Большой Чукочьей подобных выходов вод нами обнаружено не было. Не исключено, что они локальны и имеют временной характер. Вскрытые термокарстом или речной эрозией выходы этих вод при небольшом дебите могут быть вновь замурованы мерзлотой. Таким образом, на рассматриваемой территории влияние глубинных вод может быть гипотетически допущено для объяснения формирования небольших озер с повышенной минерализацией вод, а также как прямой источник гидрокарбонатно-кальциевых вод при формировании рассматриваемого вида новообразований.

Важен вопрос о возникновении такой большой толщи карбонатных, хорошо сохранившихся новообразований, которыми являются отложения Белой горы. Если исходить из того, что формирование их шло в массе торфяника, и допустить последующее на-

копление на месте его деградации, то, судя по хорошей обособленности журавчиков, отсутствию их сростков, корок и распределению этих новообразований в слое торфа, необходимо признать, что масса органического материала в 6–8 раз и даже больше превышала массу накопившегося карбонатного материала, т.е. мощность торфяника должна бы быть значительно более 3 м. Как известно, мощные торфяники в зоне тундры, лесотундры формируются в речных долинах, аласных понижениях, озерных котловинах. На их формирование уходят многие тысячелетия, а едомные отложения в подобных ландшафтах значительно трансформируются процессами протайки. Обследование небольших обнажений в верхних частях склонов Белой горы и находящихся поблизости других участков едомы показало, что их материал по морфологическим показателям льдистости очень сходен и вряд ли может быть отнесен к аллювиальным отложениям или таберальным осадкам периода голоцена.

Принимая во внимание резкий переход толщи, состоящей из журавчиков, торфянистой и карбонатной пыли, в слой хорошо сохранившегося торфа, можно предположить, что основная масса новообразований является переотложенным материалом и принесена водой, при этом перенос осуществлялся на очень ограниченное расстояние.

Учитывая нахождение Белой горы на самом краю громадной озерно-аллювиальной равнины, можно предположить, что рассматриваемый участок являлся прибрежной зоной или формирующимся заливчиком развивающегося термокарстового озера. Торфяник, оказавшийся на берегу, разрушался волновыми процессами, новообразования вымывались и в определенных зонах, переотлагаясь, накапливались. Другой, но менее вероятный путь – разрушение торфяника, вымыв и переотложение новообразований постоянными или временными водными потоками. Но ручей или небольшая река, сформировавшие такую толщу отложений, должны были бы до основания разрушить торфяник, из аллювия вынести легкие органические остатки и обогатить его едомным материалом.

Причиной узкой локализации наблюдаемого явления следует считать также расположение Белой горы на самом краю озерно-аллювиальной равнины, рост которой протекает за счет прирезания и переработки новых участков едомы, в том числе и рассматриваемого.

Изложенный материал, по мнению авторов, отражает лишь некоторые возможные пути формирования уникальных карбонатных голоценовых отложений на поверхности едомы на Приморской низменности и проливает дополнительный свет на природные условия и геохимическую обстановку этой территории в голоцене.

## ЛИТЕРАТУРА

- Каплина Т.Н., Ложкин А.В. История развития растительности приморских низменностей Якутии в голоцене // Развитие территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене. М.: Наука, 1982. С. 207–219.
- Ложкин А.В., Прохорова Т.Н., Парий В.П. Радиоуглеродная датировка и палинологическая характеристика отложений аласного комплекса Колымской низменности // ДАН СССР. 1975. Т. 224, № 6. С. 1395–1398.
- Македонов А.В. Современные конкреции в осадках и почвах. М.: Наука, 1966. 282 с.
- Попов А.И. Особенности литогенеза аллювиальных равнин в условиях сурового климата // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1953. № 2. С. 60–72.
- Томирдиаро С.В. Лессово-ледовая формация Восточной Сибири в позднем плейстоцене и голоцене. М.: Наука, 1980. 171 с.
- Хотинский Н.А. Радиоуглеродная хронология природных и антропогенных рубежей голоцена // Тез. докл. Всесоюз. конф. "Геохронология четвертичного периода". Таллинн, 1985. С. 9–13.
- Шер А.В., Каплина Т.Н., Гитерман Р.Е. и др. XIV Тихоокеанский научный конгресс: Путеводитель научной экскурсии по проблеме "Позднекайнозойские отложения Колымской низменности". Тур XI. М.: Наука, 1979. 116 с.

## ABSTRACT

The paper considers structural and qualitative composition of newly-formed surface carbonate deposits occurring in Edomian sequences of the Primoryc lowland in Yakutia. Their dating is presented as well as depositional environments and probable carbonate materials' sources.