

И.Д. ДАНИЛОВ

ОСОБЕННОСТИ ЛИТОГЕНЕЗА МОРЕНОПОДОБНЫХ ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОСТОКА БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ

Наиболее широко распространенным компонентом четвертичных отложений восточной части Большеземельской тундры является мощная (40-60 м) толща, состоящая преимущественно из серых несортированных валунных суглинков, обладающих характерной оскольчато-щебневатой структурой. Суглинки по разрезу и по простиранию переходят в слоистые (иногда ленточные) глины, супеси, пески, залегающие чаще всего линзообразно. Валунно-галечный материал, включенный в суглинки, разнообразен по петрографическому составу и по степени окатанности, расположение его беспорядочное. Суглинки и линзы песков содержат редкие обломки морских четвертичных раковин и растительные остатки.

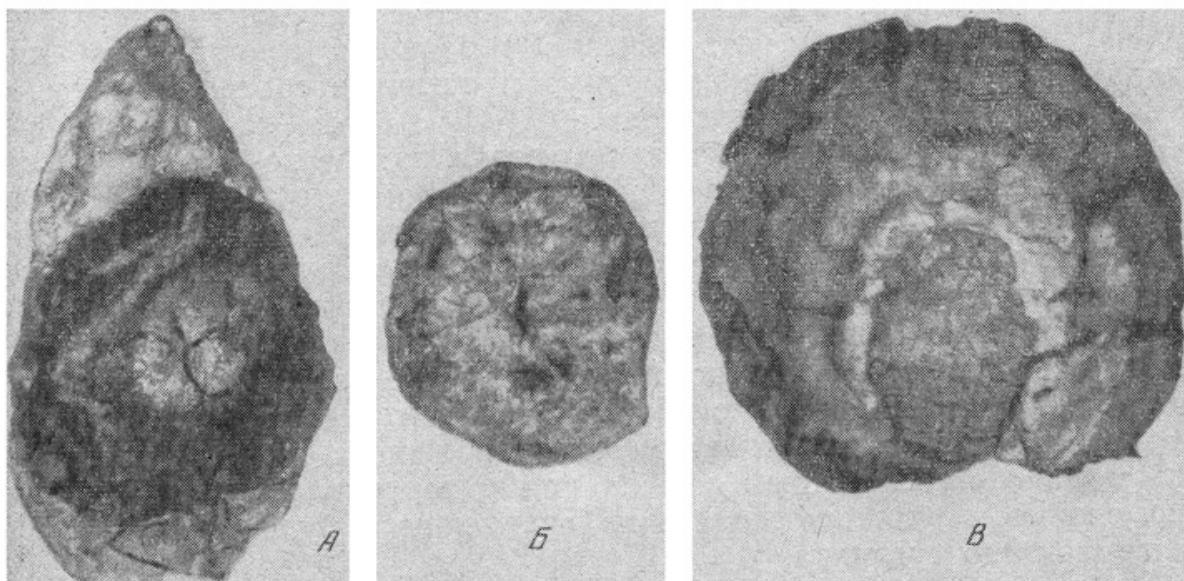
Общепринято считать серые валунные суглинки континентально-ледниковыми [Воллосович, 1961; Софронов, 1944 и др.]. Ряд исследователей полагают, что накопление осадков, слагающих эту толщу, происходило на дне морского водоема, в который айсбергами или припайным льдом поставлялся крупнообломочный материал [Афанасьев, 1961; Попов, 1961; Данилов, 1962].

При исследованиях в Воркутском районе летом 1959-1960 гг. и на юго-западных склонах Пай-Хоя в 1961 г. в серых валунных мореноподобных суглинках и содержащихся в них линзах слоистых песков нами были обнаружены стяжения типа конкреций. В валунных суглинках эти стяжения редки и встречаются спорадически. В линзах же песков мелкие конкрециевидные стяжения часто располагаются послойно.

Размер стяжений колеблется от 1-2 мм до 4 см. Более крупные экземпляры приурочены к суглинкам, а более мелкие - к пескам. Форма стяжений эллипсоидальная, округлая, лепешкообразная или неправильно изометрическая.

Стяжения в большинстве случаев сложены темно-серым, во влажном состоянии почти черным, очень рыхлым (при высыхании сыпучим), мелкозернистым веществом однородной текстуры. На фоне темного мелкозернистого вещества видны точечные желтые блестящие вкрапления, при дальнейших исследованиях оказавшиеся пиритом. Некоторые конкреции имеют более сложное строение. Например, в серых валунных суглинках была обнаружена конкреция, имеющая концентрическое строение (рис. 1). Округлое ядро этой конкреции сложено светло-желтым блестящим веществом мелкозернистой структуры. По периферии вещество ядра постепенно переходит сначала в белесовато-серое, а затем в черное, рыхлое аморфное вещество либо довольно резко контактирует с последним. В черном веществе видны блестящие желтые включения пирита, а также локальные участки того же вещества, обладающие лучистой текстурой. В линзе грубозернистого песка была обнаружена округлая конкреция с очень характерной лучистой текстурой (рис. 1). В рыхлом, сыпучем веществе, слагающем тело конкреции, прослеживаются многочисленные мелкие вытянутые кристаллики игольчатой формы, которые группируются в радиально расходящиеся от центра к периферии лучи. Диаметр конкреции 4 см. Окраска ее в целом белесая и дифференцирована по концентрическим зонам: в центре фиолетово-белесая, ближе к внешнему краю - зеленовато-белесая с желтоватым оттенком, и, наконец, по периферии - рыжевато-желтая. Рыхлые, черные, глиноподобные (во влажном состоянии) конкреционные стяжения иногда насажены в виде бородавчатого нароста на поверхность галек, включенных в пески линз.

Вокруг конкреций прослеживаются округлые пятна ожелезнения, имеющие в своей внутренней части светлую лимонно-желтую окраску, а ближе к внешним краям - ярко-ржавую или красновато-бурую. Размер пятен ожелезнения варьирует в зависимости от величины конкреций от 1 мм до 10 см.



Различные типы конкреций:

А — конкреция концентрического строения из серого валунного суглинка (желтое пиритовое ядро, зона черного аморфного вещества, зона бурого лимонитизированного суглинка); *Б* — конкреция лучистого строения из линзы галечника; *В* — конкреция с серым эллипсоидальным ядром однородного строения и зоной желтого лимонитизированного суглинка вокруг него

Из конкреций были приготовлены шлифы, просмотренные в литологической лаборатории Ухтинского Геологического управления В.И. Дембской и А.В. Македоновым. Большинство конкреций оказалось сложными аутигенным пиритом, включающим различно окатанные зерна кварца, реже эпидота, хлорита, обломки кремнистых пород. В отдельных случаях зерна кварца окружены каймой из чешуек хлорита. Трещинки на поверхности кварцевых песчинок выполнены гипсом. В шлифе одной из конкреций были обнаружены витые раковины фораминифер, выполненные пиритом. По периферии некоторых конкреций пирит постепенно замещается аутигенным гипсом, образуя кайму вокруг ядра. Тонкие жилки кремнистого вещества и гипса иногда пересекают пиритовое ядро. В пределах последнего отдельные зерна пирита также окружены гипсом. В центральной части конкреций наряду с пиритом присутствует коллоидальное сернистое железо, образующее вокруг пиритового ядра отдельные конкреции широкую оболочку черного цвета. Вокруг конкреций отмечается внешняя оболочка из лимонита или глинисто-лимонитового вещества с многочисленными кристаллами гипса. Граница между этой оболочкой и пиритом (а в отдельных случаях аморфным сернистым железом) всегда четкая, порою резкая. Переход лимонита в окружающий конкреции грубый суглинок постепенный. В одном случае была встречена конкреция, сложенная крупными аутигенными кристаллами гипса волокнистого строения и более позднедиагенетического хлорита.

Валовой химический анализ ядра одной из конкреций, окружающего ее лимонитизированного суглинка, а также вмещающего грубого валунного суглинка дал следующие результаты (табл. 1). Валовые химические анализы так же, как и анализы водных вытяжек, проделаны старшим лаборантом географического факультета МГУ И.З. Тительман.

Ядро конкреции обогащено сравнительно с наружной лимонитовой оболочкой кремнеземом, что связано с большим содержанием зерен кварца. Однако во вмещающем грубом суглинке содержание кремнезема выше, чем в ядре конкреции.

Общее содержание железа закономерно падает по направлению от ядра конкреции к ее периферии. Окисным железом наиболее обогащена зона лимонитизированного

Таблица 1

Химический состав конкреций и вмещающих суглинков (%)

Описание образца	SiO ₂	R ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ общее	Fe ₂ O ₃ окисное	FeO закисное	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	S сульфидная	SO ₃	S свободная	P ₂ O ₅	CO ₂ карбонатный	C органический
Ядро конкреции	64,78	21,27	17,95	5,01	11,66	3,32	1,40	0,30	0,0	13,37	3,05	2,80	0,05	0,63	0,94
Зона лимонно-желтого суглинка вокруг ядра	45,74	19,95	13,96	13,86	0,09	5,99	6,44	0,60	Сл.	0,11	18,55	0,00	0,09	—	—
Внешняя зона желто-бурого суглинка	57,63	17,02	9,97	9,80	0,15	7,05	4,06	0,60	»	0,17	11,08	0,00	0,23	—	—
Вмещающий серый валунный суглинок	76,18	14,30	3,99	3,69	0,27	10,31	2,24	1,20	0,11	0,95	0,93	0,00	—	1,89	0,50
Средняя проба конкреций из серого валунного суглинка	39,84	30,27	24,94	7,57	15,65	5,33	2,80	0,30	0,0	17,95	6,42	7,40	0,18	—	—
Средняя проба конкреций из линзы песка	21,86	46,75	41,89	14,55	24,63	4,86	1,12	0,20	Сл.	28,25	6,72	3,50	0,14	—	—
Конкреция с лучистой текстурой из линзы галечника	59,90	11,95	4,19	0,36	3,45	7,76	5,88	0,42	»	3,96	9,74	—	0,23	—	—

Таблица 2

Химический состав водных вытяжек (до полной отмывки солей) конкреций и вмещающих суглинков

Описание образца	Гигро-скопная влажность	pH	Сухой остаток, мг/100 г	Карбонаты CO ₃ , мг/экв	Бикарбонаты HCO ₃ , мг/экв	Хлориды Cl ⁻ , мг/экв	Сульфаты SO ₄ , мг/экв	Кальций Ca ⁺⁺ , мг/экв	Магний Mg ⁺⁺ , мг/экв	Натрий + калий Na ⁺ + K ⁺ (по разности), мг/экв	Железо Fe ₂ общ., мг/экв
Ядро конкреции в суглинке	2,47	3,2	7470,0	0,0	0,0	4,29	96,65	33,18	10,37	21,08	36,31
Лимонитизированный суглинок вокруг ядра	2,61	3,1	4715,0	0,0	0,0	2,54	64,41	43,05	5,12	9,56	9,22
Вмещающий серый, грубый суглинок	1,13	7,2	1040,6	0,0	3,12	0,65	12,78	12,48	3,12	0,95	Сл.
Конкреция с лучистой текстурой из линзы галечника	3,62	3,55	11008,0	0,0	Сл.	1,33	148,74	111,8	4,30	16,47	17,20

суглинка, особенно ее внутренняя часть, непосредственно примыкающая к ядру. Закисное железо редко преобладает в ядре конкреции. Аналогичный резкий максимум характерен для содержания сульфидной серы, что связано с наличием в ядрах пирита и коллоидального сернистого железа. От внешнего края ядра конкреции ко вмещающему суглинку незначительно, но закономерно повышается содержание закисного железа и сульфидной серы, что связано с увеличением содержания во вмещающем сером суглинке рассеянного сернистого железа по сравнению с бурой зоной лимонитизированного суглинка.

Характерно распределение содержания кальция и сульфатной серы. В ядре конкреции содержание кальция понижено по сравнению с вмещающим серым суглинком. В то же время в зоне бурого лимонитизированного суглинка оно резко повышено. Причем наиболее обогащена кальцием часть, непосредственно контактирующая с ядром, и менее - внешняя часть лимонитизированной зоны. Аналогично распределение содержания сульфатной серы. Столь закономерное распределение содержания кальция и сульфатной серы обусловлено присутствием в зоне лимонитизированного суглинка аутигенного гипса, сконцентрированного в основном вокруг пиритового ядра конкреции.

Вещество ядра конкреции не содержит марганца, присутствующего во вмещающем суглинке в незначительных количествах (MnO 0,11%). Содержание рассеянного органического вещества в ядре конкреции почти в два раза больше (0,94%), чем во вмещающем суглинке (0,50%).

В табл. 1 приводятся также данные химического состава средних проб и отдельных конкреций, собранных в литологически разнородных породах толщи серых валунных суглинков. Отличен от прочих химический состав конкреции с лучистой текстурой из линзы галечников. Для него характерно низкое содержание железа, относительно высокое содержание кальция, преобладание сульфатной серы над сульфидной. Особенности химического состава конкреции позволяют думать, что в ее составе преобладает гипс.

В табл. 2 приведены данные анализа водных вытяжек из ядра конкреции, окружающей зоны лимонитизированного суглинка и вмещающего суглинка. Наиболее обогащено легкорастворимыми солями по сравнению с вмещающим суглинком ядро конкреции, в меньшей мере - лимонитизированный суглинок вокруг ядра. Аналогично общей степени минерализации распределение хлоридов, сульфатов, водно-растворимых солей натрия, калия, магния, железа. Повышенное содержание солей кальция в зоне лимонитизированного суглинка по сравнению с ядром объясняется концентрацией в этой зоне аутогенных кристаллов гипса, образованных за счет сульфатизации карбонатов, присутствующих в заметных количествах во вмещающем суглинке в форме воднорастворимых бикарбонатов. Обращает на себя внимание факт резкого обогащения конкреции по сравнению с вмещающими суглинками столь легко растворимыми солями, как хлориды, соли натрия и калия.

Из табл. 2 следует также, что конкреция с лучистой текстурой из песчано-галечной линзы обогащена воднорастворимыми сульфатами кальция.

Факт нахождения конкреций в толще серых валунных суглинков Воркутского района известен давно [Софронов, 1944]. Однако никем из исследователей не отмечалось генетической связи конкреционных образований с условиями осадконакопления мореноподобных валунных суглинков. Признание ледникового происхождения последних большинством авторов вынуждало их объяснять присутствие конкреций переотложением из более древних пород.

Наблюдения над соотношениями конкреций с вмещающей породой, изучение их строения и вещественного состава привели нас к выводу о тесной генетической взаимосвязи конкреционных образований и вмещающих валунных суглинков. Материал конкреций часто постепенно, хотя и на коротком расстоянии, переходит в окружающий его суглинок. Данные химического анализа показывают относительно высокую степень минерализации вещества конкреций воднорастворимыми солями, в число которых входят

наиболее легко растворимые хлориды. Если в какой-то мере можно было бы допустить перенос конкреций ледником (при его консервирующем воздействии) и переотложение их в моренных суглинках, то возможность водной транспортировки, при условии сохранения обогащенности конкреций легкорастворимыми солями, сохранении лучистой текстуры отдельных конкреций и при условии общей рыхлости вещества всех конкреций, полностью исключается.

Несомненно, охарактеризованные выше конкреции не являются переотложенными включениями, а представляют собой диагенетические образования, присущие толще серых валунных суглинков в целом. Вероятность возникновения таких стяжений в моренных отложениях, по мнению А.В. Македонова, исключительно мала. Более вероятно, что стяжения росли в осадке, отложенном (или затопленном вскоре после отложения) водоемом морского или скорее лагунно-заливного типа. Об этом же свидетельствует обогащенность вещества конкреций сульфатами, хлоридами, которые присущи главным образом морским осадкам.

Следует думать, что образование конкреций происходило в основном за счет редукции сульфатов морской воды в донных осадках на некоторой глубине от поверхности, в условиях восстановительной среды, создаваемой разложением органического вещества. Количественное содержание последнего (0,50%) вполне достаточно, согласно данным Н.М. Страхова [1960], для образования восстановительной среды в осадке, перевода окисных форм железа в закисные, редукции сульфатов и генерации за их счет сернистого железа. Концентрация сернистого железа в виде стяжений была предопределена, очевидно, первичными локальными сгустками органического вещества. Иногда удается наблюдать, как процесс образования темного сернистого железа и пирита распространяется внутри мелких обломков древесины, содержащихся в валунных суглинках. В шлифах некоторых конкреций, просмотренных А.Г. Коссовской, обнаруживается сетка растительной ткани, выполненная сернистым железом с пиритом. Центрами стяжений в линзах песков могли быть прослойки растительного детрита, благодаря чему и расположение конкреций здесь часто послойное.

Восстановительная среда в придонных слоях воды и осадка могла быть обусловлена также нарушением нормальной аэрации вод бассейна за счет долговременного, мощного и сплошного ледового покрова, существовавшего на поверхности моря большую часть года. Не исключена возможность, что в самых восточных частях Большеземельской тундры, прилегающих к Полярному Уралу, нормальный гидродинамический режим бассейна был резко нарушен широким развитием шельфовых ледников.

На более поздних стадиях диагенеза и, вероятно, эпигенеза происходит неравномерная раскристаллизация коллоидного сернистого железа и образование пирита.

По мере приближения морского дна к дневной поверхности ранее отложившиеся, еще слабо уплотненные осадки окисляются, образуется наружная гипсово-лимонитовая оболочка конкреций. Возможно, что образование ее происходило также после выхода осадков из-под уровня моря на дневную поверхность. При этом гипс образовался за счет взаимодействия сульфат-ионов, возникших при окислении сульфидного железа, с карбонатным веществом вмещающего осадка. Образование лимонита также связано с окислением сульфидов железа и возникновением при этом свободных гидроокислов железа.

Факт нахождения диагенетических конкреций сернистого железа в толще серых валунных суглинков заставляет с большим недоверием подходить к гипотезам ее континентально-ледникового происхождения.

Нам кажется более основательной и убедительной точка зрения, согласно которой накопление толщи серых мореноподобных валунных суглинков востока Большеземельской тундры происходило в условиях шельфа неглубокого моря, имевшего, возможно, заливно-лагунный характер, при активном участии айсбергового и припайного льда, поставлявшего в морские осадки обильный валунно-галечный материал. Сильная

ледовитость моря затрудняла также нормальную сортировку отлагавшихся осадков, в результате чего они имеют мореноподобный характер.

Валунные глины и суглинки в районе юго-западных склонов Пай-Хоя, помимо конкреций сульфидной серы, содержат многочисленную непереотложенную морскую фауну, ясно показывающую, что отложение осадков, ее вмещающих, происходило в прибрежной зоне полярного моря. Аналогичные конкреции были обнаружены также в морских отложениях нижней Печоры.

Охарактеризованные выше конкреции, по всей вероятности, представляют собой регионально выдержанный комплекс диагенетических новообразований, связанный с определенными фациальными условиями осадконакопления четвертичных отложений Большеземельской тундры, и могут служить индикатором генезиса последних, а также коррелятивным признаком при сопоставлении различных толщ.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

ЛИТЕРАТУРА

Афанасьев Б.Л. Неотектоника Печорского угольного бассейна и прилегающих районов Северного Приуралья. Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока Европейской части СССР. М., Госгеолтехиздат, 1961.

Волосович К.К. О стратиграфии четвертичных отложений Европейского Севера. Материалы по геологии и полезным ископаемым Северо-Востока Европейской части СССР, М., Госгеолтехиздат, 1961.

Данилов И.Д. О генезисе толщи серых валунных суглинков Воркутского района. В кн.: Вопросы географического мерзлотоведения и перегляциальной морфологии, вып. I. М., Изд-во Моск. ун-та, 1962.

Попов А.И. [Палеогеография плейстоцена Большеземельской тундры](#). Вестник МГУ, серия геогр., № 6, 1961.

Софронов Г.П. Четвертичные отложения Воркутинского района, Тр. ин-та мерзлотоведения, т. 6, М.-Л., Изд-во АН СССР, 1944.

Страхов Н.М. Основы теории литогенеза, т. 2. М., Изд-во АН СССР, 1960.

Ссылка на статью:



Данилов И.Д. Особенности литогенеза мореноподобных плейстоценовых отложений востока Большеземельской тундры. Известия Академии Наук. Сер. географ., 1963, № 6, с. 70-75.