

УДК 551.79

Ф.А. ЩЕРБАКОВ, Ю.А. ПАВЛИДИС, А.С. ИОНИН, Н.Н. ДУНАЕВ

ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ЛЕДОВОЙ СЕДИМЕНТАЦИИ НА ГЛЯЦИАЛЬНОМ ШЕЛЬФЕ В ПОЗДНЕЧЕТВЕРТИЧНОЕ ВРЕМЯ

К настоящему времени накоплен обширный материал по четвертичной палеогеографии и литогенезу в пределах гляциального шельфа. В 90-е годы появились новые обобщения в виде карт на соответствующие возрастные срезы (Лаврушин и др., 1993), монографии (Самойлович и др., 1993) и публикации многих специалистов, в том числе и авторов данной статьи. Все это позволило нам создать классификацию главных обстановок и типов ледовой седиментации, особенно наглядно реализовавшихся на западноарктическом шельфе в позднем плейстоцене и голоцене. Логично полагать, что эти материалы можно считать эталоном и для предшествующих этапов истории плейстоцена.

В данной работе в качестве примера гляциальных шельфов рассматриваются области Баренцева, Печорского и Карского морей, дно которых в той или иной степени подвергалось разным типам оледенения в плейстоцене. Авторы выделяют четыре типа связанных со льдом обстановок осадконакопления и соответствующих отложений, которые имели место в периоды валдайских ледниковий, и один тип, характерный для периодов потепления: микулинского межледниковья, средневалдайского интерстадиала и голоцена (рис. 1). Первый тип (рис. 1,А) связан с существованием и действием в пределах нынешнего шельфа тех частей покровных материковых ледников, которые во время гляциоэвстагических регрессий океана в плейстоцене распространялись на области шельфа, прилегающие к Скандинавскому, Новоземельскому и Шпицбергенскому щитам. На определенном расстоянии от этих центров материковый ледник переходил в шельфовый, "всплывая" подобно тому, как это имеет место сейчас в море Уэдделла в Антарктиде. Эта зона или граница, в основном поздневалдайских ледников, ныне фиксируется на шельфе, прежде всего Баренцева моря, в виде специфических конечно-моренных образований, закартированных при сейсмоакустическом и эхолотном профилировании (Дунаев и др., 1989; Павлидис и др., 1993).

На основании данных, полученных с помощью параметрического профилографа "Парасаунд", нами установлено присутствие в рельефе четко выраженных моренных напорных гряд вдоль Мурманского побережья Кольского полуострова, на западном склоне структурного поднятия Адмиралтейского вала, а также боковых морен, окаймляющих подводные троговые долины-фиорды на приновоземельских участках шельфа Баренцева и Карского морей. Аккумулятивная деятельность ледниковых покровов и выводных ледников, проникавших на шельф в условиях глубокой регрессии океана в позднем плейстоцене, нашла отражение в заполнении, ныне подводных, троговых долин осадочными толщами стадийных и напорных морен, а также слоем гляциально-морских осадков.

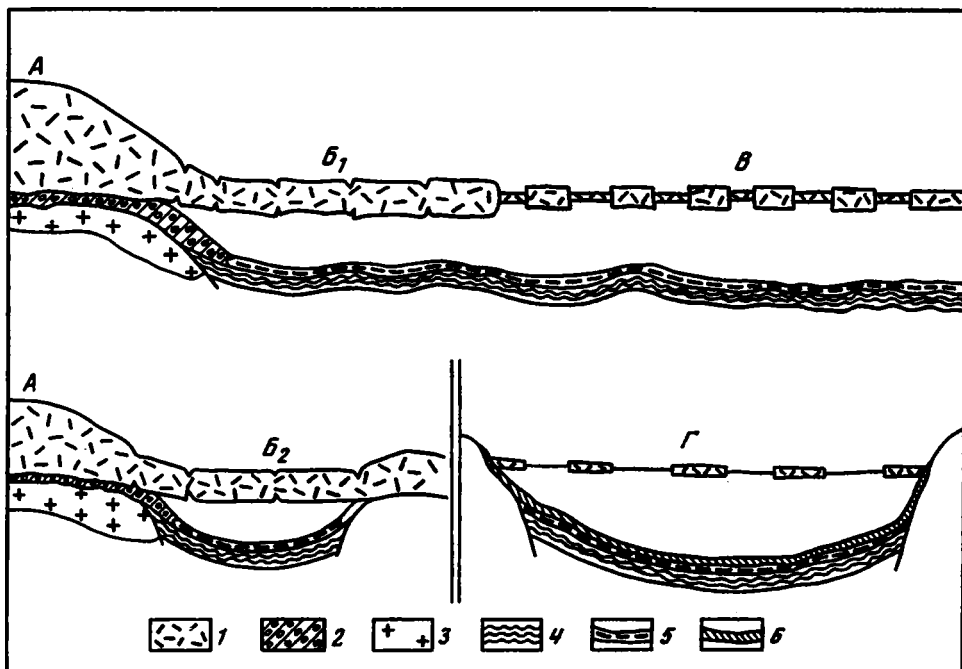


Рис. 1. Схема обстановок ледовой седиментации на гляциальных шельфах

А – материковый ледник, Б – подледношельфовые обстановки (Б₁ – открытого типа, Б₂ – закрытого типа), В – подледнопаковая обстановка, Г – ледоворазносная обстановка; 1 – лед, 2 – морена, 3 – коренные дочетвертичные породы, 4 – допоздневалдайские четвертичные осадки, 5 – подледношельфовые и подледнопаковые морские осадки, 6 – ледоворазносные осадки

Для гляциальных шельфов, поверхность которых лишь частично подвергалась влиянию рельефообразующей деятельности материковых ледников, характерны особые условия рельефо- и осадкообразования. Именно здесь в связи с подледной, преимущественно гравитационной седиментацией отторгнутых ледниками с суши обломочных продуктов возникли своеобразные формы структурно-скульптурного рельефа, например такие, как Мурманский и Адмиралтейский валы.

Известно, что подошва конечно-моренных гряд баренцево-карского шельфа обычно располагается на глубинах 100–150 м и более, а относительная высота самих гряд редко превышает 20–30 м. На основании определения абсолютного возраста подобных образований на шельфе Норвегии формирование гряд относится к самому концу поздневалдайского ледниковья, не древнее 15 тыс. лет. Таким образом, именно позднеплейстоценовые гляцигенные процессы аккумуляции перемещенного ледниками обломочного и глинистого материала привели к развитию грядового и холмисто-западного рельефа описываемого шельфа.

Зоны отрыва ледника от субстрата представляют собой полосу интенсивной, но строго локальной аккумуляции материала, выносимого материковым ледником, из которого и образуется морена подледниковой абляции. Специфика морены в том, что она формировалась в подледных и одновременно в подводных условиях, т.е. без доступа воздуха и в тесном контакте с морской средой. В результате возникли так называемые “серые морены” или “серые валунные суглинки”, широко распространенные не только на современном западноарктическом шельфе, но и в разрезах плейстоцена прилегающей суши. Отличительная черта таких морен по сравнению с моренами суши, кроме цвета, – существенно более глинистый состав. Некоторые исследователи применяют к подобным образованиям

термин “валунные суглинки” лишь условно (Мельников, Спесивцев, 1995). Как следствие контакта серых морен шельфа с морской средой во время их накопления в этих суглинках, часто даже в глинах, фиксируются остатки морских организмов. Следует отметить, что состав и другие характеристики описанных отложений определяются во многом особенностями геологического строения прилегающей суши. Так, например, в северо-восточной части Баренцева моря глины конечных морен, формировавшиеся на контакте материкового и шельфового ледников, окрашены в бурые тона, что связано с литологией исходных коренных пород Северного острова Новой Земли, а не со спецификой высокоширотного субаквального диагенеза.

Собственно шельфовый тип ледовой седиментации – это такой, который мы называем подледношельфовым. Осадконакопление совершается здесь в заполненной водой полости под покровом шельфового ледника, являющегося продолжением материкового, краевая область которого находится на плаву. Такие обстановки были, по-видимому, широко распространены в эпоху поздневалдайского ледниковья в пределах частей западноарктического шельфа, располагавшихся не только ниже регрессивного уровня морского бассейна того времени, но и ниже погруженной в воду подошвы ледника. Скорее всего, они размещались по периферии глубоководных впадин гляциального шельфа, полностью перекрывали Беломорскую депрессию и, вероятно, Восточно-Новоземельский желоб. В этих условиях реализовывались подледношельфовые обстановки осадконакопления открытого и закрытого типов. Первый – открытый в сторону моря и океана, имеет с ними свободную связь (см. рис. 1, Б₁). Второй – полностью изолирован от морских бассейнов (см. рис. 1, Б₂). Ледовый седиментогенез в подледношельфовой обстановке открытого типа в настоящее время реализуется в Антарктическом регионе, где он детально изучался в море Уэдделла (Powell, 1984). В этих условиях формируются ледниково-морские осадки, представляющие собой алевритово-глинистые илы с примесью песчаного и отдельных обломков более крупного материала. Примесь псаммитового и даже псефитового материала обусловлена, по данным исследований в море Уэдделла, довольно активной динамикой подледношельфовых водных масс. Немалую роль при этом играет непрерывный и временами, по-видимому, интенсивный сток пресных вод из-под материкового ледника, распресняющее действие которого на подледношельфовые воды не очень большое. По крайней мере это не препятствует существованию морского биоса.

Некоторые специалисты (Лаврушин, Чистякова, 1988), очевидно, именно с этой зоной седиментации связывают наличие на гляциальном шельфе гляциотурбидитных, как они их называют, отложений. По нашим материалам, специфические турбидитоподобные отложения с градационной текстурой отдельных слоев из глиняных окатышей стратиграфически приурочены к пребореальному горизонту голоцена, когда шельфовых, да и паковых льдов в Западной Арктике уже не было. Мы считаем, что более вероятно возникновение таких слоев связано с землетрясениями, поскольку эти слои были вскрыты нами на западной периферии Адмиралтейского вала Баренцева моря, уровень сейсмичности которого оценивается в 5 баллов (Ассиновская, Соловьев, 1993).

Подледношельфовая обстановка закрытого типа (см. рис. 1, Б₂) наглядно проявилась во впадине Белого моря. Она была полностью перекрыта и изолирована от Баренцева моря сползавшим с Кольского полуострова ледником, под которым располагалась подледная полость, заполненная опресненными водами. В этой подледной полости при практически полной неподвижности вод и малой подвижности льда происходило накопление исключительно тонкодисперсного материала в виде глинистых илов, часто с преобладанием частиц размером менее 0,001 мм. Характерной чертой подледного бассейна закрытого типа было практически полное отсутствие биоса, что нашло отражение в наличии довольно мощных “немых” горизонтов в колонках позднечетвертичных осадков. Именно с этим режимом связано очень ма-

Горизонт	Фракция, мм			
	1-0,1	0,1-0,01	< 0,01	< 0,001
Голоцен	6,8	37,8	55	31,4
Поздний валдай	4,7	31,4	63,6	34,8
Микулинский	21,8	21	56	33,1

лое содержание в таких осадках органического вещества и отсутствие более или менее заметной восстановленности грунтов.

Вся центральная часть Баренцева моря в период поздневалдайского ледниковья была покрыта многолетним паковым льдом (см. рис. 1, В), подобно развитому сейчас только в Центральной Арктике. По-видимому, этот покров многолетнего пака вплотную примыкал к окаймлявшим центральную часть Баренцева моря шельфовым ледникам, тяготевшим к Скандинавскому, Новоземельскому и Шпицбергенскому центрам. Реализовавшийся под упомянутым покровом подледнопаковый седиментогенез приводил к накоплению осадков, которые мы, как и ряд исследователей (Elverhoi et al., 1989), считаем ледово-морскими. Естественно полагать, что при отсутствии течения Гольфстрим и тех его ветвей, которые сейчас проникают далеко на север Баренцева моря, динамическая активность подледнопаковых водных масс была относительно понижена. При этом заметное влияние на гидрологию подледного бассейна оказывало поступление центральноарктических вод, что отразилось на видовом составе биоса. Подвижность самих паковых льдов была незначительна, осуществлялся лишь постепенный дрейф в Северную Атлантику. В этих условиях подледнопаковые ледово-морские осадки формировались в основном в виде довольно тонкозернистых алевритово-глинистых илов, хотя и с примесью более крупного, преимущественно песчаного материала.

Рассмотренные типы обстановок и процессов седиментации не характерны для морей Западной Арктики в периоды микулинского межледниковья, молого-шекснинского интерстадиала и, естественно, голоцена, т.е. в периоды всех безледниковых условий Северного полушария. Однако ледовый седиментогенез имел и имеет место во все эпохи, тип его осадконакопления можно назвать ледоворазносным или феногляциальным (лат. *feno* – сезон года), так как совершается оно при определяющем влиянии сезонных свободно плавающих льдов, разносящих по бассейнам Западной Арктики осадочный материал разного механического состава. Ведущая роль отводится сезонному припайному льду. Поступающий из Центральной Арктики и распавшийся на отдельные мелкие льдины бывший многолетний пак тоже участвует в этом процессе, когда эти льдины входят в контакт с прибрежными осушками, вмораживая, так же как и обычный припай, в свою нижнюю поверхность осадочный материал литорали. Динамичный характер ледовой обстановки в период межледниковья, интерстадиала и голоцена оказался решающим фактором в распространении относительно крупного, прежде всего псаммитового, материала. В таблице приводятся гранулометрические данные отложений основных стратиграфических горизонтов позднего плейстоцена глубоководной части юго-востока Баренцева моря, где типично ледоворазносные микулинские осадки в значительной степени обогащены песчаным материалом по сравнению с подледношельфовыми и подледнопаковыми образованиями поздневалдайского ледниковья.

Отражение палеогеографических условий позднечетвертичного седиментогенеза в механическом составе осадков

Голоценовые осадки, сформировавшиеся в условиях свободного ледового разноса, но не столь интенсивного, как в период микулинского межледниковья, несколько обогащены алевритово-песчаным материалом по сравнению с отложениями позднего валдая, но в меньшей степени по сравнению с микулинскими. Установление данного явления весьма важный факт. Его необходимо учитывать, в част-

ности, при палеогеографической интерпретации сейсмоакустических материалов, на которых подобные осадки будут иметь более яркое отражение по сравнению с акустически относительно прозрачными слоями подледношельфовой и подледнопаковой седиментации.

Голоценовый ледоворазносный седиментогенез особенно ярко проявляется в Белом море, где такая обстановка осадконакопления сложилась сразу же после освобождения данного бассейна от покрова шельфового ледника на рубеже плейстоцена и голоцена (Павлидис, Щербаков, 1995). Это отразилось в резком погрубении более молодых осадков, особенно за счет увеличения содержания псаммитового материала, а также более крупной фракции. Одновременно происходило и вселение морского биоса. Влияние распространения песчаного и крупноалевритового материала свободно плавающим сезонным льдом отчетливо проявляется в его распределении в современных донных осадках в центральной части Белого моря (бассейне), где выявлена однозначная связь материала со структурой постоянных течений, несущих этот лед (Shcherbakov, 1996).

Приведенные выше данные позволяют предполагать, что именно действие свободно плавающего сезонного льда – главный фактор мобилизации, переноса и накопления псаммитового и даже псефитового терригенного материала в пределах гляциальных шельфов. Такая особенность седиментогенеза осуществляется в основном во время межледниковий и интерстадиалов. Все остальные перечисленные особенности ледового седиментогенеза реализуются в период ледниковий.

ЛИТЕРАТУРА

- Ассиновская Б.А., Соловьев С.Л. Опыт выделения и характеристики зон возможных землетрясений в Баренцевом море // Изв. РАН. Физика Земли. 1993. № 8. С. 15–27.
- Атлас палеогеографических карт “Шельфы Евразии в мезозое и кайнозое” / ГИН АН СССР. М., 1993. Т. 2.
- Дунаев Н.Н., Левченко О.В., Мерклин Л.Р., Павлидис Ю.А. О масштабах валдайского оледенения Баренцевоморского шельфа // Докл. АН СССР. 1989. Т. 306, № 6. С. 1437–1440.
- Лаврушин Ю.А., Алексеев М.Н. Позднекайнозойские палеоклиматические события в Арктическом океане // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1993. Т. 1, № 6. С. 48–52.
- Лаврушин Ю.А., Чистякова И.А. Гляциотурбидитовые отложения гляциального шельфа // Докл. АН СССР. 1988. Т. 303, № 1. С. 173–177.
- Мельников В.П., Спесивцев В.И. Инженерно-геологические и геокриологические условия шельфа Баренцева и Карского морей. Новосибирск: Наука, 1995. 195 с.
- Павлидис Ю.А., Ионин А.С., Щербаков Ф.А. Проблемы геоморфологии гляциальных шельфов // Геоморфология. 1993. № 1. С. 15–31.
- Павлидис Ю.А., Щербаков Ф.А. Фации шельфа / ИО РАН. М., 1995. 192 с.
- Самойлович Ю.Т., Каган Л.Я., Иванова Л.В. Четвертичные отложения Баренцева моря. Апатиты: КНЦ РАН, 1993. 73 с.
- Elverhoi A., Pfirman S.L., Solheim A., Larsen B.B. Glaciomarine sedimentation in epicontinental seas exemplified the Northern Barents Sea // Mar. Geol. 1989. Vol. 79. N 2/4. P. 225–250.
- Powell R.D. Glaciomarine processes and indicative lithofacies modelling of the shelf and tide water glacier sediment based on quaternary examples // Ibid. 1984. Vol. 74, N 1/4. P. 1–52.
- Shcherbakov Th.A. Lithology of bottom sediments of the Central White Sea // Surface sediment composition and sedimentation processes in the Eastern Arctic Ocean and along the its Eastern Continental Margin. Bremerhaven, 1996. P. 135–138. (Reports on Polar Research; Vol. 212).

ABSTRACT

The authors describe the following types of the underice sedimentation: sedimentation under shelf glaciers (open-connected with the ocean, close-isolated from the ocean); sedimentation under long-year ice pack; sedimentation under drifting ice.