

ВНУТРИВОДНОЕ ЛЕДОБРАЗОВАНИЕ У ПОБЕРЕЖЬЯ АНТАРКТИДЫ

Н.В. ЧЕРЕПАНОВ, В.И. ФЕДОТОВ

ГНЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт

В статье анализируются результаты исследований механизма образования внутриводного льда и его роль в особенностях строения ледяного покрова в некоторых районах морей Антарктиды. При этом особое внимание уделяется взаимосвязи интенсивного внутриводного ледообразования и обильного поступления пресной воды, формирующейся в сложном подледниковом рельефе антарктического материка.

В строении ледяного покрова морских и пресноводных водоемов в той или иной степени отражены все особенности гидрометеорологического режима, обуславливающего ледообразование и формирование ледяного покрова.

Проведенные у антарктического побережья ледовые исследования (1956–1976 гг.) выявили основные особенности строения припайных льдов и природные факторы, участвующие в формировании структуры льда.

К таким факторам, прежде всего, следует отнести:

– интенсивное внутриводное ледообразование с формированием слоев конжеляционно-внутриводного льда (типы льда В4–В7 по классификации льдов природных водоемов [6]);

– снегонакопление на припае с выделением зоны прибарьерной аккумуляции, бесснежной зоны и зоны аккумуляции метелевого снега, где образуются мощные слои водно-снежного и снежно-водного льда инфильтрационного образования (соответственно типы В8, В9);

– наличие в отдельных районах постоянных по направлению подледных течений, обуславливающих пространственную упорядоченность С-осей шестоватолокнистых кристаллов конжеляционного льда (тип льда В2) [3];

– развитие летне-осенней слоистости под влиянием термометаморфических процессов на поверхности и в толще ледяного покрова.

Цель настоящей статьи обратить внимание исследователей на многообразную роль внутриводного ледообразования у антарктического побережья и попытаться связать внутриводное ледообразование с географическими особенностями шестого континента.

В целом ряде работ, посвященных морским антарктическим льдам, [2–4, 8, 10–13] в общих чертах отображена роль кристаллов внутриводного льда в формировании строения ледяного покрова. Отмечено, что в одних случаях влияние внутриводного ледообразования ограничено поверхностными слоями льда (типы льда В6, В7), образующимися в условиях осенних штормов [3, 11], в других случаях кристаллы внутриводного льда, заносимые течениями от заприпайных полыней в зимнее время, участвуют в формировании основной толщи припайных льдов [3, 8].

Исследования, проведенные в районе обсерватории Мирный, могут служить примером, показывающим доминирующую роль внутриводного льда в отдельном локальном районе моря Дейвиса. На рис. 1 приведен типичный структурный разрез толщи припая, сделанный в районе острова Хасуэлл. Анализ показывает, что поверхностный слой сложен льдом инфильтрационного образования с мелкозернистой структурой и хаотической ориентировкой кристаллов (тип льда В8). Нижние слои формировались с участием кристаллов внутриводного льда. И только небольшая прослойка конжеляционного льда толщиной 5 см с четко выраженной параллельно-волокнистой структурой (тип льда В2) указывала на короткий стабильный период в развитии припая. Под влиянием постоянного по направлению подледного течения во льду этого слоя сформировалась структура с пространственной упорядоченностью С-осей кристаллов, что и представлено на соответствующей стереограмме.

Как правило, структура конжеляционно-внутриводного льда, т.е. льда, образовавшегося с участием кристаллов внутриводного льда, — разнотельная. Кристаллы разнообразны по форме, изометрические кристаллы сочетаются с параллельно-волокнистыми [6]. Вместе с тем, как показали материалы исследований, в отдельных районах Антарктики, в том числе и в районе Мирного, в формировании строения ледяного покрова участвуют кристаллы внутриводного льда, имеющие пресноводное происхождение. Такие кристаллы характеризуются пластинчатой формой и сравнительно большими поперечными размерами (до 120 мм) [11]. Образование таких кристаллов, по-видимому, связано с наличием контакта пресной и морской воды. В условиях Антарктики поступление талых пресных вод ограничено узкой прибрежной полосой и в большинстве своем приурочено к районам антарктических оазисов [5]. На остальных участках побережья формируется холодная инфильтрационная зона, в которой талые воды проникают в снежно-фирновую толщу и замерзают. При этом сток талых вод в море незначителен. Кроме того, нужно иметь в виду, что в период летнего интенсивного таяния нет условий для внутриводного ледообразования. Другое дело — в поздне-осеннее и зимнее время. Но тогда поступление пресной воды в море можно объяснить только сбросом подледниковых вод. Наличие подледниковых озер, в том числе и озера Восток [7, 8], и выводы многих исследователей [2, 6, 8] свидетельствуют о возможности такого сброса.

Можно предположить, что в ряде случаев по имеющимся разломам, каньонам, долинам выводных ледников, промытым во льду водотокам подледниковые воды стекают в сторону океана. Накапливаясь в отдельных полостях или подледниковых озерах и промывая новые водотоки, они под высоким давлением мощными струями сбрасываются в море [1]. В случае, когда такой сброс осуществляется в холодное время года, и происходит внутриводное ледообразование у побережья с участием пресной воды. По-видимому, только таким выбросом можно объяснить моментальное появление внутриводного льда на большой площади в заливе Ленинградском [3, 11], наблюдавшееся в 1971, 1974 гг.

На основе анализа имеющегося материала, структурных исследований припайного льда у антарктического побережья можно сделать вывод, что основной сброс подледниковых вод может происходить по долинам выводных ледников. Действительно, у Мирного вблизи выводного ледника Хелен в толще припая присутствуют кристаллы внутриводного льда пресноводного образования. Аналогичная картина отмечена в заливе Ленинградском у шельфового ледника, который частично подпитывается выводными ледниками. А вот в заливе Алашеева у АМЦ Молодежная структура льда с наличием пресноводных кристаллов не наблюдается. Таким образом, учитывая уже известные особенности морфологии подледного рельефа Антарктиды, можно выделить районы побережья с наиболее значительным поступлением подледниковой воды и интенсивным образованием внутри-

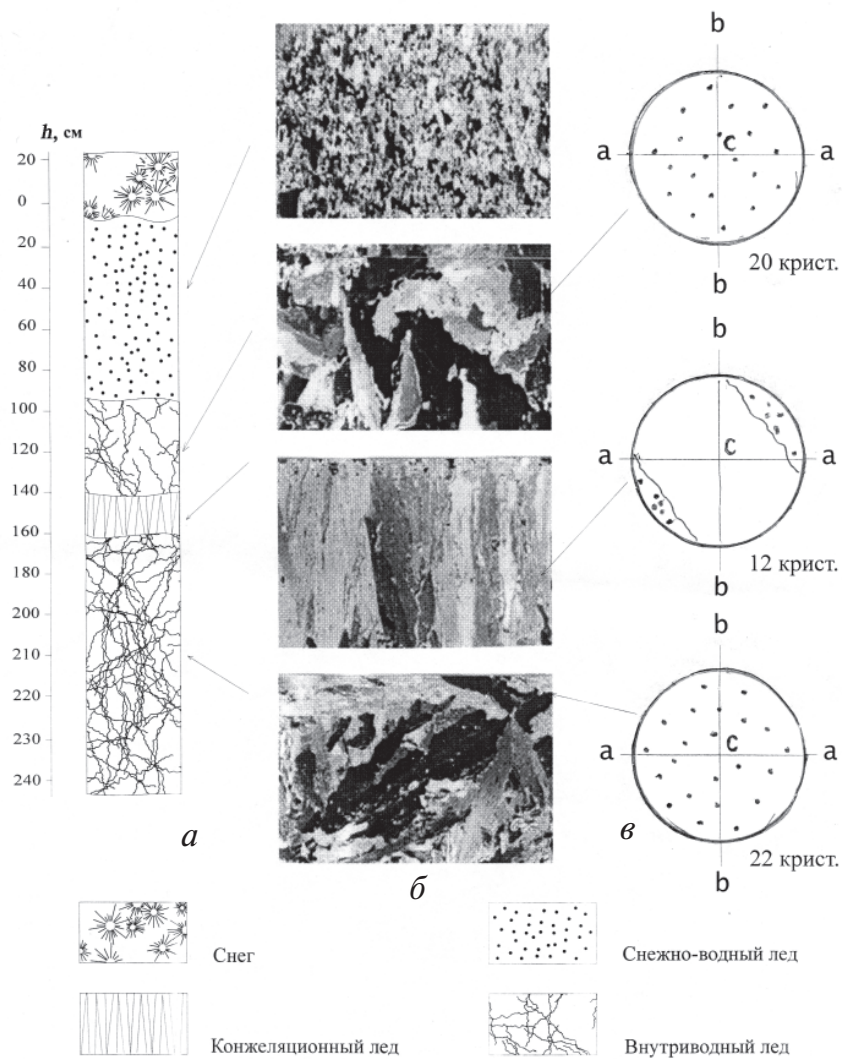


Рис. 1. Строение ледяного покрова в районе о-ва Хасуэлл: *a* – вертикальный разрез кристаллической структуры льда, *б* – фрагменты вертикальной структуры, *в* – стереограммы кристаллографической ориентировки

водного льда. В Восточной Антарктиде такие районы могут находиться у ст. Ленинградской и особенно в районе австралийской ст. Моусон, где по большому разлому (графту) должно поступать особенно много пресной воды, в том числе, возможно, и из озера Восток.

Нам кажется, что следует обратить внимание исследователей, занимающихся проблемами подледниковых озер, на необходимость проведения химического и бактериологического анализов кристаллов пресноводного внутриводного льда в ледяном покрове этих районов.

На примере внутриводного ледообразования мы видим, что анализ строения морских льдов с выделением структурно-генетического типа позволяет частично расшифровывать природные явления, казалось бы далекие от морского ледоведения. Взаимосвязь на первый взгляд далеких природных явлений и их участие в формировании морского ледяного покрова делают необходимым более детальное изучение строения и физико-химических свойств льда отдельных районов Мирового океана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джон Б., Дербениш Э., Янг Г., Фейрберидж Р., Эндрюс Дж. Зимы нашей планеты. Пер. с англ. М.: Мир, 1982. 336 с.
2. Зотиков И.А. Тепловой режим ледникового покрова Антарктиды: Дис. ... д-ра геогр. наук. М.: АН СССР, 1969. 403 с.
3. Козловский А.М., Назинцев Ю.Л., Федотов В.И., Черепанов Н.В. Припай Восточной Антарктиды. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 129 с.
4. Козловский А.М., Черепанов Н.В. Влияние морфологических характеристик побережья на образование внутриводного льда в морях Антарктики // Информ. бюл. Сов. антаркт. экспедиции. 1976. № 92. С. 33–37.
5. Марков К.К., Бардин В.И. География Антарктиды. М.: Мир, 1968. 425 с.
6. Морской лед. СПб.: Гидрометеиздат, 1997. 402 с.
7. Попков А.М., Кудрявцев Г.А. и др. Сейсмические исследования в районе станции Восток // Международное совещание «Изучение озера Восток – научные задачи и технологии». СПб. ААНИИ. 24–26 марта 1998 г. Тезисы докладов. С. 26–27.
8. Сигерт Дж. Радиолокационное зондирование оз. Восток. Центральный район Восточной Антарктиды // Международное совещание «Изучение озера Восток – научные задачи и технологии». СПб. ААНИИ. 24–26 марта 1998 г. Тезисы докладов. С. 23–25.
9. Черепанов Н.В. Классификация льдов природных водоемов // Тр. ААНИИ. 1976. Т. 331. С. 77–99.
10. Черепанов Н.В., Козловский А.М. Внутриводный лед прибрежных вод Антарктиды // Информ. бюл. Сов. антаркт. экспедиции. 1972. № 74. С. 61–65.
11. Черепанов Н.В., Козловский А.М. Осеннее образование внутриводного льда у шельфового ледника Лазарев // Информ. бюл. Сов. антаркт. экспедиции. 1973. № 86. С. 36–39.
12. Fedotov V.I., Cherepanov N.V., Tyshko K.P. Some Features of the Growth, Structure and Metamorphism of East Antarctic Landfast Sea Ice. Antarctic Sea Ice. Physical Processes, Interactions and Variability // American Geophysical Union. Antarctic Research Series. 1998. Vol. 74. P. 343–354.
13. Tison L., Lorrain R.D., Bouzette A., Dini M., Bondesan A., Stievenard M. Linking Landfast Sea Ice Variability to Marine Ice accretion at Hells Gate Ice Shelf, Ross Sea // Antarctic Research Series – Antarctic Sea Ice Physical Processes, Interactions and Variability. AGU, Washington, 1998. Vol. 74. P. 375–407.

N.V.CHEREPANOV, V.I.FEDOTOV

FRAZIL ICE FORMATION IN NEAR-SHORE REGIONS OF ANTARCTIC

The mechanism of frazil ice formation in some near-shore regions of Antarctic and its role in the structure of sea ice cover are considered. The most attention is payed to the links of active frazil ice formation and intensive outflow of the fresh water formed in under bottom part of continental ice that has a complicated relief.