

# Расчет темпов замерзания полыньи ледокольного следа на основе численной модели.

Т. Б. ГРАНИКНА

*Институт водных и экологических проблем СО РАН, Новосибирский филиал*  
e-mail: grankina@ad-sbras.nsc.ru

В. А. ШЛЫЧКОВ

*Институт водных и экологических проблем СО РАН, Новосибирский филиал*  
e-mail: slav@iwer.nsc.ru

Расчет темпов замерзания полыньи ледокольного следа на основе численной модели. При ледокольной прокладке трассы в ледовых полях северных морей в кильватере судна образуется дорожка открытой воды, служащая для проводки отдельных судов и караванов. В экстремальных случаях при быстром сжатии льдов возникает необходимость экстренного вывода нескольких судов, находящихся в разных точках акватории. Для этого целесообразно с помощью тяжелого ледокола проложить магистральный ледовый путь, предназначенный для многократного использования при вызволении из ледового плена всех судов по отдельности. Однако многократное использование канала не всегда возможно по причине быстрого затягивания чистой воды льдом и промерзания ледового покрова вглубь, что приводит к утрате транспортных функций канала. Длительность периода свободного прохождения судов по ледокольному пути зависит от широкого ряда факторов, главными из которых являются скорость поверхностного теплообмена, температура и дисперсный состав ледяных обломков, исходная толщина ледового покрова. Представляет практический интерес рассчитать динамику восстановления сплошности ледяного покрова после его разрушения с определением вертикальных профилей температуры и плотности водно-ледовой смеси. Это позволит определить период относительно легкой проходимости канала и прогнозировать гарантированное продвижение судов с нужной заблаговременностью. С этой целью необходимо развить математическую модель, которая бы отражала специфику ледотермических процессов в реологической среде и обеспечивала возможность прогноза температурного режима полыньи по трассе проводки.

Математическое описание процесса смораживания колотого льда принципиально отличается от обычных естественно-природных процессов ледообразования, т.к. сплошная среда в данном случае является двухфазной по существу с активным термическим взаимодействием твердой и жидкой фаз. Термодинамически это выражается в том, что в водной среде имеется мощный тепловой источник в виде ледяных включений весьма низкой температуры (около  $-20^{\circ}\text{C}$ ), который обуславливает интенсивный внутримассовый переход воды в лед. Источник неравномерно распределен по вертикали и имеет стохастическую природу, связанную с неоднородностью скоростей всплывания обломков льда разного размера в сильно турбулизованном потоке.

Математическая модель составлена на основе задачи Стефана. Численно реализовывалась с помощью неявной схемы с помощью метода прогонки.