

## О работе «ледовых ящиков» ледоколов на мелководье

*А. В. Рыжков<sup>1</sup>, К. Е. Сазонов<sup>2</sup>  
Санкт-Петербург*

Одной из серьезных проблем, которая возникает при эксплуатации ледоколов и судов ледового плавания на мелководье, является проблема обеспечения надежного функционирования «ледовых ящиков», служащих для приема забортной воды, необходимой для охлаждения энергетической установки. При работе «ледовых ящиков» в ледовых условиях и особенно на мелководье возникают затруднения двух видов: забивание объема «ледового ящика» шугой и мелкими фракциями льда, а также перекрытие приемных решеток водозаборников притопленными корпусом льдинами. В статье рассматриваются методы борьбы с этими затруднениями.

**Ключевые слова:** «ледовый ящик», мелководье, водозаборник, шуга, мелкие фракции льда, притопленные корпусом льдины.

### **About icebreakers «ice boxes» operation on shallow water.**

*Aleksandr V. Ryzkov, Kirill E. Sazonov. Krylov State Research Centre*

Icebreakers and ice ships operation on shallow water have one serious problem. This problem is maintenance of reliable «ice box» operation. The «ice box» is necessary for sea-water loading which it chill the power installation. «Ice box» operation in ice conditions and especially on shallow water have two problems: sludge ice and small ice fractions barrage of «ice box» volume, and also water scoop barrage of submerged by hull ice fragments. In article the methods of struggle with these difficulties are considered.

**Keywords:** «ice box», shallow water, water scoop, sludge ice, small ice fractions, submerged by hull ice fragments.

### **Введение**

При эксплуатации ледоколов и судов ледового плавания на мелководных участках трасс возникает целый ряд затруднений, связанных со стесненными условиями плавания. Особенно остро эти вопросы возникли вновь при проектировании нового двухосадочного атомного ледокола мощностью 60 МВт [1]. Некоторые аспекты, связанные с эксплуатацией ледоколов в условиях мелководья, а именно вопросы увеличения ледового сопротивления и ледовой прочности, рассмотрены в работах [2–4]. В данной работе рассматривается еще одна важная проблема, связанная с эксплуатацией ледоколов и особенно ярко проявляющаяся при их движении на мелководье, надежность функционирования «ледовых ящиков». «Ледовые ящики» – емкости, образованные выгородками внутри корпуса, предназначены для приема охлаждающей забортной воды для работы энергетической установки.

<sup>1</sup> *Рыжков Александр Вениаминович*, заместитель главного конструктора атомного ледокола проекта 22200, ОАО «ЦКБ Айсберг»

<sup>2</sup> *Сазонов Кирилл Евгеньевич*, д.т.н., начальник лаборатории морской ледотехники и гидротехники ФГУП «Крыловский государственный научный центр»



## *Технические решения для защиты водозаборных устройств ледоколов*

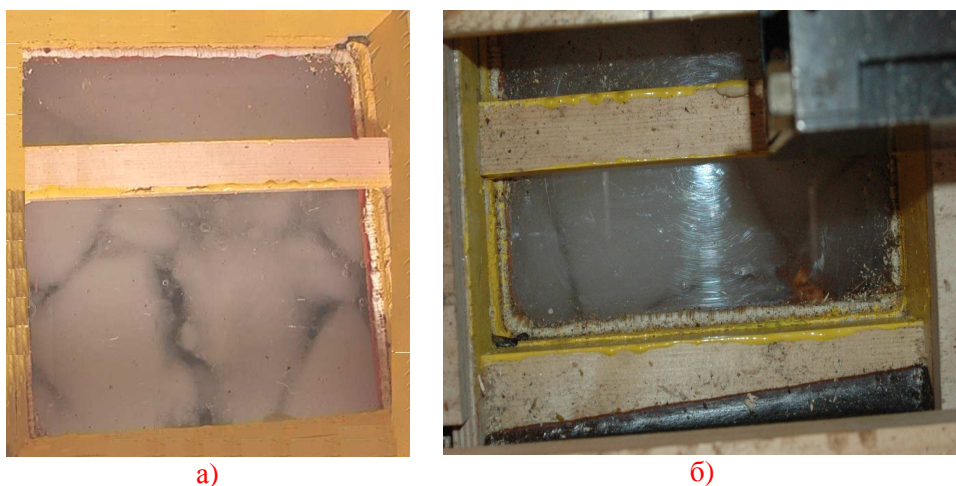
Основные трудности, возникающие при эксплуатации «ледовых ящиков», связаны с действием двух факторов: их забиваемостью шугой и мелкими фракциями льда и перекрытием приемных водозаборников притопленными корпусом ледокола льдинами.

В условиях мелководья ситуация с перекрытием приемных водозаборников усугубляется из-за повышения вероятности попадания льдин под корпус ледокола. Поэтому расположение приемных решеток «ледовых ящиков» выбирается на днище и бортах (скулах) в тех местах, куда по данным модельного эксперимента попадает наименьшее количество льда. При проведении модельных испытаний нового атомного ледокола вопрос о расположении водозаборников специально изучался. Результаты испытаний показали, что в предполагаемые места расположения водозаборников могут попадать притопленные корпусом обломки льдин, особенно много льдин может попадать в условиях движения ледокола на мелководье. На рис. 1 приведены фотографии, демонстрирующие попадание притопленных льдин к «ледовым ящикам». Из их анализа следует, что на мелководье количество попадающего льда увеличивается, кроме этого, увеличиваются размеры льдин, которые могут перекрывать водозаборники. Последнее связано с тем, что при движении на мелководье скорость ледокола ниже, чем при движении во льдах той же толщины на глубокой воде. При более низких скоростях движения ледокола при разрушении корпусом ледяного покрова образуются более крупные обломки льда.

Для борьбы с перекрытием льдинами приемных водозаборников предлагались различные технические решения:

- установка на корпусе различных ледоотводящих устройств;
- смыв льдин мощными струями воды, подаваемыми из форсунок, расположенных перед приемными решетками водозаборников;
- увеличение площади приемных водозаборников.

Ледоотводящие клинья и ребра неоднократно предлагалось устанавливать на ледоколах и судах ледового плавания для снижения вероятности попадания льда к приемным водозаборникам и движительно-рулевому комплексу. Многократные модельные испытания в различных ледовых бассейнах показали, что все предлагаемые конструкции не обеспечивают 100% защиты ото льда. Кроме этого, в условиях мелководья такие конструкции особенно неэффективны из-за наличия стесненных условий, которые препятствуют отводу льда в сторону от защищаемого объекта. Установка таких устройств на корпусе приводит к возрастанию ледового сопротивления, особенно на мелководье. Кроме этого, выступающие за основную плоскость устройства могут быть причиной возникновения аварийной ситуации из-за возможности касания ими грунта при изменении посадки и дифферента ледокола, вызванного влиянием мелководья [5].



1

2

3

**Рис. 1.** Визуализация попадания льда в район носового «ледового ящика»: а) глубокая вода, б) мелководье

Смыв мощными струями льдин из района расположения водозаборников может рассматриваться как эффективный метод защиты водозаборных устройств. Методика расчета необходимой для смыва с корпуса ледокола скорости воды в струе описана в работе [6]. Однако при использовании этого метода возникают те же проблемы, как обеспечить забор воды для формирования струй?

Увеличение площади поверхности приемных водозаборников оказывает разнонаправленное влияние на процесс их перекрытия притопленными льдинами. С одной стороны, увеличение площади позволяет снизить скорость всасывания воды в «ледовый ящик» и, следовательно, уменьшить величину силы, прижимающей льдину к решетке водозаборника. С другой стороны, увеличение площади повышает вероятность попадания льдин к водозаборникам. По-видимому, следует согласиться с мнением специалистов [7] о неэффективности увеличения площади водозаборников.

Подводя итог изложенному выше, можно сделать вывод, что к настоящему времени эффективных мер по борьбе с перекрытием водозаборников притопленными льдинами не предложено. В этом направлении необходимо вести дальнейшие исследования.

Забиваемость «ледовых ящиков» шугой и мелкими фракциями льда также представляет довольно серьезную проблему. Однако для ее решения предложены достаточно эффективные способы борьбы. В работе [8] показано, что при организации рециркуляции воды, когда в «ледовый ящик» подается некоторая часть горячей, уже использованной для охлаждения воды, ее тепла достаточно для таяния попавших внутрь корпуса шуги и мелких фракций льда. Такое решение позволяет бороться со льдом внутри «ледовых ящиков». При использовании этого решения в конструкции «ледового ящика» имеется достаточно большая свободная поверхность, к которой всплыва-



ют прошедшие сквозь приемные решетки шуга и мелкие фракции льда. Сверху к этой свободной поверхности подается горячая вода для плавления льда. Отбор воды для охлаждения осуществляется специальным водозаборником, расположенным существенно ниже уровня свободной поверхности. Сечение этого водозаборника выбирается достаточно большим для того, чтобы обеспечить небольшие скорости всасывания воды и минимизировать возможность захвата водозаборником шуги и мелких фракций льда.

### **Заключение**

Основной проблемой при проектировании «ледового ящика» является оптимизация потоков воды внутри ледового ящика. Целью этой оптимизации должно стать создание такой конструкции «ледового ящика», которая позволяла бы исключить внутри него возникновение застойных зон, а также свести к минимуму попадание льда в забираемую из ящика воду для охлаждения. В настоящее время для оптимизации конструкции «ледовых ящиков» используются методы физического и математического моделирования, которые позволяют эффективно решать эту задачу в зависимости от заданных расходов воды в устройстве и количества поступающих в него шуги мелких фракций льда, в том числе с учетом влияния мелководья.

### **Литература**

1. *Апполонов Е. М., Беляшов В. А., Воробьев В. М., Орлов О. П., Симонов Ю. А., Шварев Ю.В.* Проблемные вопросы создания универсального атомного ледокола нового поколения/Труды ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова, 2008, вып. 39(323), с.110–128.
2. *Клементьева Н. Ю., Рыжков А. В., Сазонов К. Е.* Модельные исследования ледового сопротивления перспективного ледокола на предельном мелководье / Труды ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова, 2010, вып. 51(335), с.5–12.
3. *Апполонов Е. М., Рыжков А. В., Сазонов К. Е.* Особенности эксплуатации ледоколов на мелководье / Мореходство и морские науки – 2011, избр. доклады III Сахалинской региональной НТК, Южно-Сахалинск, 2011, с.103–108.
4. *Апполонов Е. М., Рыжков А. В., Сазонов К. Е.* Расчет ледовой нагрузки на днище ледокола на предельном мелководье / Труды ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова, 2011, вып. 63(347), с.5–12.
5. *Щемелинин Л. Г., Ильин В. М., Рыжков А. В.* К выбору навигационного запаса воды под килем ледокола / Труды ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова, 2010, вып. 51(335), с.113–138.
6. *Лобачев М. П., Сазонов К. Е.* Исследование некоторых аспектов гидромеханики судов двойного действия / Труды ЦНИИ им. акад. А.Н.Крылова, 2010, вып. 24(308), с.89–98.
7. *Андрюшин А. В., Голубев В. С., Шурпяк В.К.* Об особенностях работы кингстонных и ледовых ящиков судов в различных ледовых условиях/Науч.-тех. сб. Российского морского регистра судоходства, 2000. С.162–179.
8. *Аксельрод С. Б., Коваленко В. К., Левин Б. М., Следзюк А. К.* Улучшение работы системы охлаждения главного конденсатора в ледовых условиях/Судостроение, 1978, № 3.