

11. Kuznetsov, A. L., and A. V. Galin. "Cybernetic method of management of development of sea ports." *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine Engineering and Technologies* 3 (2016): 93–97.
12. Anikin, A. V., V. S. Afanasev, S. Z. Bublikov, et al. "Ot Smita i Rikardo do Marksa i Jengel'sa." *Vsemirnaja istorija jekonomicheskoj mysli*. M.: Mysl, 1988–1990. Vol. 2. 560–566.
13. *Review of Maritime Transport 2015*. USA, New York: UNCTAD, 2015.
14. Van den Berg, Roy, and Peter W. De Langen. "Hinterland strategies of port authorities: A case study of the port of Barcelona." *Research in Transportation Economics* 33.1 (2011): 6–14. DOI: 10.1016/j.retrec.2011.08.002.
15. Mesnjakov, A. L. *Istorija goroda*. SPb.: Izdatelstvo Aleksandr Print, 2002.
16. Kuznezov, A. L., and A. V. Galin. "Spatial development of ports." *Innovations* 2(208) (2015): 115–120.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Кузнецов Александр Львович —
доктор технических наук, профессор.
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С.О. Макарова»
thunder1950@yandex.ru
Галин Александр Валентинович —
кандидат технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С.О. Макарова»
galin2403@gmail.com
Кириченко Александр Викторович —
доктор технических наук, профессор.
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С.О. Макарова»
a.v.kirichenko@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Kuznetsov Aleksandr Lvovic —
Dr. of Technical Sciences, professor.
Admiral Makarov State University of Maritime and
Inland Shipping
thunder1950@yandex.ru
Galin Aleksandr Valentinovic —
PhD, associate professor.
Admiral Makarov State University
of Maritime and Inland Shipping
galin2403@gmail.com
Kirichenko Aleksandr Viktorovich —
Dr. of Technical Sciences, professor.
Admiral Makarov State University
of Maritime and Inland Shipping
a.v.kirichenko@mail.ru

Статья поступила в редакцию 10 ноября 2016 г.

DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-6-34-42
УДК 655.62.052.4

**А. А. Ершов,
П. И. Петухов**

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СПРЯМЛЕНИЮ СУДНА ПРИ АВАРИИ В ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЯХ

В статье рассматриваются способы реализации требований Международного полярного кодекса, который вступает в силу с 1 января 2017 г. Ключевым требованием для выполнения требований Международного полярного кодекса является Свидетельство судна полярного плавания, для получения которого для каждого судна должны быть разработаны «Наставления по эксплуатации судов в полярных водах». При создании данного документа необходимо разработать рекомендации по борьбе за живучесть конкретного судна при получении им повреждений в условиях ледового плавания. В настоящей статье для разработки данных рекомендаций предлагается использовать методы спрямления судна с извлечением полученной пробоины из воды. Предложенные в статье методы спрямления позволяют использовать их на всех судах, осуществляющих ледовое плавание в полярных водах, обеспечивая тем самым выполнение двух важнейших задач: быстрое, самостоятельное спрямление судна и предотвращение дальнейшего поступления воды через пробоину, а также снижение вероятности экологического загрязнения в процессе проведения этих мероприятий за счет предотвращения или снижения вероятности поступления в воду загрязненных веществ из корпуса судна. На основании результатов расчетов, предложенным в настоящей работе, сделан вывод об эффективности спрямления судна с извлечением пробоины из воды, а также подтверждена возможность использования данного метода на существующих и перспективных судах ледового плавания.

Показано, что применение данного метода позволит не только выполнить требования Международного полярного кодекса, но и обеспечить безопасное плавание судов в ледовых условиях. В статье показано, что методы спрямления судна с извлечением пробоины из воды могут быть использованы для разработки практических рекомендаций для судов разных типов по плаванию в различных ледовых условиях. Они могут быть предложены мировому морскому сообществу как основной метод для решения вопросов борьбы за живучесть в условиях ледового плавания, разработки рекомендаций для судов различных типов и конструкций, при подготовке судоводителей к плаванию в конкретных ледовых условиях.

Ключевые слова: Международный полярный кодекс, ледовое плавание судов, борьба за живучесть в условиях ледового плавания, спрямление судна с извлечением пробоины из воды.

Введение

В настоящее время безопасность плавания в полярных водах регулируется основными конвенциями в этой области: Международной конвенцией по охране человеческой жизни на море 1974 года (СОЛАС-74), Международной конвенцией о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года (ПДНВ-78), Международной конвенцией о Грузовой марке и др., а аспекты предотвращения загрязнения — Международными конвенциями МАРПОЛ 73/78 и конвенцией о контроле за вредными противообрастающими системами на судах. Ожидается вступление в силу Международной конвенции о контроле судовых балластных вод и осадков и управлении ими.

С 1 января 2017 г. международное судоходство, в дополнение к указанным конвенциям, должно отвечать требованиям «Международного кодекса для судов, эксплуатирующихся в полярных водах» (МПК) [1], являющегося обязательным в соответствии с конвенциями СОЛАС-74 и МАРПОЛ 73/78 [2]–[4]. Требования МПК к безопасности не распространяются на суда, совершающие рейсы между портами только Российской Федерации, такие суда являются предметом Кодекса торгового мореплавания РФ (далее — КТМ) и иных применимых отечественных нормативно-правовых документов.

Плавание судов в акватории Северного морского пути (СМП) регулируется «Правилами плавания», введенными Приказом Минтранса России от 17.01.2013 г. № 7 (ППСМП) [5]. Применение ППСМП предусматривает предоставления разрешения на плавание в акватории СМП на основании заявок, подтверждающих техническую подготовку судна к плаванию, готовность экипажа и характер перевозимого груза.

С вводом в действие МПК в состав документов, внесенных в заявку, в общем случае надлежит включить Свидетельство судна полярного плавания (ССПП) и Наставления по эксплуатации судов в полярных водах (НЭПВ), на основании которых Администрация СМП (АСМП) будет выносить решения о выдаче или отклонении разрешений на плавание в акватории СМП.

Реализация требований МПК, включая разработку НЭПВ, обеспечивает переход к новым процедурам обеспечения безопасности и предотвращения загрязнения в полярных водах, предписываемым МПК [6].

Основная часть

В МПК имеется инструкция о разработке НЭПВ, в которую включено подробное изложение требований к различным разделам, составляющим его содержание. Так, разд. 2.1. «Борьба за живучесть» гл. 2. «Реагирование на чрезвычайные ситуации» содержит следующие рекомендации: «НЭПВ должно рассматривать меры и устройства по борьбе за живучесть для аварийной передачи жидкостей и обеспечения доступа к танкам и помещениям в ходе спасательных операций» [1, с. 60].

Таким образом, меры, предусматриваемые НЭПВ, должны давать возможность использования танков судна для снижения опасностей повреждения. При этом следует учитывать необходимость быстрого и самостоятельного решения задачи борьбы за живучесть конкретного судна

в полярных водах, так как быстрой и эффективной помощи в ледовых условиях можно дожидаться далеко не всегда. Кроме того, должна обеспечиваться максимальная экологическая безопасность предлагаемых мероприятий, так как принцип «нулевого сброса» в полярных водах [1], очевидно, должен относиться к борьбе за живучесть судна в условиях ледовых повреждений. Для соблюдения этих требований в качестве основного принципа борьбы за живучесть в случае нарушения водонепроницаемости при ледовых повреждениях предлагается спрямление судна с извлечением полученной пробоины из воды. Такими действиями достигается решение двух основных задач, на которые направлен МПК: предотвращение гибели судна в полярных водах и снижение опасности экологического загрязнения при ледовых авариях. Этот принцип использован в работах [6], [7]. На рис. 1 – 3 в графическом виде представлены дополнительные преимущества данного вида борьбы за живучесть, к которым относятся:

- возможность использования при основных видах ледовых аварий, связанных с повреждением корпуса судна. Пробоина при ледовых повреждениях в абсолютном большинстве случаев располагается в районе ватерлинии, что требует незначительного крена судна для ее извлечения из воды (рис. 1, а);
- возможность быстрого реагирования на аварию путем использования для перекачки заранее определенных танков судна, в перспективе возможность использования в автоматизированном (автоматическом) режиме креновой системы судна (рис. 1, б);
- возможность предотвращения поступления забортной воды через пробоину. Снижение опасности экологического загрязнения. Возможность безопасного продолжения спасательных и ремонтных операций (рис. 1, в).

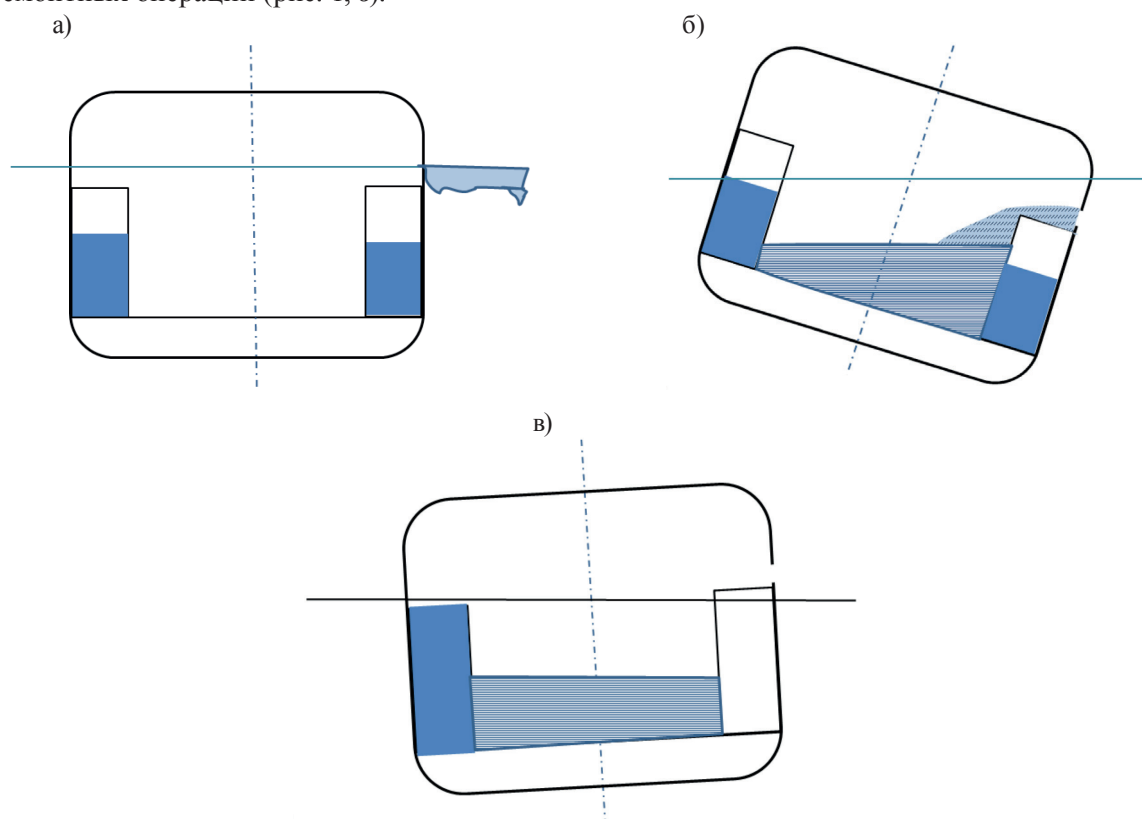


Рис. 1. Преимущества спрямления судна с извлечением пробоины из воды:

- а — возможность использования при основных видах ледовых аварий; б — возможность быстрого реагирования на аварию путем использования для перекачки заранее определенных танков судна; в — возможность предотвращения поступления забортной воды через пробоину

Указанные преимущества, а также возможность использования для данного метода судовой информации об остойчивости и аварийной остойчивости дают возможность рекомендовать его

отечественным и иностранным судам в качестве основного метода борьбы за живучесть судна при ледовых авариях.

Рекомендации по борьбе за живучесть для использования в НЭПВ могут включать следующие элементы: типовые случаи затопления отсеков конкретного судна, расчет остойчивости и способы спрямления судна с извлечением пробойны из воды в каждом из типовых случаев.

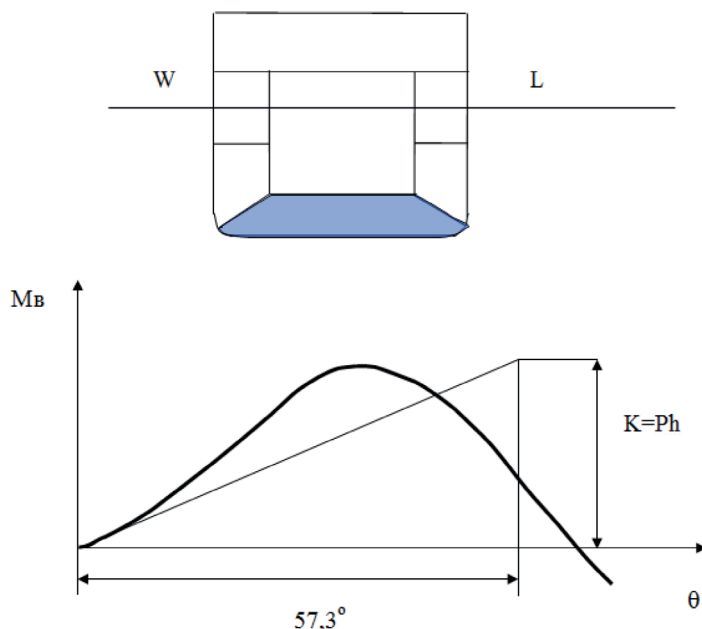


Рис. 2. Затопление помещений судна в первом типовом случае

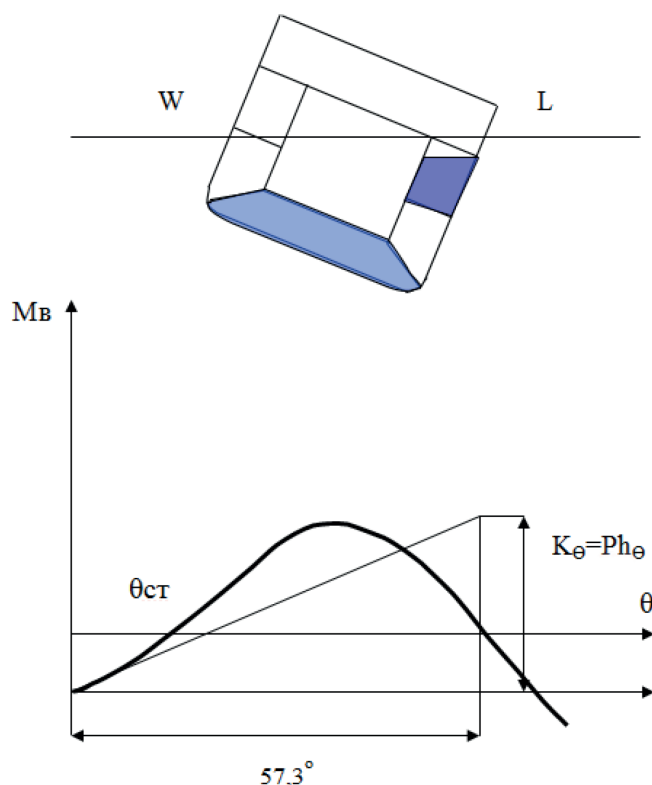


Рис. 3. Затопление помещений судна во втором типовом случае

Первый типовой случай затопления помещений судна (рис. 2) характеризуется тем, что вода полностью заполняет отсеки, расположенные ниже ватерлинии. Крен судна не образуется. Остойчивость судна повышается. Спрявление не требуется. Извлечение пробойны из воды достигается за счет намеренного создания крена на противоположный борт судна.

Второй типовой случай затопления помещений судна (рис. 3 и 4). Судно имеет крен в сторону пробойны. Остойчивость судна положительна. Извлечение пробойны из воды достигается за счет ликвидации крена судна (спрямления судна) и намеренного создания крена на противоположный борт. В процессе спрямления рекомендуется создавать спрямляющий момент за счет перекачки воды в танки, создающие наименьшую свободную поверхность и расположенные как можно ближе к днищу для сохранения остойчивости судна.

Коэффициенты поперечной остойчивости судна после попадания воды внутрь корпуса судна при получении пробойны и после начала спрямления судна определяются следующим образом [8]:

$$K_{\theta} = Ph_{\theta} = (\Delta + m_{зв}) h_{\theta}; K = (\Delta + m_{зв}) h_1, \quad (1)$$

где Δ — водоизмещение судна до аварии, т;

$m_{зв}$ — масса забортной воды, поступившей внутрь корпуса судна через пробойну, т;

h_{θ} — начальная поперечная метацентрическая высота судна после получения пробойны, м;

h_1 — начальная поперечная метацентрическая высота после начала спрямления судна, м.

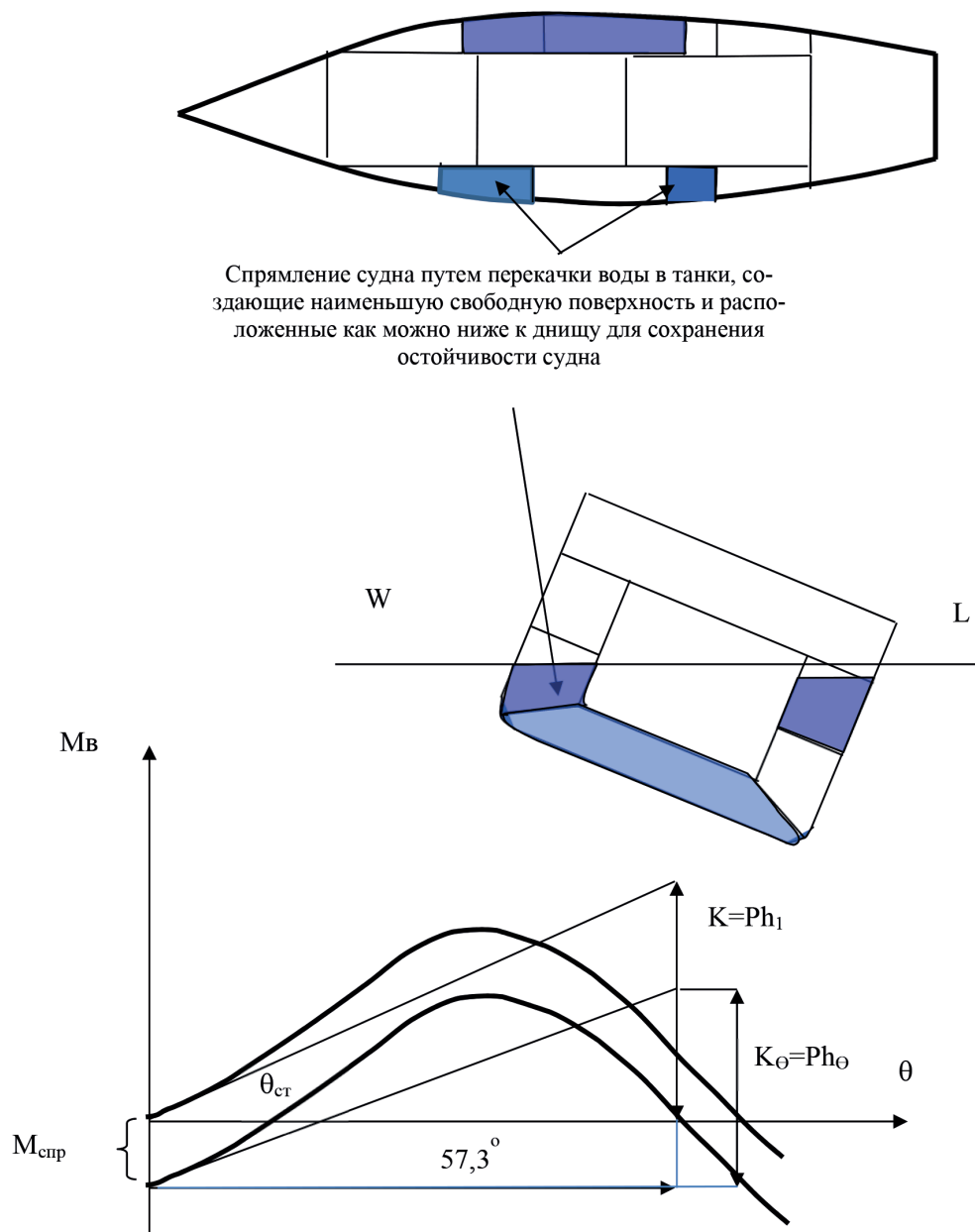


Рис. 4. Спрямление судна во втором типовом случае

Для определения начальной метацентрической высоты после получения пробоины судна может быть использовано следующее выражение [8]:

$$h_{\Theta} = h + m_{3B} / (\Delta + m_{3B}) (d + \delta d / 2 - z - h) - \rho i_x / (\Delta + m_{3B}), \quad (2)$$

где h — начальная поперечная метацентрическая высота судна до получения пробоины, м; d — средняя осадка судна до получения пробоины, м; δd — приращение осадки вследствие поступления забортовой воды через пробоину, м; z — возвышение центра тяжести поступившей в корпус судна забортовой воды над основной плоскостью судна, м; i_x — момент инерции площади свободной поверхности, поступившей в корпус судна забортовой воды относительно оси x , м⁴; ρ — плотность забортовой воды, т/м³.

После начала спрямления судна, после перекачки жидкости с одного борта на другой, начальная метацентрическая высота судна может быть определена как

$$h_1 = h_{\Theta} - \Sigma i_{x1} \rho / (\Delta + m_{3B}) - \Sigma i_{x2} \rho / (\Delta + m_{3B}), \quad (3)$$

где Σi_{x1} — суммарный момент инерции площадей свободной поверхности воды танков или цистерн, откуда началась перекачка воды для спрямления судна, m^4 ; Σi_{x2} — суммарный момент инерции площадей свободной поверхности воды танков или цистерн, куда началась перекачка воды для спрямления судна, m^4 .

В том случае, если танки или цистерны, используемые для спрямления, уже имеют свободные поверхности, которые учтены в расчетах остойчивости судна, с учетом малости m_{3B} по сравнению с водоизмещением судна Δ , выражение (3) преобразуется к виду

$$h_1 = h_0. \quad (4)$$

Для определения массы воды, необходимой для перекачки для спрямления судна после получения пробоины, может быть использовано следующее выражение:

$$\operatorname{tg} \Theta = 2h_n / B = \Sigma m(y_2 - y_1) / (h_1 \Delta), \quad (5)$$

где h_n — толщина льда, который может стать причиной пробоины в условиях ледового плавания, м; B — ширина судна, м; $\Sigma m(y_2 - y_1) = M_{\text{спр}}$ — спрямляющий момент от перекачки жидкостей с одного борта на другой, т·м.

Если центры тяжести танков, используемых для спрямления расположены на одинаковом расстоянии, т. е. $(y_2 - y_1) = \text{const}$, то из выражения (5) может быть получена суммарная масса жидкости, необходимая для перекачки с одного борта на другой при спрямлении судна:

$$\Sigma m = 2h_n / B h_1 \Delta / (y_2 - y_1). \quad (6)$$

В случае, если необходимо гарантированное извлечение пробоины из воды, величина m может быть увеличена в 2 – 3 раза:

$$\Sigma m = 4h_n / B h_1 \Delta / (y_2 - y_1) \quad (7)$$

или

$$\Sigma m = 6h_n / B h_1 \Delta / (y_2 - y_1), \quad (8)$$

Для иллюстрации расчета величины Σm по выражениям (6) – (8) рассмотрим пример расчета спрямления судна с извлечением пробоины из воды при следующих условиях: водоизмещение судна: $\Delta = 10000$ т; толщина льда, который стал причиной пробоины в условиях ледового плавания: $h_n = 0,5$ м; ширина судна $B = 25$ м; расстояние между танками, используемыми для спрямления судна: $(y_2 - y_1) = 20$ м; исправленное значение начальной метацентрической высоты судна $h_1 = 0,5$ м.

В соответствии с формулой (6) значение массы жидкости, необходимое для спрямления судна, которое должно быть перекачено с борта на борт, может быть рассчитано в виде

$$\Sigma m = 2h_n / B h_1 \Delta / (y_2 - y_1) = 2 \cdot 0,5 / 25 \cdot 0,5 \cdot 10000 / 20 = 10 \text{ т.} \quad (9)$$

В соответствии с формулой (7) необходимое для спрямления судна с извлечением пробоины из воды значение массы жидкости, которое должно быть перекачено с борта на борт, может быть рассчитано следующим образом:

$$\Sigma m = 4h_n / B h_1 \Delta / (y_2 - y_1) = 4 \cdot 0,5 / 25 \cdot 0,5 \cdot 10000 / 20 = 20 \text{ т.} \quad (10)$$

В соответствии с формулой (8) необходимое для спрямления судна с повышенным извлечением пробоины из воды значение массы жидкости, которое должно быть перекачено с борта на борт, может быть получено как

$$\Sigma m = 6h_n / B h_1 \Delta / (y_2 - y_1) = 6 \cdot 0,5 / 25 \cdot 0,5 \cdot 10000 / 20 = 30 \text{ т.} \quad (11)$$

Как следует из указанных численных примеров расчета для спрямления данного расчетного судна с извлечением пробоины из воды, необходимо перекачать с борта на борт $\Sigma m = 10 - 30$ т жидкости. При существующей производительности насосов для перекачки такого количества

жидкости судну потребуется 5 – 15 мин. Таким образом, подтверждается ранее сделанное предположения о скорости и эффективности данного способа спрямления судна. Кроме того, можно утверждать, что при получении ледового повреждения с одного борта судоводитель самостоятельно, без проведения предварительных расчетов, должен дать команду в машинное отделение о запуске насосов на перекачку с одного борта на другой и проконтролировать извлечение пробойны из воды с крыла мостика судна.

Судоводителю следует учитывать возможность появления свободной поверхности во время перекачки балласта с борта на борт, что может краткосрочно уменьшить метацентрическую высоту и привести к большему крену. Не следует останавливаться до полного окончания операции перекачки, так как в конце операции свободная поверхность заполняемого танка будет устранена и её следствие на крен судна нивелируется. Для этой операции потребуется совсем немного времени, но опасность затопления судна и экологического загрязнения будет ликвидирована согласно существующим требованиям МПК [1]. Кроме того, подтверждается ранее сделанное предположение о возможности запуска насосов на спрямление судна с извлечением пробойны из воды в автоматическом режиме после получения информации о повреждении корпуса судна в результате ледового плавания. Опыт произошедших аварий и способов их избежания [9] – [11], подтверждает возможность применения указанных методов в ледовых условиях.

Выводы

1. Использование спрямления судна с извлечением пробойны из воды в случае получения ледовых повреждений, рассмотренного в данной статье, может быть предложено всем судам отечественных и иностранных судоходных компаний как основного метода борьбы за живучесть, удовлетворяющего требованиям Международного полярного кодекса.

2. Рассмотрены основные преимущества данного метода, которые заключаются в том, что он может быть использован при всех видах ледовых повреждений, не требует больших временных или иных затрат, может самостоятельно выполняться на любом судне при перекачке жидкости с одного борта, способствует быстрой ликвидации опасности затопления судна и экологических загрязнений.

3. Получены расчётные зависимости и приведены численные примеры, которые подтвердили преимущества предлагаемого метода и могут быть использованы при проведении оперативных расчетов на судах, совершающих плавание в полярных водах.

4. Судоводители всего мира уже в настоящее время могут использовать данный метод при получении пробойны путем подачи команды в машинное отделение на перекачку жидкости на противоположный борт и визуальном контроле выхода пробойны из воды при ледовых авариях.

5. В перспективе данный метод спрямления судна при ледовых авариях может использоваться в автоматическом режиме после получения информации с использованием датчиков о повреждении корпуса судна в результате ледового плавания.

6. Следует учитывать, что после операции по спрямлению судна с извлечением пробойны из воды необходимо как можно скорее связаться с государственными структурами оказания помощи и спасения для их информирования и вызова необходимой помощи, как это предусмотрено МПК [1].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Международный кодекс для судов, эксплуатирующихся в полярных водах (Полярный кодекс). Резолюция ИМО MSC.385(94). — 2014.
2. Поправки к Международной конвенции по охране человеческой жизни на море 1974 года с поправками. Резолюция ИМО MSC.386(94). — 2014.
3. Международная Конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 года с поправками (СОЛАС-74).

4. Международная конвенция о предотвращении загрязнения с судов 1973 года, измененная протоколом 1978 г. к ней с поправками (МАРПОЛ 73/78).
5. Правила плавания в акватории Северного морского пути / Утв. Приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 17.01.2013 г. № 7.
6. Ершов А. А. Рекомендации по маневрированию судна в ледовых условиях / А. А. Ершов, С. Ю. Развозов, П. И. Петухов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2016. — № 5 (39). — С. 20–29. DOI: 10.21821/2309-5180-2016- 8-5-20-29.
7. Ершов А. А. Разработка системы интеллектуальной поддержки судоводителя для снижения опасности столкновений судов: дис. ... д-ра техн. наук: 05.22.19; защищена 19.11.2012; утв. 20.05.2013 / Андрей Александрович Ершов. — СПб., 2012. — 366 с.
8. Ершов А. А. Теория судна. Статика: учеб. пособие / А. А. Ершов, Б. П. Коротков [и др.]. — СПб.: ГМА им. адм. С. О. Макарова, 2009. — 186 с.
9. Ершов А. А. От «Титаника» до «Costa Concordia» неиспользованные возможности для спасения: монография / А. А. Ершов. — Saarbrücken, Deutschland: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. — 146 с.
10. Ершов А. А. Некоторые аварии и катастрофы отечественных и иностранных судов: монография / А. А. Ершов, В. И. Никольский. — СПб.: ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2013. — 196 с.
11. Gao G. X. Breaking the Ice: Navigation in the Arctic / G. X. Gao, L. Heng, T. Walter, P. Enge // Global Navigation Satellite Systems: Report of a Joint Workshop of the National Academy of Engineering and the Chinese Academy of Engineering. — National Academies Press, 2012. — Pp. 229–238.

RECOMMENDATIONS TO STRAIGHTEN THE SHIP IN THE ACCIDENT IN ICE CONDITIONS

The article discusses ways of implementing the requirements of the International Polar code, which comes into force on 1 January 2017. The main requirement to the requirements of the International polar code-getting evidence of the ship's Arctic voyage, for which each ship should be developed guidelines for the operation of ships in polar waters. The creation of this document should develop recommendations to control the state of the vessel from damage in conditions of ice navigation. In this article to create these recommendations, it is proposed to use the methods to straighten the ship with the rise holes out of the water. The methods proposed in this paper, can be used for all ships for polar waters for solving two important tasks: quickly straighten of the vessel, prevent further entry of water through the holes and reducing the chances of environmental pollution. Based on the results of the calculations proposed in this work, the conclusion about the effectiveness of the straightening the ship with the rise of holes from the water and confirmed the possibility of using this method on existing and future ships of ice navigation. It is shown that the use of this method allows not only to observe International polar Code, as well as to ensure safe navigation of ships in ice conditions. The article shows that the methods can be used to develop practical recommendations for vessels of various types and designs of navigation in different ice conditions. They can be offered in advance of the marine community in the world as the primary method for solving problems of the struggle for survival in conditions of ice navigation, design guidelines for various types of vessels and compositions in the preparation of skippers to sail in a particular ice conditions.

Keywords: International Polar code, navigation in polar waters, the struggle for survival in conditions of ice navigation, straightening of the vessel with the rise of holes out of water.

REFERENCES

1. Mezhdunarodnyj kodeks dlja sudov, jekspluatirujushhihsja v poljarnyh vodah. Rezoljucija IMO MSC.385(94). 2014.
2. Popravki k Mezhdunarodnoj konvencii po ohrane chelovecheskoj zhizni na more 1974 goda. Rezoljucija IMO MSC.386(94). 2014.
3. Mezhdunarodnaja Konvencija po ohrane chelovecheskoj zhizni na more 1974 goda (SOLAS-74) s popravkami.
4. Mezhdunarodnaja konvencija o predotvrashhenii zagrjaznenija s sudov 1973 goda, izmenennaja protokolom 1978 g. k nej s popravkami (МАРПОЛ 73/78).

5. Russian Federation. Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation from 17.01.2013 № 7. Pravila plavaniya v akvatorii Severnogo morskogo puti.

6. Ershov, Andrey Alexandrovich, Sergey Jrevich Razvozov, and Pavel Igorevich Petuhov. "Recommendation on maneuvering the vessel in ice conditions." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 5(39) (2016): 20–29. DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-5-20-29.

7. Ershov, A. A. Razrabotka sistemy intellektualnoj podderzhki sudovoditelja dlja snizhenija opasnosti stolknovenij sudov. Dr. diss. SPb., 2012.

8. Ershov, A. A., B. P. Korotkov, et al. *Teorija sudna. Statika: uchebnoe posobie*. SPb.: GMA im. adm. S. O. Makarova, 2009.

9. Ershov, A. A. *Ot «Titanika» do «Costa Concordia» neispolzovannye vozmozhnosti dlja spa-senija: monografija*. Saarbrücken, Deutschland: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013.

10. Ershov, A. A., and V. I. Nikolskij. *Nekotorye avarii i katastrofy otechestvennyh i inostrannyh sudov: monografija*. SPb.: GUMRF im. adm. S. O. Makarova, 2013.

11. Gao, G. X., L. Heng, T. Walter, and P. Enge. "Breaking the Ice: Navigation in the Arctic." *Global Navigation Satellite Systems: Report of a Joint Workshop of the National Academy of Engineering and the Chinese Academy of Engineering*. National Academies Press, 2012: 229–238.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ершов Андрей Александрович —
доктор технических наук, доцент.
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С. О. Макарова»
ershov_63@mail.ru
Петухов Павел Игоревич — аспирант.
Научный руководитель:
Ершов Андрей Александрович.
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С. О. Макарова»
sevarus89@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ershov Andrey Alexandrovich —
Dr. of Technical Sciences, associate professor.
Admiral Makarov State University
of Maritime and Inland Shipping
ershov_63@mail.ru
Petuhov Pavel Igorevich — postgraduate.
Supervisor:
Ershov Andrey Alexandrovich.
Admiral Makarov State University
of Maritime and Inland Shipping
sevarus89@gmail.com

Статья поступила в редакцию 14 ноября 2016 г.

DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-6-42-57
УДК 629.123.56

**И. И. Костылев,
Г. П. Евдокимов**

РАЗВИТИЕ ГАЗОВОЗОВ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА ДЛЯ УДОВЛЕТВОРЕНИЯ ПОТРЕБНОСТЕЙ В НЕМ МИРОВОГО РЫНКА. РОССИЙСКИЕ ПРОЕКТЫ СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА

Показаны запасы, экспорт и импорт природного газа по странам в соответствии с последними данными. Приведены данные о мировых перевозках сжиженного природного газа. Показана структура мирового флота и освещено развитие газозов СПГ. Рассмотрено развитие энергетических установок газозов. Представлены газозовы, предназначенные для длительной эксплуатации при низких температурах и в ледовых условиях. Отмечается, что первое место в мире по размеру флота газозовов с высоким ледовым классом занимает греческая компания Dypnagas, ее газозов «Ob River» первым прошел по Северному морскому пути. Представлены газозовы с установками регазификации. Рассмотрены российские проекты СПГ, развиваемые ПАО «Газпром»: «Сахалин- 2», «Балтийский СПГ», «Владивосток СПГ» и регазификационный терминал в Калининградской области. Приведена информация о проектах «Ямал СПГ» и «Арктик СПГ», развиваемых ОАО «НОВАТЭК». Отражено развитие СПГ-проектов ПАО «НК «Роснефть».