

DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-1-17-26

RECOMMENDATIONS FOR EMERGENCY RESPONSE IN ICE CONDITIONS OF NAVIGATION

A. A. Ershov, P. I. Petuhov

Admiral Makarov State University of Maritime and Inland Shipping,
St. Petersburg, Russian Federation

The article discusses ways of implementing the requirements of the International polar code, which entered into force on 1 January 2017, one of the main requirements to the requirements of the International polar code is a Polar Ship Certificate, to which each ship should be developed Polar Water Operational Manual (PWOM). When creating this document, it is necessary to develop recommendations on cooperation of specific court-emergency services for trauma in conditions of ice navigation. In this article the development of these recommendations it is proposed to use methods of deliberate creation the hitch ships with emergency ships and other rescue vessels to improve its stability, conducting reparation works, rescue of passengers and crew on the transition from emergency vessel to other ships. The proposed methods intentional create the hitch ships can be used on all ships of ice navigation in polar waters, thereby fulfilling two main objectives: fast, self-straightening of the vessel and prevent further water penetration through hole, as well as reduce the likelihood of environmental pollution in the process of this activity is to prevent or reduce the likelihood of water entry of polluted substances from the hull. Based on the results of the calculations proposed in this work, the conclusion about the effectiveness of creating variants of hitch ships of the vessels with emergency ships and the possibility of using these techniques in existing and future ships of ice navigation. It is shown that the use of different types of capture vessels after injury in ice conditions will allow us to meet the requirements of the International Polar Code. The article of the shown that the methods of straightening of the ship with the extraction holes from the water and the subsequent creation of various hitch ships can be used to develop practical recommendations for ships of various types sailing in different ice conditions. They can be offered to the global Maritime community as the primary method for solving problems of the struggle for survival in ice conditions, especially the interaction of the ship with the emergency services, to develop recommendations for various types of vessels and convoys, training of navigators to sail in ice conditions.

Keywords: International Polar code, ice-class vessels, ships, interaction with emergency services.

For citation:

Ershov, Andrey A., and Pavel I. Petuhov. "Recommendations for emergency response in ice conditions of navigation." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 9.1 (2017): 17–26. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-1-17-26.

УДК 655.62.052.4

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ДЕЙСТВИЯМ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ В ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЯХ ПЛАВАНИЯ

А. А. Ершов, П. И. Петухов

ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С. О. Макарова», Санкт-Петербург,
Российская Федерация

В статье рассматриваются способы реализации требований Международного полярного кодекса, который вступил 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 взаимодействию конкретного судна со службами спасения при получении им повреждений в условиях ледового плавания. В настоящей статье для разработки данных рекомендаций предлагается использовать методы намеренного создания сцепки спасательных и иных судов с аварийным судном для повышения его остойчивости, проведения ремонтных работ, спасения пассажиров и экипажа путем пересадки с аварийного на другие суда. Предложенные в статье методы намеренного создания сцепки судов позволяют использовать их на всех судах, осущест-

являющих 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, предложенных в настоящей работе, сделан вывод об эффективности создания различных вариантов намеренной сцепки судов с аварийным судном, а также подтверждена возможность использования данных методов на существующих и перспективных судах ледового плавания. Показано, что применение различных вариантов сцепки судов после получения повреждений в ледовых условиях позволит выполнить требования Международного полярного кодекса. В статье показано, что методы спрямления судна с извлечением пробоины из воды и последующего создания различных вариантов сцепки судов могут быть использованы для разработки практических рекомендаций для судов разных типов, плавающих в различных ледовых условиях. Эти варианты могут быть предложены мировому морскому сообществу как основной метод для решения вопросов борьбы за живучесть в условиях ледового плавания по взаимодействию конкретного судна со службами спасения, разработке рекомендаций для судов различных типов и конструкций, а также при подготовке судоводителей к плаванию в конкретных ледовых условиях.

Ключевые слова: Международный полярный кодекс, ледовое плавание судов, взаимодействие судна со службами спасения.

Для цитирования:

Ершов А. А. Рекомендации по действиям в чрезвычайных ситуациях в ледовых условиях плавания / А. А. Ершов, П. И. Петухов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2017. — Т. 9. — № 1. — С. 17–26. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-1-17-26.

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 — Международной конвенцией МАРПОЛ 73/78 и Международной 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 документом 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 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 [5]. Применение данного приказа предусматривает предоставление 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 внесенных в заявку документов в общем случае следует включить Свидетельство судна полярного плавания и Наставления по эксплуатации судов в полярных водах (НЭПВ), на основании которых Администрация СМП будет выносить решения о выдаче или отклонении разрешений на плавание в акватории СМП. Кроме того, наличие на судне и содержание НЭПВ будет проверяться службами портового контроля, которые будут контролировать соответствие НЭПВ требованиям МПК.

Реализация требований МПК, включая разработку НЭПВ, означает переход к новым процедурам обеспечения безопасности и предотвращения загрязнения в полярных водах, предписываемым МПК [1].

Основная часть

В МПК имеется инструкция о разработке НЭПВ, в которую включено подробное изложение требований к различным разделам, составляющим его содержание. Так, разд. 3.1 «Реагирование на чрезвычайную ситуацию на судне» и разд. 3.2 «Спасение имущества / грузов» гл. 3 «Взаимодействие со службами поиска и спасания» [1, с. 60] содержат следующие рекомендации: *«НЭПВ должно включать процедуры, которым надлежит следовать при подготовке к рейсу, и в случае происшествий».*

Таким образом, меры, предусматриваемые НЭПВ, должны включать процедуры, которые необходимо рассматривать как при подготовке к рейсу, так и в случае чрезвычайной ситуации. При этом характер чрезвычайной ситуации может быть различным, но обязательно требующим спасения имущества и грузов, что наиболее вероятно при угрозе затопления судна. При этом характер предусмотренных действий и процедуры по подготовке к ним МПК оставляет в сфере ответственности компании-судовладельца, однако он должен включать в себя взаимодействие со службами поиска и спасания. В качестве иллюстрации отсутствия этого взаимодействия, приведшей к гибели судна, может служить авария лайнера «Эксплорер», произошедшая в Антарктиде в 2007 г. Эта катастрофа, которая явилась толчком к принятию МПК, происходила в непосредственной близости от других судов, прибывших к месту аварии и выполняющих спасательные операции по приему на свой борт пассажиров и экипажа с «Эксплорера», до этого уже находившихся на спасательных шлюпках и плотках (рис. 1).



Рис. 1. Лайнер «Эксплорер» после ледового повреждения, наблюдаемый с других судов

Лайнер «Эксплорер» затонул почти через двое суток в непосредственной близости от судов, пришедших ему на помощь (рис. 2).



Рис. 2. Гибель лайнера «Эксплорер»

Отсутствие взаимодействия с другими судами явилось одной из причин гибели «Эксплорера», что впоследствии привело к принятию МПК международным морским сообществом. Впервые теоретические основы такого взаимодействия между судами были исследованы в работе [6] и относились к минимизации опасных последствий столкновений судов. Заложенные в этой работе принципы могут быть применены в случае ледовых аварий.

Теоретические основы для разработки информации (заполнения) данного раздела НЭПВ могут быть сформулированы следующим образом: *поддержание устойчивости аварийного судна при аварии в полярных водах и наличии поблизости других судов и / или судов спасателей может быть осуществлено путем создания жесткой (при помощи специальных сцепных устройств) или гибкой (с использованием швартовых тросов) сцепки с аварийным судном по рассмотренным далее схемам.*

Схема 1. Создание сцепки под углом 90° по отношению к поврежденному в ледовых условиях (аварийному) судну 1. Для создания сцепки под углом 90° спасательное или иное судно 2 подходит к поврежденному борту аварийного судна и упирается в него своей носовой частью (носом), после чего швартуется к аварийному судну, создавая условия для жесткой или гибкой сцепки (рис. 3). В этом случае появляется возможность увеличить устойчивость аварийного судна и создать условия для пересадки пассажиров и членов экипажа аварийного судна 1 на спасательное (поддерживающее) судно 2, минуя водную или ледовую стадию пересадки.

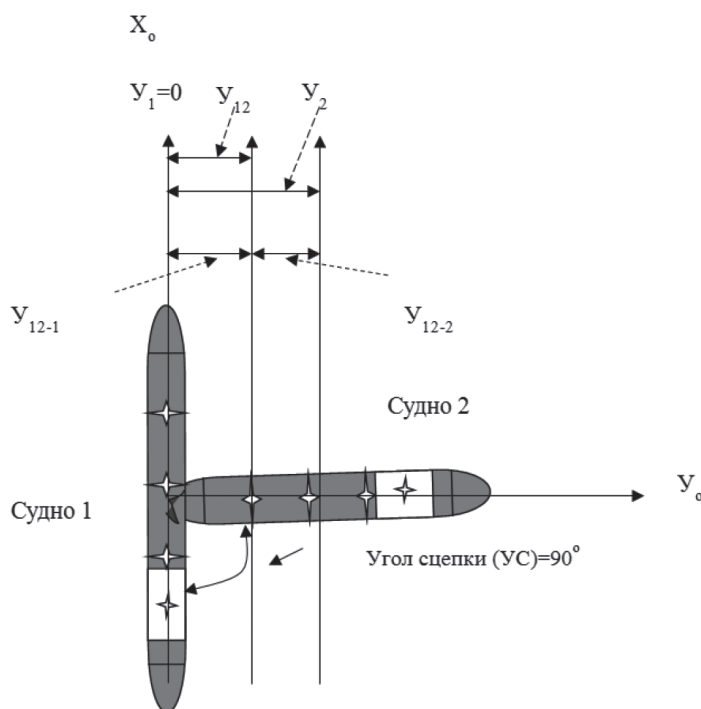


Рис. 3. Создание сцепки судов под углом 90°

Основные параметры водоизмещения и устойчивости обоих судов в этом случае могут быть получены по методике [6]. В качестве одного из показателей устойчивости жестко сцепленных судов можно использовать величину поперечного метацентрического радиуса общей сцепки судов, сопоставляя его величину с величиной поперечного метацентрического радиуса аварийного судна до ледовой аварии.

С этой целью расположим оси X_0 , Y_0 сцепки судов таким образом, чтобы они совпадали с осями X , Y аварийного судна 1 (на рис. 3 слева). Определим отстояние центра тяжести площади ватерлинии сцепки судов от оси X_0 (определим расстояние Y_{12}). Согласно теореме Эйлера

$$Y_{12} = (Y_1 S_1 + Y_2 S_2) / (S_1 + S_2), \quad (1)$$

где Y_1 — отстояние от оси X_0 ЦТ площади ватерлинии судна 1, м; Y_2 — отстояние от оси X_0 ЦТ площади ватерлинии судна 2, м; S_1 — площадь ватерлинии судна 1, м; S_2 — площадь ватерлинии судна 2.

Поперечный метацентрический радиус сцепки судов после столкновения может быть определен, согласно [6], в виде

$$r_{12} = (J_{x1} + S_1 Y_{12-1}^2 + J_{y2} + S_2 Y_{12-2}^2) / (V_1 + V_2), \quad (2)$$

где r_{12} — поперечный метацентрический радиус сцепки судов, м; J_{x1} — момент инерции площади ватерлинии судна 1 относительно собственной оси X , м⁴; J_{y2} — момент инерции площади ватерлинии судна 2 относительно собственной оси Y , м⁴; Y_{12-1} — отстояние ЦТ площади ватерлинии сцепки судов от оси X судна 1 (см. рис. 3), м; Y_{12-2} — отстояние ЦТ площади ватерлинии сцепки судов от оси Y судна 2 (см. рис. 3), м; V_1 — объемное водоизмещение судна 1, м³; V_2 — объемное водоизмещение судна 2, м³.

При рассмотрении в качестве основного показателя остойчивости начальной метацентрической высоты расчет остойчивости сцепленных судов [7] может производиться в соответствии со следующим выражением:

$$h_{12} = z_c + r_{12} - z_g, \quad (3)$$

где h_{12} — начальная метацентрическая высота сцепленных судов, м; z_c — аппликата центра величины сцепленных судов, м; z_g — аппликата центра тяжести сцепленных после столкновения судов, м.

Схема 2. Создание сцепки под углом 0° по отношению к поврежденному в ледовых условиях (аварийному) судну 1. Для создания сцепки под углом 0 градусов спасательное или иное судно 2 подходит к поврежденному борту аварийного судна своим бортом, после чего швартуется к аварийному судну бортом, создавая условия для жесткой или гибкой сцепки (рис. 4). В этом случае появляется возможность увеличить остойчивость аварийного судна и создать условия для пересадки пассажиров и членов экипажа аварийного судна 1 на спасательное (поддерживающее) судно 2, минуя водную или ледовую стадию пересадки. Очевидно, что при данной схеме условия пересадки людей с судна 1 на судно 2 могут быть организованы с большей эффективностью, чем при схеме, приведенной на рис. 3.

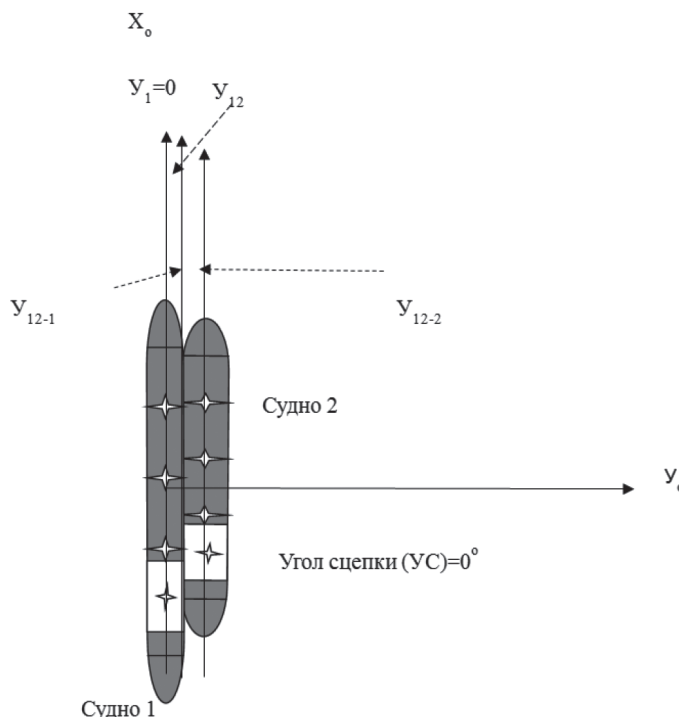


Рис. 4. Создание сцепки судов под углом 0°

Величина Y_{12} при расположении судов лагом может быть определена в соответствии с выражением (1), а поперечный метацентрический радиус сцепки судов после столкновения может быть рассчитан по следующей зависимости:

$$r = (J_{x1} + S_1 Y_{12-1}^2 + J_{x2} + S_2 Y_{12-2}^2) / (V_1 + V_2), \quad (4)$$

где J_{x2} — момент инерции площади ватерлинии судна 2 относительно собственной оси X , m^4 .

Величины Y_{12-1} и Y_{12-2} , входящие в выражение (4), определяются в соответствии с рис. 4.

Схема 3. Суда после столкновения расположены под углом 90° друг к другу и не представляют абсолютно жесткую сцепку, они взаимодействуют только через передачу восстанавливающих и кренящих моментов. Эта ситуация может возникнуть в том случае, когда ледовые условия не позволяют обеспечить эффективную швартовку и создать жесткую сцепку судов.

Количественно дополнительный восстанавливающий момент может иметь различные величины в зависимости от положения судов после столкновения и действий капитана поддерживающего судна. Выполним расчет минимального значения дополнительного восстанавливающего момента при отсутствии жесткой сцепки поддерживающего судна под углом 90° к аварийному судну после столкновения (рис. 5).

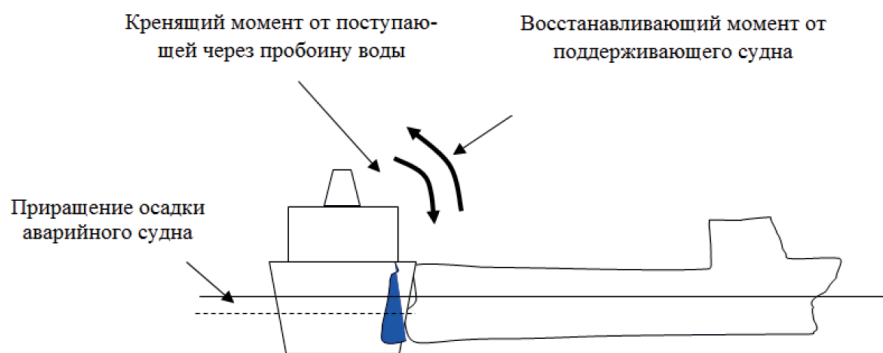


Рис. 5. Возникновение дополнительного восстанавливающего момента при отсутствии жесткой сцепки

Для аварийного судна изменение его поперечной метацентрической высоты в результате поступления воды через пробоину до полного затопления помещения может быть рассчитано по следующей формуле [7]:

$$\delta h_a = (m_a / (\Delta_a + m_a)) (d_a + \delta d_a / 2 - z_a + h_a) - \rho i x_a / (\Delta_a + m_a), \quad (5)$$

где δh_a — приращение поперечной метацентрической высоты аварийного судна, м; m_a — масса воды, поступившей через пробоину аварийного судна, т; Δ_a — водоизмещение аварийного судна, т; d_a — средняя осадка аварийного судна до ледового повреждения, м; δd_a — приращение средней осадки аварийного судна после ледового повреждения в результате поступления забортной воды, м; z_a — положение центра тяжести поступившей воды в корпус аварийного судна по вертикальной оси, м; h_a — поперечная метацентрическая высота аварийного судна до повреждения, м; $i x_a$ — момент инерции площади свободной поверхности отсека, в который поступает вода на аварийном судне, m^4 .

В том случае, если вода поступает в несколько помещений аварийного судна, приращение его поперечной метацентрической высоты может быть рассчитано следующим образом:

$$\delta h_a = \sum \delta h_{ai}, \quad (6)$$

где δh_{ai} — приращение поперечной метацентрической высоты аварийного судна в результате поступления воды в i -е судовое помещение, м.

Поперечная метацентрическая высота аварийного судна после начала поступления воды через пробоину может быть получена следующим образом:

$$hl_a = h_a + \delta h_a, \quad (7)$$

где hl_a — поперечная метацентрическая высота аварийного судна после начала поступления воды через пробоину, м.

Поперечный восстанавливающий момент аварийного судна может быть получен как

$$M_{в.а} = P_a hl_a \sin \theta_a, \quad (8)$$

где $M_{в.а}$ — поперечный восстанавливающий момент аварийного судна после начала поступления воды через пробоину, кН·м; P_a — весовое водоизмещение аварийного судна после начала поступления воды через пробоину, кН; θ_a — угол крена аварийного судна, град.

Продольный восстанавливающий момент поддерживающего судна может быть получен в виде

$$M_{в.п} = P_{п} H_{п} \sin \psi_{п}, \quad (9)$$

где $M_{в.п}$ — продольный восстанавливающий момент поддерживающего судна, кН·м; $P_{п}$ — весовое водоизмещение поддерживающего судна, кН; $H_{п}$ — продольная метацентрическая высота поддерживающего судна, м; $\psi_{п}$ — угол дифферента поддерживающего судна, град.

Под углом дифферента будем понимать приращение угла дифферента по сравнению с тем, который был у судна в соответствии с его конструкцией и первоначальной загрузкой.

Суммарный восстанавливающий момент на аварийном судне при расположении поддерживающего судна под углом 90° (рис. 5) может быть определен в виде

$$M_{в\Sigma а} = M_{в.а} + M_{в.п} = P_a hl_a \sin \theta_a + P_{п} H_{п} \sin \psi_{п}. \quad (10)$$

Для обеспечения жесткой сцепки аварийного и поддерживающего судна может быть использована работа гребного винта поддерживающего судна на упор в сторону аварийного судна [6]. В этом случае на корпусе аварийного судна возникает дополнительный восстанавливающий момент. Величина дополнительного восстанавливающего момента от работы гребного винта «сцепленного» после столкновения поддерживающего судна может быть определена по формуле

$$M_{в.ГВп} = Pe(z_{pe} - z_r) \cos \theta, \quad (11)$$

где Pe — тяга гребного винта поддерживающего судна, кН; z_{pe} — точка приложения силы от работы гребного винта поддерживающего судна на корпусе аварийного судна, м; z_r — координата равнодействующей приложения гидродинамических сил на корпусе аварийного судна, м; θ_a — угол крена аварийного судна, град.

Суммарный восстанавливающий момент на аварийном судне при расположении поддерживающего судна под углом 90° и работы его гребного винта на упор в сторону аварийного судна может быть определен в виде

$$M_{в\Sigma а} = M_{в.а} + M_{в.п} + M_{в.ГВп} \quad (12)$$

или

$$M_{в\Sigma а} = P_a hl_a \sin \theta_a + P_{п} H_{п} \sin \psi_{п} + Pe(z_{pe} - z_r) \cos \theta. \quad (13)$$

В том случае, когда для поддержания устойчивости аварийного судна используются другие суда, которые также находятся в сцепке с аварийным судном, расположены под углом 90° и работают на упор в сторону аварийного судна, суммарный восстанавливающий момент на аварийном судне определяется по формуле

$$M_{в\Sigma а} = P_a hl_a \sin \theta_a + P_{п} H_{п} \sin \psi_{п} + Pe(z_{pe} - z_r) \cos \theta + \sum (P_{ni} H_{ni} \sin \psi_{ni} + Pe_i(z_{pei} - z_r) \cos \theta), \quad (14)$$

где $\sum (P_{ni} H_{ni} \sin \psi_{ni} + Pe_i(z_{pei} - z_r) \cos \theta)$ — суммарная величина дополнительных восстанавливающих моментов поддерживающих судов, кН·м.

Расчеты по уравнениям (1) – (14) показывают, что все варианты сцепки судов имеют свои преимущества в различных вариантах ледовых повреждений аварийного судна в полярных водах.

Вариант сцепки 1 позволяет подойти к поврежденному судну носом в условиях ограничения водного пространства в ледовых условиях, совершить сцепку под углом 90° практически в любом месте борта поврежденного судна, создать совместно с корпусом аварийного судна максимально устойчивую конструкцию, которая позволит осуществлять долговременную безопасную спасательную операцию, обеспечить спасение пассажиров и экипажа, спасение имущества и самого аварийного судна, минуя водную и ледовую стадию спасения.

Вариант сцепки 2 может применяться при наличии достаточного свободного от ледяного покрова пространства, позволяет использовать для сцепки все штатные швартовные устройства обоих судов, облегчает пересадку большого количества пассажиров и экипажа, что прежде всего актуально для спасения пассажирского судна в ледовых условиях.

Вариант сцепки 3 позволяет оперативно использовать несколько судов для спасения аварийного судна, что было бы актуально при гибели «Эксплорера», и кроме того, предложенный вариант может использоваться для буксировки аварийного судна в безопасное место [6].

Как показывают расчеты, наиболее эффективным способом обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях, связанных с повреждением корпуса в ледовых условиях, является комбинация действий, связанных с перекачкой жидкости и извлечением пробоины аварийного судна из воды [8], а также последующей сцепкой судов с аварийным судном, как это предлагается в настоящей статье. Эти мероприятия позволяют долговременно и эффективно обеспечивать проведение операций, связанных с ремонтом судна, а также эвакуацией пассажиров и экипажа аварийного судна, минуя водную и / или ледовую стадию спасения, что может стать наиболее быстрым и безопасным способом спасения людей при авариях в ледовых условиях.

В работе [8] показано, что для этой операции потребуется совсем немного времени, но опасность затопления судна и экологического загрязнения будет ликвидирована согласно существующим требованиям Международного полярного кодекса [1]. Опыт произошедших аварий и способов их предотвращения, рассмотренный в работах [9] – [11], подтверждает возможность применения указанных методов в ледовых условиях.

Таким образом, на основании материалов настоящей статьи для каждого типа судна могут быть подобраны необходимые мероприятия, осуществляемые в чрезвычайных ситуациях, по взаимодействию со спасательными и другими судами в соответствии с требованиями к НЭПВ [1].

Выводы

1. Использование различных вариантов сцепки судов после спрямления судна с извлечением пробоины из воды в случае получения ледовых повреждений, рассмотренных в данной статье, может быть предложено всем судам отечественных и иностранных судоходных компаний как основной метод борьбы за живучесть, удовлетворяющий требованиям Международного полярного кодекса в отношении взаимодействия с судами-спасателями и / или другими судами при ледовых авариях.

2. Рассмотрены основные преимущества предлагаемых вариантов сцепки, которые заключаются в том, что они могут быть использованы при всех видах ледовых повреждений, не требуют больших временных или иных затрат, могут самостоятельно выполняться на любом судне после или во время перекачки жидкости с одного борта на другой борт, способствуют быстрой ликвидации опасности затопления судна, экологических загрязнений, дают возможность быстрого и безопасного спасения людей с аварийного судна, минуя водную и/или ледовую стадию спасения.

3. Получены расчетные зависимости и результаты, которые подтвердили преимущества предлагаемых вариантов сцепки и могут быть использованы при проведении расчетов на конкретных судах, совершающих плавание в полярных водах.

4. Судоводители всего мира уже в настоящее время могут использовать данные варианты сцепки при получении ледовых повреждений. В перспективе данные варианты сцепки в чрезвычайных ситуациях при ледовых авариях могут использоваться в виде типовых схем действий после получения информации о повреждении в результате ледового плавания.

5. Следует учитывать, что после операции по спрямлению судна с извлечением пробоины из воды и создания различных вариантов сцепки аварийного судна с другими судами или судами спасателями 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. 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.
7. 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.
8. Ершов А. А. Рекомендации по спрямлению судна при аварии в ледовых условиях / А. А. Ершов, П. И. Петухов // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2016. — № 6 (40). — С. 34–42. DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-6-34-42.
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.

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 (MARPOL 73/78).
5. Russian Federation. Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation from 17.01.2013 № 7. Pravila plavanija v akvatorii Severnogo morskogo puti.
6. Ershov, A. A. Razrabotka sistemy intellektualnoj podderzhki sudovoditelja dlja snizhenija opasnosti stolknovenij sudov. Dr. diss. SPb., 2012.
7. Ershov, A. A., B. P. Korotkov, et al. *Teorija sudna. Statika: uchebnoe posobie*. SPb.: GMA im. adm. S. O. Makarova, 2009.
8. Ershov, Andrey Alexandrovich, and Pavel Igorevich Petuhov. "Recommendations to straighten the ship in the accident in ice conditions." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 6(40) (2016): 34–42. DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-6-34-42.

9. Ershov, A. A. *Ot «Titanika» do «Costa Concordia» neispolzovannye vozmozhnosti dlja spa-senija: monografija*. Saarbrucken, 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»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская 5/7
e-mail: ershov_63@mail.ru, kaf_mus@gumrf.ru
Петухов Павел Игоревич — аспирант
Научный руководитель:
Ершов Андрей Александрович
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская 5/7
e-mail: sevarus89@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Ershov, Andrey A. — Dr. of Technical Sciences,
associate professor
Admiral Makarov State University
of Maritime and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg 198035,
Russian Federation
e-mail: ershov_63@mail.ru, kaf_mus@gumrf.ru
Petuhov, Pavel I. — postgraduate
Supervisor:
Ershov, Andrey A.
Admiral Makarov State University
of Maritime and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg 198035,
Russian Federation
e-mail: sevarus89@gmail.com

*Статья поступила в редакцию 20 декабря 2016 г.
Received: December 20, 2016.*