

DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-5-973-983

IMPROVING THE TRAINING OF CREWS OF VESSELS USING THE POSSIBILITIES OF MANEUVERING IN EMERGENCY SITUATIONS

A. A. Ershov, P.I. Petukhov, P.I. Okunev

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

The article is aimed at improving the safety of the ship in sea and river accidents. The existing requirements of SOLAS 74 and other documents to ensure security and safety of life at sea require regular training of crews, including conducting shipboard training and drills for emergency situations. These types of training are supplemented and enhanced by the requirements of the particular Maritime administrations.

The analysis of Maritime disasters such as the sinking of the liner "Costa Concordia" and the ferry "Sewol", as well as other accidents involving loss of ships and many human lives, the shows they are based on significant shortcomings in the training of crews for action in specific emergency situations.

In this article, we propose conducting a maneuver of change course (circulation) to the side of holes and/or list of the vessel when the cargo shift and/or damage to the hull. This maneuver, which for ease of use by seamen may be called "a Course in the direction of the list (hole)" if it is done in a timely manner, with sufficient water area for maneuvering, can help reduce previous list, straighten the ship, and facilitate follow-up activities to rescue the ship, its passengers and crew in sea and river accidents. To confirm the possibility of maneuver, "a Course in the direction of the list (hole)" at the beginning of the rescue operations during the shift of cargo and/or receiving holes of a vessel, the authors performed the analysis of the effectiveness of its application in the most well-known accidents and disasters on sea and river ships, such as the crash of the liner "Costa Concordia", the death of the ferry "Sewol", the death of the ship "Bulgaria", the crash of the trawler "far East" and others. The analysis shows high efficacy of timely fulfillment of this maneuver, as the first stage of rescue operations, which could reduce the danger or prevent the flooding of the vessel. An additional advantage of the maneuver "a Course in the direction of the list (hole)" as the first stage of rescue operations during the shift of cargo and/or receiving damage to the ship is that it does not interfere with the conduct of other operations to rescue the ship, its passengers crew, such as ballasting, preparing rescue equipment to abandon ship, provided by the existing requirements. The inclusion of maneuver "Course in the direction of the list (hole)" as the first stage of rescue operations during the shift of cargo and/or receiving hole in the vessel hull in shipboard drills and exercises of the crew will improve the safety of the vessel and will provide an opportunity to reduce the risk of sea and river disasters. Development of application of maneuver "Course in the direction of the list (hole)" in the course of exercises and training for emergency situations at the shift of freight and/or receiving holes of the vessel will reduce the possibility of loss of ships, their passengers and increase the efficiency of crew training in sea and river accidents.

Keywords: teaching and training of the crew, maneuver "Course in the direction of the list (hole)", increased safety of vessels in accidents.

For citation:

Ershov, Andrey A., Pavel I. Petukhov, and Pavel I. Okunev. "Improving the training of crews of vessels using the possibilities of maneuvering in emergency situations" *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova* 9.5 (2017): 973–983. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-5-973-983.

УДК 655.62.052.4

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОДГОТОВКИ ЭКИПАЖЕЙ СУДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МАНЕВРИРОВАНИЯ ПРИ АВАРИЯХ

А. А. Ершов, П. И. Петухов, П. И. Окунев

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

Статья направлена на повышение безопасности судна при морских и речных авариях. Существующие требования СОЛАС-74 и других нормативных документов по обеспечению безопасности и ох-

ране человеческий жизни на море требуют проведения регулярной подготовки и обучения экипажей, включая проведение судовых учений и тренировок, направленных на отработку действий в аварийных ситуациях. Эти виды подготовки дополняются и усиливаются требованиями конкретных морских администраций.

Анализ морских катастроф, таких как гибель лайнера «Costa Concordia» и парома «Sewol», а также других аварий, связанных с потерями судов и большим количеством человеческих жизней, показывает, что в их основе лежат существенные недостатки в подготовке экипажей к действиям в конкретных аварийных ситуациях.

В настоящей статье предлагается проведение маневра поворота (циркуляции) в сторону пробоины и / или крена судна при смещении груза и / или повреждении корпуса. Этот маневр, который для удобства использования судоводителями может быть назван «Курс в сторону крена (пробоины)», если он выполнен своевременно, при наличии достаточной акватории для маневрирования может способствовать уменьшению крена, выравнивая судна, а также облегчению проведения последующих мероприятий по спасению судна, его пассажиров и экипажа в случае морских и речных аварий. Для подтверждения возможности проведения маневра «Курс в сторону крена (пробоины)» в начале спасательных операций при смещении груза и / или получении пробоины судном авторами статьи выполнен анализ эффективности его применения при наиболее известных авариях и катастрофах морских и речных судов, таких как катастрофа лайнера «Costa Concordia», гибель парома «Sewol», гибель лайнера «Булгария», катастрофа траулера «Дальний Восток» и др. Проведенный анализ показывает высокую эффективность своевременного выполнения данного маневра, который способен снизить опасность или предотвратить затопление судна. Дополнительным преимуществом выполнения маневра «Курс в сторону крена (пробоины)» как первого этапа спасательных операций при смещении груза и / или получении повреждения судном является то, что он не мешает проведению других операций по спасению судна, его пассажиров и экипажа, таких как балластировка, подготовка спасательных средств к оставлению судна, которые предусмотрены установленными требованиями. Включение маневра «Курс в сторону крена (пробоины)» как первого этапа спасательных операций при смещении груза и / или получении пробоины судном в судовые учения и тренировки экипажа позволит повысить эффективность спасения судна и даст возможность снизить опасность морских и речных катастроф. Отработка применения данного маневра позволит снизить возможность гибели судов, их пассажиров и повысить эффективность подготовки экипажей при морских и речных авариях.

Ключевые слова: учения и тренировки экипажа, маневр «Курс в сторону крена (пробоины)», повышение безопасности судов при авариях.

Для цитирования:

Ершов А. А. Совершенствование подготовки экипажей судов с учетом возможностей маневрирования при авариях / А. А. Ершов, П. И. Петухов, П. И. Окунев // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2017. — Т. 9. — № 5. — С. 973–983. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-5-973-983.

Введение (Introduction)

Существующие требования СОЛАС-74 и других основополагающих документов [1] – [4] по обеспечению безопасности и охране человеческой жизни на море требуют проведения регулярной подготовки и обучения экипажей, включая проведение судовых учений и тренировок, направленных на отработку действий в аварийных ситуациях. Эти виды подготовки дополняются и усиливаются требованиями конкретных морских администраций.

Анализ недавних морских катастроф, таких как гибель лайнера «Costa Concordia» и парома «Sewol», а также других аварий [5], [6], связанных с потерями судов и большим количеством человеческих жизней, показывает, что в их основе лежат существенные недостатки в подготовке экипажей к выполнению действий в конкретных аварийных ситуациях. Наличие вышеуказанных и других аварий судов показывает, что не все виды обязательной подготовки экипажа в полной мере отвечают имеющимся реалиям. В частности, в существующих видах обязательной подготовки экипажа не предусмотрена отработка комбинаций маневра судна при аварии, а также действий по предотвращению затопления и подготовке к оставлению судна при необходимости.

В настоящей статье предлагается проведение маневра поворота (циркуляции) в сторону пробоины и / или крена судна при смещении груза и / или повреждении корпуса. Этот маневр,

который для удобства использования судоводителями может быть назван «Курс в сторону крена (пробоины)», если он выполнен своевременно, при наличии достаточной акватории для маневрирования, будет способствовать уменьшению крена, выравнивая судна, а также облегчит последующие мероприятия по спасению судна, его пассажиров и экипажа при морских и речных авариях.

Методы и материалы (Methods and Materials)

Сущность уменьшения крена судна и обеспечения его безопасности от затопления при выполнении маневра «Курс в сторону крена (пробоины)» состоит в следующем. При выполнении циркуляции под действием центробежных сил, приложенных к центру тяжести судна (G), и гидродинамических сил, приложенных к центру гидродинамического давления (обычно это середина осадки судна — $d/2$), возникает кренящий момент, и судно наклоняется. Для транспортных судов с положительной остойчивостью наклонение судна происходит в сторону, противоположную направлению его циркуляции (рис. 1).

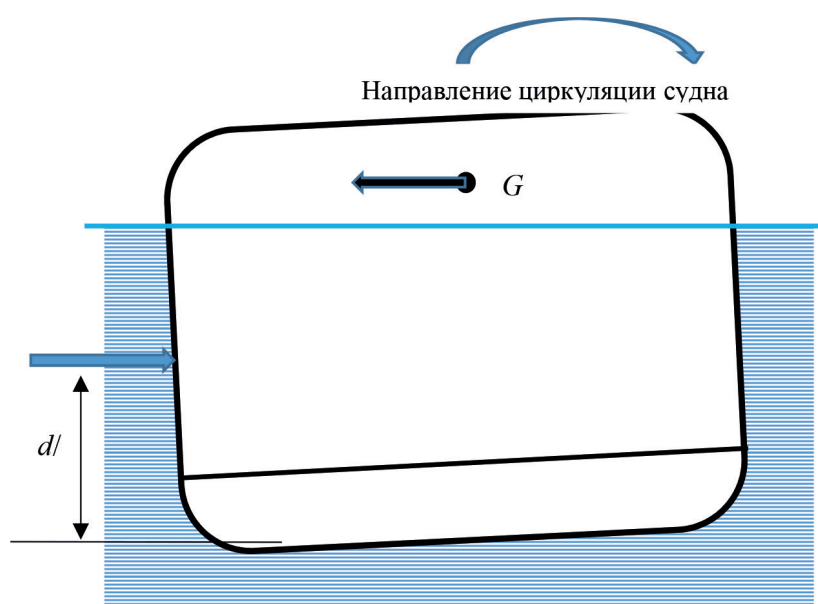


Рис. 1. Наклонение судна в сторону, противоположную направлению его циркуляции

В случае, если в результате смещения груза или наличия пробоины в корпусе судна у него образовался крен или есть подозрение на наличие пробоины, выполнение циркуляции в сторону крена после выполнения маневра «Курс в сторону крена (пробоины)» способно создать противоположное наклонение, уменьшающее или ликвидирующее первоначальный крен судна. Это наклонение может привести к обратному смещению груза, если оно вызвало первоначальный крен, и / или извлечению пробоины из воды, что предотвратит дальнейшее затопление судна.

Наиболее удобную возможность для определения угла крена судна на циркуляции при выполнении рассматриваемого маневра дает использование формулы Г. А. Фирсова:

$$\theta = \frac{1,4v}{hL} \left(z_g - \frac{d}{2} \right), \quad (1)$$

где θ — крен судна на установившейся циркуляции, град.;

v — скорость движения судна, м/с;

h — начальная поперечная метацентрическая высота, м;

L — длина судна по ватерлинии, м;

z_g — аппликата центра тяжести судна, м;

d — осадка судна.

Формула (1) составлена исходя из следующих предположений [7]:

- момент от сил, действующих на руль судна, пренебрежимо мал по сравнению с остальными моментами, действующими в плоскости мидель-шпангоута;
- центр давления гидродинамических сил, обусловленных дрейфом, расположен посередине осадки судна по высоте $d/2$ (см. рис. 1).

Формула (1) дает удовлетворительные результаты для судов транспортного флота, диаметр циркуляции которых не превосходит 5,2 длин корпуса. Как показывает анализ данной формулы, наибольшее влияние на угол крена на установившейся циркуляции оказывают начальная метацентрическая высота судна и скорость его движения. При этом с ростом значений начальной метацентрической высоты угол крена уменьшается, а с ростом скорости движения судна увеличивается.

Начальная метацентрическая высота определяется загрузкой судна и в первую очередь наличием палубного груза и груза в судовых помещениях, расположенных выше нейтральной плоскости. Груз, расположенный на палубе судна и в судовых помещениях, находящихся выше нейтральной плоскости, оказывает отрицательное влияние на начальную метацентрическую высоту судна и способствует ее уменьшению. С уменьшением начальной метацентрической высоты судно получает больший крен при движении по криволинейной траектории. Таким образом, можно сделать вывод о том, что применение маневра «Курс в сторону крена (пробоины)» является особенно эффективным для судов, имеющих палубный груз (лесовозов, контейнеровозов), а также пассажирских судов, автомобилевозов, судов типа ро-ро и т. п.

При движении по криволинейной траектории судно сначала получает динамический угол крена, который при входе в установившуюся циркуляцию уменьшается и может быть рассчитан по выражению (1). Обычно превышение динамического угла крена над углом крена на установившейся циркуляции составляет 1,2 – 2,0 раза [7]. Морское транспортное судно окончательно входит в установившуюся циркуляцию не ранее, чем оно изменит свой курс на 360° .

Таким образом, минимальное значение динамического крена судна при выполнении маневра «Курс в сторону крена (пробоины)» может быть получено в виде

$$\theta_d = 1,2\theta, \quad (2)$$

где θ_d — минимальное значение угла динамического крена при выполнении данного маневра;

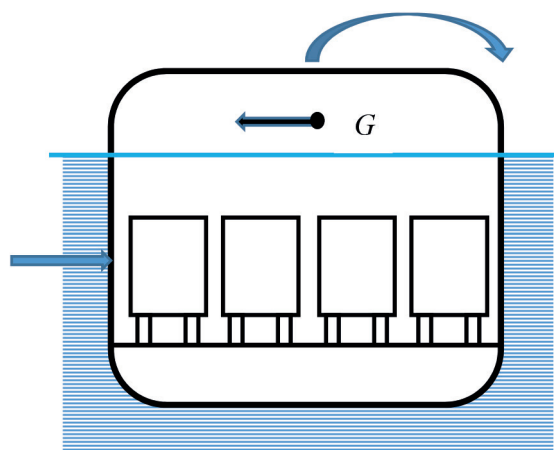
θ — крен судна на установившейся циркуляции, полученный по формуле (1).

При наличии у судна крена, вызванного подвижкой и смещением груза и / или поступлением заборной воды внутрь корпуса через пробоину, возникновение динамического крена на противоположный борт при движении судна на циркуляции после выполнения маневра уменьшает первоначальный крен судна, приводит к прекращению подвижки и / или обратному смещению груза, а также к извлечению пробоины из воды. В результате снижается опасность дальнейшего накренивания и затопления судна.

Величина обратного смещения груза и / или извлечение пробоины из воды зависит от начальной метацентрической высоты и скорости движения судна. При этом возможны следующие варианты состояния судна и груза.

1. *Судно получает крен в штилевую погоду или при ограниченном ветре и волнении в результате смещения груза.* Данная ситуация возникла при гибели южнокорейского парома «Sewol» в 2014 г. Как следует из анализа данной аварии, паром «Sewol» совершил маневр отворота во избежание столкновения с рыболовными судами, которые не были замечены заранее. В результате судно произвело маневр циркуляции на правый борт и получило крен в сторону левого борта (рис. 2, а). Находящийся на грузовой палубе парома груз накатной большегрузной техники сместился в сторону левого борта, что привело к появлению статического крена судна в сторону левого борта (рис. 2, б). Через неплотно закрытые отверстия в борту началось поступление воды внутрь корпуса судна, что в дальнейшем привело к гибели парома вместе с 309 пассажирами, находившимися на его борту (рис. 3).

а)



б)

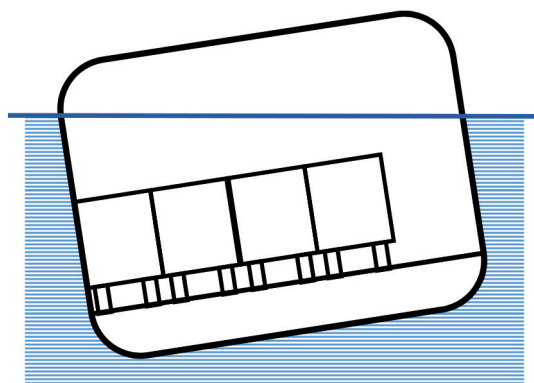


Рис. 2. Накренение парома «Sewol» в сторону, противоположную направлению его циркуляции (а), и смещение груза в сторону его левого борта (б)

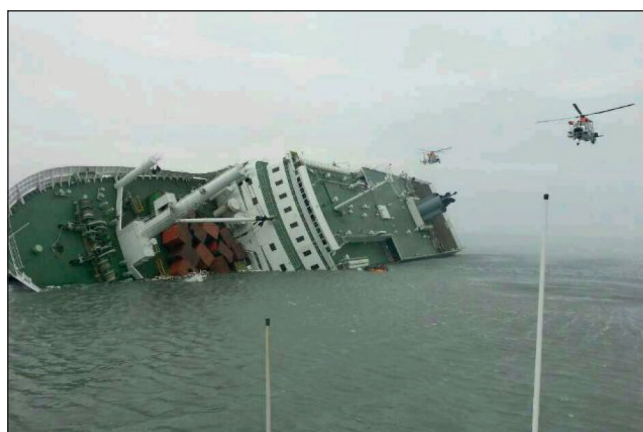
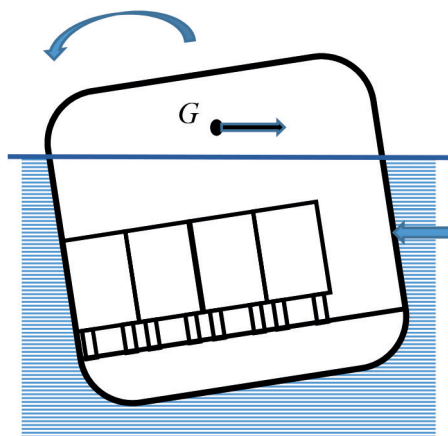


Рис. 3. Гибель парома «Sewol» в 2014 г.

В случае, если бы после появления крена на левый борт паром «Sewol» совершил маневр циркуляции в левую сторону «Курс в сторону крена (пробоины)», то в результате возникшего момента от действия центробежных и гидродинамических сил судно стало бы выравниваться в сторону правого борта, что могло привести к обратному смещению груза и снижению возможности попадания воды в корпус судна. В результате опасность гибели парома могла быть ликвидирована (рис. 4).

а)



б)

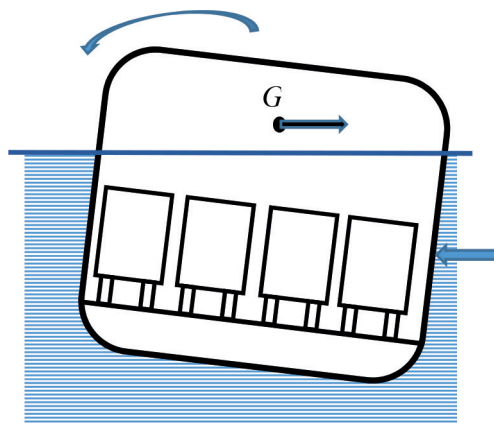


Рис. 4. Накренение парома в сторону, противоположную направлению его циркуляции (а), выравнивание парома и обратное смещение груза (б) при выполнении маневра «Курс в сторону крена (пробоины)»

Величина конечного крена судна $\delta\theta$ после выполнения маневра «Курс в сторону крена (пробоины)» у судна со смещенным грузом может быть рассчитана следующим образом:

$$\delta\theta = 1,2 \frac{1,4v}{hL} \left(z_g - \frac{d}{2} \right) - \frac{m(y_2 - y_1)}{h\Delta} 57,3, \quad (3)$$

где $\delta\theta$ — конечный крен судна после выполнения маневра «Курс в сторону крена (пробоины)», град.;

v — скорость движения судна, м/с;

m — масса смещенного груза, т;

Δ — массовое водоизмещение судна, т;

y_1, y_2 — соответственно начальная и конечная координата ЦТ смещенного груза, м.

Как следует из анализа формулы (3), ключевым фактором для выравнивания крена судна является скорость движения судна (v). Таким образом, можно рекомендовать судоводителям начинать выполнять данный маневр, если позволяет акватория, без задержки, после появления крена на максимальной скорости.

2. Крен судна в штилевую погоду или при ограниченном ветре и волнении в результате получения пробоины. Данная ситуация возникла при гибели лайнера «Эксплорер» в районе Антарктиды в 2007 г. [8], [9]. Как следует из анализа аварии, лайнер «Эксплорер» совершил столкновение со свободно плавающей льдиной, в результате чего получил пробоину в правом борту,

что привело к его накрениванию (рис. 5). В результате проведения ошибочных мероприятий по спасению судна лайнер «Эксплорер» затонул. Произошедшая катастрофа способствовала принятию международным морским сообществом Полярного кодекса [1].



Рис. 5. Накренивание лайнера «Эксплорер» в результате поступления воды через пробоину

В работах [8] – [10] рассмотрены методы, которые позволяют избежать гибели судов при аналогичных авариях. В дополнение к мероприятиям, разработанным в публикациях [8], [9], может быть предложено первоочередное выполнение манёвра «Курс в сторону крена (пробоины)», который будет способствовать спрямлению судна, выходу пробоины из воды и облегчит проведение последующих спасательных мероприятий. К сожалению, при катастрофе лайнера «Эксплорер» эти мероприятия не были проведены, что привело к затоплению судна (рис. 6).



Рис. 6. Гибель лайнера «Эксплорер» в 2007 г.

Дополнительным преимуществом использования данного маневра при получении повреждения корпуса судна и начальном поступлении воды через пробоину является возможность быстрого создания необходимого крена и извлечения пробоины из воды за счет снижения остойчивости судна.

Конечный угол крена судна $\delta\theta$ при выполнении данного маневра может быть рассчитан следующим образом:

$$\delta\theta = 1,2 \frac{1,4v}{h_1 L} \left(z_g - \frac{d}{2} \right) - \frac{m(y_2 - y_1)}{h_1 (\Delta + m)} 57,3, \quad (4)$$

где $\delta\theta$ — конечный крен судна после выполнения маневра «Курс в сторону крена (пробоины)», град.;

h_1 — начальная метацентрическая высота с учетом влияния забортной воды, поступившей через пробоину, м;

m — масса воды, поступившей через пробоину, т;

Δ — массовое водоизмещение судна, т;

y_1, y_2 — соответственно начальная и конечная ордината ЦТ массы воды, поступившей через пробоину, м.

Начальная метацентрическая высота с учетом влияния забортной воды, поступившей через пробоину h_1 , может быть рассчитана в виде

$$h_1 = h + \delta h = h + \frac{m}{(\Delta + m)} \left(d + \frac{\delta d}{2} - z - h \right) - \frac{\rho \cdot I_x}{(\Delta + m)}, \quad (5)$$

где d — осадка судна до начала поступления воды через пробоину, м;

δd — приращение осадки в результате поступления воды через пробоину, м;

z — аппликата ЦТ забортной воды, поступившей через пробоину, м;

ρ — плотность забортной воды, т/м³;

I_x — центральный момент инерции площади свободной поверхности воды, поступившей через пробоину, м⁴.

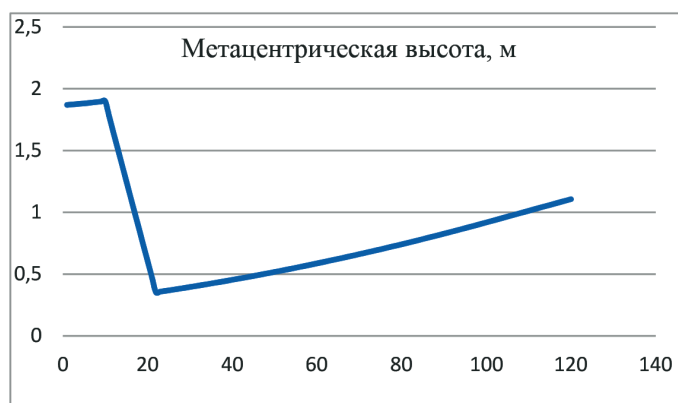


Рис. 7. Изменение начальной метацентрической высоты при заполнении отсека забортной водой

Возникновение свободной поверхности внутри корпуса судна при поступлении забортной воды через пробоины происходит после заполнения 5 – 10 % объема затопляемых внутренних помещений судна. Таким образом, ее влияние на начальную метацентрическую высоту проявляется раньше, чем влияние массы забортной воды, и метацентрическая высота уменьшается в начале процесса затопления. Типичное изменение метацентрической высоты при заполнении внутренних помещений судна забортной водой показано на рис. 7. Таким образом, при выполнении маневра «Курс в сторону крена (пробоины)», при получении повреждения и водотечности корпуса, возникает возможность быстрого извлечения пробоины из воды за счет уменьшения начальной метацентрической высоты судна в самом начале процесса заполнения внутренних помещений судна. Это свидетельствует о высокой эффективности выполнения данного маневра при различных видах повреждения судна или смещения груза в условиях наличия у судна положительной остойчивости.

Результаты (Results)

Для подтверждения возможности проведения маневра «Курс в сторону крена (пробоины)» в начале спасательных операций при смещении груза и / или получении пробоины судном авторами был выполнен анализ эффективности его применения на примере наиболее известных аварий и катастроф морских и речных судов, таких как катастрофа лайнера «Costa Concordia», гибель парома «Sewol», гибель лайнера «Булгария», катастрофа траулера «Дальний Восток» и др.

Проведенный анализ показывает высокую эффективность своевременного выполнения данного маневра как первого этапа спасательных операций, который способен снизить опасность или предотвратить затопление судна. Дополнительным преимуществом выполнения данного маневра как первого этапа спасательных операций при смещении груза и / или получении повреждения судном является то, что он не мешает проведению других операций по спасению судна, его пассажиров и экипажа, таких как заведение пластыря, балластировка, перекачка жидкостей, подготовка спасательных средств к оставлению судна, которые предусмотрены существующими требованиями.

Обсуждение (Discussion)

В работах [11] – [15] рассматриваются причины возникновения аварий в различных условиях, а также обосновываются возможности маневрирования во избежание аварийных ситуаций. Полученные в настоящей статье выводы совпадают с данными других авторов о возможности совершенствования способов спасения судна при различных авариях путем разработки методов грамотного маневрирования судна после получения повреждения, смещения груза и возникновения неконтролируемого крена судна.

Отсутствие подготовки экипажей с использованием данных способов спасения судна привело к возникновению многих крупных морских и речных катастроф, таких как катастрофа лайнера «Costa Concordia», гибель парома «Sewol», гибель лайнера «Булгария», катастрофа траулера «Дальний Восток» и многих других.

Использование маневра «Курс в сторону крена (пробоины)» как первого этапа спасательных операций при смещении груза и / или получении пробоины судном является эффективным способом начала спасательных операций при положительной остойчивости судна. Отработка и применение данного маневра как первого этапа спасательных операций при смещении груза и / или получении пробоины судном в процессе судовых учений и тренировок позволит повысить эффективность подготовки экипажа к спасению судна и даст возможность снизить опасность морских и речных катастроф.

Выводы

1. Предлагаемый в настоящей статье маневр «Курс в сторону крена (пробоины)» обладает значительными преимуществами при смещении груза и/или получении пробоины судном при аварии, так как он позволяет выровнять судно, вывести пробоину из воды, способствовать обратному смещению груза, вызвавшему наклон судна, обеспечить безопасность судна при аварии.

2. Наиболее эффективным является выполнение маневра «Курс в сторону крена (пробоины)» сразу после получения повреждения или обнаружения неконтролируемого крена судна, так как в этом случае сохраняется положительная остойчивость судна, при его движении с максимальной скоростью.

3. Выполнение маневра «Курс в сторону крена (пробоины)» как первого этапа спасательных операций при смещении груза и / или получении пробоины судном вследствие аварии является эффективным и безопасным способом начала проведения спасательных операций при положительной остойчивости судна, так как не мешает проведению других операций по спасению судна, его пассажиров и экипажа, таких как заведение пластыря, балластировка, перекачка жидкостей, подготовка спасательных средств к оставлению судна, которые предусмотрены существующими требованиями.

4. Включение маневра «Курс в сторону крена (пробоины)» как первого этапа спасательных операций при смещении груза и / или получении пробоины судном в судовые учения и тренировки экипажа позволит повысить эффективность спасения судна и даст возможность снизить опасность морских и речных катастроф.

5. Отработка и применение маневра «Курс в сторону крена (пробоины)» в ходе учений и тренировок по действиям в аварийных ситуациях при смещении груза и / или получении пробоины судном позволит снизить вероятность гибели судов, их пассажиров и повысить эффективность подготовки экипажей при морских и речных авариях.

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. 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.
6. 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.
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. 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. 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.
10. 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.
11. Логиновский В. А. Моделирование оценки вероятности посадки судна на грунт с помощью нечетких чисел / В. А. Логиновский, А. А. Струков // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2013. — № 1 (20). — С. 89–96.
12. Zubova A. A. Methodology for the Ship to Ship Hydrodynamic interaction Investigation Applying the CFD Methods / A. A. Zubova, D. V. Nikushchenko // Proceedings of the 11th International Conference on Hydrodynamics (ICHHD 2014). — Singapore, 2014. — Pp. 328–340.
13. Zubova A. A. Hydrodynamic interaction phenomena investigations during the ship overtaking maneuver for marine related simulators with the use of CFD methods / A. A. Zubova, D. V. Nikushchenko // Proceedings of International Conference on Marine Simulation and Ship Manoeuvrability 2015 (MARSIM 2015). — Curran Associates, Inc., 2016. — Pp. 672–684.
14. Бурмака А. И. Стратегия расхождения судов в ситуации чрезмерного сближения / А. И. Бурмака // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2014. — № 1 (23). — С. 20–22.
15. Некрасов С. Н. Навигационные риски буксировки судна в стесненных навигационных условиях / С. Н. Некрасов, К. И. Ефимов, Д. В. Трененков // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2014. — № 6 (28). — С. 13–19.

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

6. Ershov, A. A., and V. I. Nikolskij. *Nekotorye avarii i katastrofy otechestvennyh i inostrannyh sudov: monografija*. SPb.: GUMRF im. adm. S. O. Makarova, 2013.
7. Ershov, A. A. Razrabotka sistemy intellektualnoj podderzhki sudovoditelja dlja snizhenija opasnosti stolknovenij sudov. Dr. diss. SPb., 2012.
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, 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.
10. 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.
11. Loginovskij, V. A., and A. A. Strukov. "Modeling of the probability assessment of grounding the vessel by fuzzy numbers." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 1(20) (2013): 89–96.
12. Zubova, A. A., and D. V. Nikushchenko. "Methodology for the Ship to Ship Hydrodynamic interaction Investigation Applying the CFD Methods." *Proceedings of the 11th International Conference on Hydrodynamics (ICHHD 2014)*. Singapore, 2014: 328–340.
13. Zubova, A. A., and D. V. Nikushchenko. "Hydrodynamic interaction phenomena investigations during the ship overtaking maneuver for marine related simulators with the use of CFD methods." *Proceedings of International Conference on Marine Simulation and Ship Manoeuvrability 2015 (MARSIM 2015)*. Curran Associates, Inc., 2016: 672–684.
14. Burmaka, A. I. "The strategy of maneuvering of ships in a situation of excessive proximity." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 1(23) (2014): 20–22.
15. Nekrasov, S. N., Efimov K. I., and D. V. Trenenkov. "Navigation risks towing in cramped navigational conditions." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 6(28) (2014): 13–19.

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, kaf_mus@gumrf.ru
Окунев Павел Иванович — аспирант
Научный руководитель:
Развозов Сергей Юрьевич —
доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С. О. Макарова»
198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
ул. Двинская, 5/7
e-mail: sevarus89@gmail.com, kaf_mus@gumrf.ru

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, kaf_mus@gumrf.ru
Okunev, Pavel I. — Postgraduate
Supervisor:
Razvozov, Sergey Yu. —
Dr. of Technical Sciences, professor
Admiral Makarov State University of Maritime
and Inland Shipping
5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg 198035,
Russian Federation
e-mail: sevarus89@gmail.com, kaf_mus@gumrf.ru

Статья поступила в редакцию 15 сентября 2017 г.
Received: September 15, 2017.