

УДК 628.5

Тирон-Воробьёва Н.Б.

Дунайський інститут Національного університету «Одеська морська академія»

Романовская О.Р.

Дунайський інститут Національного університету «Одеська морська академія»

Данилян А.Г.

Дунайський інститут Національного університету «Одеська морська академія»

БАЛЛАСТНЫЕ ВОДЫ: БЕЗОПАСНОСТЬ ИЛИ УГРОЗА МОРСКИХ СУДОВ

В статье подробно приведены основные аспекты, касающиеся балластировки морских судов, новые требования Международной морской организации (Конвенция) с сопоставлением устаревших требований с новыми, введено понятие «система управления балластными водами» с более ужесточённой аргументацией, касающейся количественного и размерного роста хищных инвазий в морской воде. Предложена схема (метод) очистки балластных вод. Новшество предложенной методики состоит в упразднении из общепринятых схем более дорогих устройств (удешевление), применении реагентов, увеличивающих, помимо срока службы действующей установки, улучшение очистки балластных вод.

Ключевые слова: балластные воды, безопасность, угроза морских судов, инвазии, заборная вода, моллюски.

Постановка проблемы. В прошлом, на протяжении тысячелетий, многочисленные водные виды свободно перемещались по Мировому океану естественным путём – при помощи океанических течений, изменении климатических условий, поверхностных ветров над океаном или просто будучи прикрепленными к плавающим брёвнам и т.п. Единственным барьером на пути их распространения были естественные биологические и природные факторы: температура, солёность воды, суша и природные хищники. Деятельность человека в значительной степени способствовала процессу распространения этих биологических видов. Это происходило с тех пор, как водные растения и животные начали «ездить» на корпусах и оборудовании судов, в особенности с 80-х гг. XIX в. – с тех пор, когда корабли впервые стали использовать в качестве балласта воду (наряду с твёрдым балластом, например, песком или камнями) [1].

Технология перевозки грузов морским транспортом предусматривает наличие на борту судна определённого количества заборной воды (от нескольких сотен литров до более чем ста тысяч тонн, в зависимости от типа судна и его размера). Это необходимо для того, чтобы при отсутствии на борту груза, обеспечить остойчивость судна и его посадку, а также достаточное заглубление винта и руля судна, необходимое для

их эффективного использования. Таким образом, достигается обеспечение управляемости судна и его безопасности. Некоторые типы судов (например, контейнеровозы) требуют постоянного наличия достаточно больших количеств балласта для регулировки посадки судна (крена и дифферента) в процессе рейса. Распределение балласта внутри судна зависит от его конструкции, размеров, а также прочности судна.

Естественно, в заборной воде могут содержаться различные живые существа – от бактерий и мелких водорослей до моллюсков, медуз и даже небольших рыб, то есть всё, что может проникнуть на судно через заборники балластной воды и насосную систему. Кроме того, в заборной воде, используемой в качестве балласта, могут содержаться вредные для человека или природной среды водные организмы. По приблизительным оценкам ежедневно во всём мире может транспортироваться с балластной водой не менее 7000, а то и 10 000 различных видов морских живых существ.

Эти живые существа попадают на борт судна в порту выгрузки, путешествуют вместе с судном за многие тысячи морских миль и сбрасываются за борт в порту погрузки. Как правило, такие организмы сохраняют способность к жизнедеятельности даже после продолжительных морских переходов. Сброс балласта, содержа-

шего чужеродные для этого района организмы, наносит ущерб рыболовству, местным кораллам, аквакультурным фермам и другим сферам деятельности, и даже может стать причиной возникновения инфекций. Следует отметить, что вредными могут являться в данных обстоятельствах не только возбудители инфекций или, например, хищные рыбы, но и вполне мирные в своей нормальной среде обитания существа [2].

Стремительно возрастающая интенсивность морского судоходства за последние 10 лет обострила эту проблему до предела. Сегодня водяной балласт считается главным фактором, ответственным за перемещение ежедневно не менее 7000, а то и 10 000 различных биологических видов морских микробов, растений и животных по всей планете. Это признано одной из четырёх главных угроз для Мирового океана.

Три другие:

- наземные источники загрязнения моря;
- чрезмерный отлов рыбы и других промысловых живых организмов моря;
- физическое загрязнение или разрушение морской среды обитания.

Эти вторжения за последние 50 лет резко увеличились, как по своей частоте и размерам, так и по наносимому ущербу. Это происходит в значительной степени из-за увеличения объёма морских перевозок, количества водяного балласта, перевозимого по Мировому океану судами, а также увеличения скорости судов, что способствует лучшему выживанию транспортируемых водных биологических видов. Суда перевозят свыше 97% всех транспортируемых по миру товаров. Подсчитано, что каждый год примерно 91 000 судов перевозят по миру в качестве балласта около 10 млрд тонн воды. Каждое судно, в зависимости от его размеров и назначения, может нести в себе от нескольких сотен литров до более 130 000 т водяного балласта. В процессе принятия водяного балласта и последующего его сброса в новых природных условиях некоторые водные биологические виды способны основывать новые популяции за пределами их естественного обитания и потенциально угрожать естественным биологическим видам этой территории, а также причинять большой ущерб окружающей среде, создавать угрозу человеку и во многих случаях подрывать экономику.

За последнее десятилетие международное морское сообщество при содействии Международной морской организации (ИМО) предприняло ряд шагов, направленных на преодоление этой

проблемы (что пока оказалось невозможным), или попытки минимизировать возможный риск. Важным фактором, отличающим агрессивные морские биологические виды от всех остальных форм загрязнения Мирового океана, является то, что как только они обосновываются на новом месте, избавиться от этих чужеродных пришельцев уже невозможно. Ещё одним важным фактором выступает то, что сегодня не существует эффективного решения этой проблемы. Однако существуют способы сведения к минимуму указанного риска при помощи лучшего управления водяным балластом [3].

Суда проектируются и строятся для того, чтобы, двигаясь по воде, перевозить грузы. Соответственно, если судно движется без груза, либо выгрузило часть своего груза в одном порту и продолжает маршрут к следующему порту, для того чтобы обеспечить оперативную эффективность и безопасность судну, необходимо брать на борт какой-либо балласт. Это включает поддержание достаточной осадки судна в воде для обеспечения нормальной работы гребного винта и руля, а также избежания оголения носовой части судна и избыточных напряжений и деформаций корпуса судна, особенно в условиях сильного волнения, которое потенциально может стать причиной поломки корпуса и/или потопления судна.

Несмотря на то, что количество водяного балласта, носимого различными судами, очень отличается, принято считать, что объём водяного балласта не имеет значения, т. к. исследования показали, что даже в 1 м³ балластной воды может содержаться до 50 000 разновидностей зоопланктона или 10 млн клеток фитопланктона, которые потенциально могут акклиматизироваться и стать вредными видами в другой части планеты. Следовательно, очевидно, что:

- 1) суда играют важную роль в развитии мировой торговли;
- 2) суда должны использовать водяной балласт для обеспечения эффективной и безопасной работы;
- 3) водяной балласт может быть потенциальным средством перемещения вредных водных организмов и патогенов.

Судовой балласт может быть загрязнен нефтепродуктами, может быть превышена предельно допустимая концентрация общего железа или взвешенных веществ в результате несоблюдения установленных правил балластировки и невыполнения требований к эксплуатации балластных танков. Все это может привести к

таким непоправимым негативным последствиям для морской среды, как биологические инвазии чужеродных типов (поглощающих нативные) организмов и загрязнение экосистем Мирового океана [4].

Транспортировка чужеродных морских организмов на морских судах является не только большой биологической проблемой, но и проблемой безопасности мореплавания, рыболовства и рыбоводства, сельского хозяйства, а, в конечном счете, огромной экономической и экологической проблемой.

Постановка задания. Целью статьи является исследование противоречивости аргументированных примеров положительного/отрицательного воздействия балластной (забортной) воды на морских судах, следствием которых служит достаточно серьёзная сложившаяся проблематика безопасности мореплавания в целом, включающая аспекты экологии, экономики, технологичности, здравоохранения.

Изложение основного материала исследования. Балластные воды – вода со взвешенным в ней органическим и минеральным веществом, принятая на борт судна для контроля дифферента, крена, осадки, остойчивости или напряжений судна.

Конвенцией введено понятие «управление балластными водами», означающее различные процессы (механические, физические, химические, биологические и др.) для удаления, обезвреживания опасных организмов в балластных водах и осадках или предотвращения их приема или сброса; суда, находящиеся в эксплуатации, в обязательном порядке должны оснащаться системами управления балластными водами, осуществляющими их обезвреживание [5]. Положения Конвенции, о которой известила Международная морская организация (ИМО), распространяются на все суда, которые имеют право плавания под флагом стороны, за исключением судов, которые не спроектированы или не построены для перевозки балластных вод, или эксплуатируются в водах под юрисдикцией этой стороны, если не решено иное.

Стандарты управления балластными водами, в частности правило D1, предписывают замену балласта в открытом море над глубинами не менее 200 м и на расстоянии не менее 200 миль от берега с эффективностью замены балластных вод, составляющей не меньше 95% объёма. Смена балласта в открытом море рассматривается как временная мера. Окончательная цель состоит в том, чтобы

создать безопасные, эффективные и экономные системы обеззараживания балластной воды для устранения экологической угрозы. Значения показателей необходимого качества обезвреживания представлены правилом D2, согласно которому после процедур обезвреживания в 1 м³ воды должно содержаться менее 10 жизнеспособных организмов, минимальный диаметр которых равен или превышает 50 мкм, а средняя численность организмов, минимальный диаметр которых находится в интервале 10–50 мкм, должна быть меньше значения 10 жизнеспособных организмов на 1 см³. Кроме того, предъявляются соответствующие требования к численности микроорганизмов бактериальной природы [6].

Надо признать, что повышенные требования к очистке балластных вод ведут к удорожанию морских и речных перевозок, резко увеличивается ставка фрахта перевозимой тонны груза. В связи с этим сегодня остро стоит задача повышения качества очистки и снижения ее стоимости.

Нами предлагается собственная схема очистки балластных вод со значительным снижением затрат на эту операцию (удешевление процесса). Предлагаемая очистка балластных вод по заданной схеме предполагает забор последних производить по приложению D-1. Забор балластной воды по приложению D-1 (200 миль от берега и с глубины 200 м), обеспечивает данной блок-схеме надежную и качественную очистку.

Предлагается заменить используемый жидкий хлор в качестве обеззараживания гипохлоритом, который не имеет вредного воздействия на окружающую среду, животный и водный мир. Для уничтожения моллюсков в балластных танках можно использовать предложенный нами реагент – хелат железа (ион Fe⁺⁺, «упакованный» в оболочку-лиганд из остатков слабых органических кислот) с лигандом формулы (RNON=O), который прошёл испытания по борьбе с моллюсками и показал хорошие результаты, ранее не будучи используемым для очистки балластных вод. Этот препарат был приготовлен целевым назначением для борьбы с вредителями растений (современное высокоэффективное микроудобрение). Хелат железа представляет собой растворимый комплекс железа, натрия и хелатирующего агента, например, такого как этилендиаминтетраацетат (ЭДТА), или других, которые используются, чтобы сделать железо растворимым в воде. Хелат железа применяется в сельском хозяйстве, и железо должно находиться в водорастворимой форме, чтобы быть доступным для растений [7].

Хелаты железа (как железные удобрения) – соединения органических веществ с железом, которые не поглощаются почвой и легко усваиваются растениями. В сельском хозяйстве применяют комплекс железа с диэтилэнтриаминпентауксусной (Fe-ДТПО) и полиэтиленполиамин-полиуксусной (Fe-ПППО) кислотами. Это растворы тёмно-коричневого цвета плотностью 1–1,3 г/см³. В препарате Fe-ДТПО антихлорозина содержится не менее 10%, а в Fe-ПППО – не менее 7% железного комплекса. Железные удобрения используют преимущественно для внекорневой подкормки, поскольку в почве минеральные формы железа быстро связываются в малодоступные для растений соединения. На щелочных почвах хелаты железа образуют устойчивые, но растворимые и усваиваемые растениями соединения. И широкое внесение хелатов в почву ограничивается высокой их стоимостью. Поэтому железные удобрения применяют для внекорневой подкормки – 0,5–1% раствор железного купороса или 0,15–0,5% раствор железного комплекса.

Главное преимущество хелатов перед используемыми ранее формами – это то, что растениями они усваиваются намного эффективнее (90% против обычных 30–40%) и проще, ведь никакие неусвояемые/малоусвояемые соединения в ходе этого процесса не образуются.

Мы акцентируем внимание на высоком преобладании свойств (химический контроль, например, слизи и улиток) хелатов по сравнению с другими более общими ядовитыми веществами, которые используются для борьбы с такими вредителями, так как его токсичность более точна по отношению к моллюскам.

Обработанная реагентами балластная вода поступает через фильтр грубой очистки на

балластный насос, который через регулятор потока подает воду в камеру УФ, где доза УФ-излучения должна быть не менее 300 МДж/см², что обеспечит надёжное обеззараживание воды. Далее вода поступает на саморазгружающийся фильтр со степенью очистки до 50 мкм и удаляется за борт.

Выводы. Фактически сложившаяся ситуация на морских судах при балластировке достаточно плачевная, в связи с постоянным ростом и преобладанием в балластных водах не только хищных инвазий, но и новых опасных нативных видов. Помимо этого, проблема замены балласта в открытом океаническом пространстве не разрешает очевидных предшествующих проблем (сертификация, новые требования к существующим судам, их реконструкции, последующие нововведения).

С другой стороны, без балласта на морских судах не обойтись. Это основной «каркас» для судов – достаточный крен, остойчивость, дифферент. Так сказать, сложившаяся безопасность морских судов в процессе их эксплуатации.

Предлагаемый нами способ (метод очистки) состоит в том, что открываются новые возможности наряду с удешевлением процесса очистки балластных вод посредством упразднения из общепринятых схем дорогостоящих устройств (электромагнитного блока, озоновой составляющей, дорогостоящих фильтров, деаэратора), обеспечивает качественную очистку. Применение предлагаемых реагентов, с одной стороны, улучшает очистку, а, с другой, продлевает срок службы установки за счёт снижения разъедающего воздействие хлора. Саморазгружающийся фильтр постоянно удаляет продукты обеззараживания, чем снижает риск попадания выживших живых существ (инвазий) в обработанную воду, которые со временем погибают в шламовой цистерне.

Список литературы:

1. Конвенция о балластных водах вступила в силу. URL: <http://seafarers.com.ua/ballast-water-management-convention-entered-into-force/13203/>.
2. Балластные воды – серьёзная проблема. URL: <https://maritime-zone.com/news/view/ballastnye-vody-sereznaia-problema>.
3. Системы обработки балластных вод: проблемы и решения. URL: <http://www.morvesti.ru/tems/detail.php?ID=55824>.
4. К вопросу очистки балластных вод от биологических загрязнений на судах рыболовного флота. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=21703780>.
5. Система очистки балластных вод. URL: <http://norta.net/ru/catalog/sistema-ochistki-ballastnykh-vod/>.
6. Что делать с балластной конвенцией? URL: <http://mcb.com.ua/news/news.html?1101>.
7. Данилян А.Г., Быковец Н.П., Тирон-Воробьёва Н.П. Новый подход в локализации инвазивных пришельцев в балластных водах морских судов. *Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference*. International Trends in Science and Technology. Warsaw, Poland. 2018. Vol. 2, December 25. С. 10–15.

БАЛАСТНІ ВОДИ: БЕЗПЕКА ЧИ ЗАГРОЗА МОРСЬКИХ СУДЕН

У статті докладно наведено основні аспекти, що стосуються баластування морських суден, нові вимоги Міжнародної морської організації (Конвенція) з порівнянням застарілих вимог із новими, введення поняття «система управління баластними водами» з більш посиленою аргументацією, що стосується кількісного та розмірного зростання хижих інвазій у морській воді. Запропоновано схему (метод) очищення баластових вод. Нововведення запропонованої методики полягає у скасуванні із загальноприйнятих схем більш дорогих пристроїв (здешевлення), застосуванні реагентів, що збільшують, крім терміну служби чинної установки, поліпшення очищення баластових вод.

Ключові слова: баластні води, безпека, загроза морських суден, інвазії, забортна вода, молюски.

BALLAST WATER: SAFETY OR THREAT OF SEA VESSELS

The article details with the main aspects related to the ballasting of vessels; new requirements of the International Maritime Organization (Convention) with comparison of obsolete and new requirements; introduction of the concept of “ballast water management system” with more severe arguments concerning the quantitative and size growth of predatory invasions in sea water. A scheme (method) of ballast water purification is proposed. The innovation of the proposed technique consists of the abolition of the more expensive devices from the standard schemes (cheapening), the using of reagents that increase the lifetime of the existing installation and the improvement of ballast water treatment.

Key words: ballast water, safety, threat of sea vessels, invasions, seawater, mollusks.