

629.123:504.06

СРАВНЕНИЕ СУДОВЫХ СИСТЕМ ОЧИСТКИ БАЛЛАСТНЫХ ВОД И ОПЫТА ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА МОРСКОМ ТРАНСПОРТЕ

Заиченко Тимур Игоревич¹, аспирант

e-mail: Zaichenko.timur@mail.ru

Селифонова Жанна Павловна¹, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории морской биологии и экологии

e-mail: Selifa@mail.ru

Боран-Кешишьян Анастас Леонидович¹, проректор, начальник кафедры судовождения, доцент

e-mail: bk.anastas@gmail.com

¹ Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф. Ушакова, Новороссийск, Россия

Аннотация. Для борьбы с распространением биологического загрязнения на современных судах установлены системы очистки балластных вод (СУБВ). Цель исследования – выявление трудностей, связанных с процессом эксплуатации СУБВ. Были проанализированы СУБВ с фильтрацией, УФО, хлорированием, электролизом и окислителями. В качестве метода исследования использовались анкета, опрос и интервью. В исследовании представлены результаты опроса 58 капитанов и вахтенных офицеров, которые посещали курсы повышения квалификации при ИПК ГМУ им. адм. Ф.Ф. Ушакова, и 10 курсантов, проходивших плавпрактику в рейсах. Исследование проводилось в период с февраля по март 2024 г. Проблемы с эксплуатацией СУБВ подтвердили 82,7% слушателей курсов Института Повышения Квалификации и 80% из числа курсантов, проходивших плавпрактику на торговых судах. Было выяснено, что из общего времени, необходимого для работы СУБВ 20,6% уходило на ремонт или техническое обслуживание систем (замена использованной УФ-лампы, очистка фильтра, неисправность ТРО, контроль количества окислителя, который сбрасывается в море и т.п.). Для управления экологической безопасностью балластных вод необходим постоянный мониторинг работы СУБВ на борту судов.

Ключевые слова: анализ эксплуатации СУБВ, торговые суда, анкерирование.

COMPARISON OF SHIP BALLAST WATER TREATMENT SYSTEMS AND THEIR OPERATIONAL EXPERIENCE IN MARINE TRANSPORT

Zaichenko Timur Igorevich¹, Doctoral Student

e-mail: Zaichenko.timur@mail.ru

Selifonova Zhanna Pavlovna¹, Professor, Head of the Laboratory of Marine Biology and Ecology

e-mail: Selifa@mail.ru

Boran-Keshishyan Anastas Leonidovich¹, Head of the Department of Navigation, Associate Professor

e-mail: bk.anastas@gmail.com

¹ Admiral Ushakov Maritime State University, Novorossiysk, Russia

Abstract. To combat the spread of biological pollution, ballast water treatment systems (BWTS) have been installed on modern ships. (BWTS). The purpose of the study is to identify the difficulties associated with the process of BWTS operation. The BWTS with filtration, UV, chlorination, electrolysis and oxidants were analyzed. A questionnaire, a survey and an interview were used as a research method. The study presents the results of a survey of 58 captains and watch officers who attended the advanced training courses at the Institute of upgrading of the Admiral Ushakov Maritime State University and 10 students who underwent sailing practice on voyages. The research was conducted between February and March 2024. Problems with the operation of the BWTS were confirmed by 82.7% of the students of the courses of the Institute of upgrading and 80% of the cadets who underwent navigation practice on merchant ships. It was found out that 20,6% of the total time required for the operation of BWTS was spent on repair or maintenance of systems (replacing a used UV lamp, cleaning a filter, TRO malfunction, controlling the amount of oxidizer that is discharged into the sea, etc.). The continuous monitoring of the operation of the BWTS on board ships is necessary in order to manage the environmental safety of ballast water.

Keywords: analysis of BWTS operation, merchant ships, survey.

Для обеспечения устойчивости, осадки, дифферента и крена на современных судах имеются танки изолированного балласта. Известно, что с балластными водами (БВ) могут переноситься чужеродные потенциально-опасные организмы из одного района Мирового океана в другой. Для борьбы с распространением биологического загрязнения на современных судах существуют системы очистки балластных вод (СУБВ). Основным международным документом, регламентирующим требования в области экологии для водного транспорта, является «Международная конвенция о контроле судовых балластных вод (БВ) и осадков и управлении ими 2004. Для соответствия требованиям Конвенции (правило D-2 – стандарт качества БВ) на борту судов имеются документы по управлению БВ и установки по очистке БВ (СУБВ). СУБВ могут обрабатывать БВ различными способами: механические (фильтры и мультигидроциклоны), физические (ультрафиолет, ультразвук, электролиз, озонирование, нагрев), химические (электрохлорирование, обработка диоксидом хлора (ClO_2), пероксидом водорода (H_2O_2), гипохлоритом натрия (NaClO), хлорной кислотой (HClO_4)). В настоящее время 38% СУБВ, установленных на судах торгового флота, используют УФО обработку БВ, 31% – обработку хлором; 31% – другие методы [1]. Практически 100% СУБВ в качестве одного из способов обработки использует фильтрацию. В СУБВ с фильтрацией и УФО-обработкой очистка БВ производится с помощью света УФ-ламп в спектральном диапазоне 205 – 315 нм. Для обеспечения эффективного воздействия УФ-лучей на БВ ее максимально освещают от коллоидных и взвешенных частиц с помощью фильтра с размером ячеек 50 мкм. Хлорирование БВ обладает выраженным бактерицидным последствием. Такие установки делятся на установки с привносимым активным веществом и установки, вырабатывающие активное вещество из используемых сред. Активный хлор может извлекаться непосредственно из принимаемой на борт БВ с помощью электролиза. Хлор выделяется из солей NaCl , растворенных в морской воде в виде гипохлорита NaOCl . Эффективность обработки БВ означает, соответствует ли производительность системы рекомендациям ИМО по недопущению сброса в воду предписанных количеств живого фитопланктона, зоопланктона, микробных организмов и остатков использованного окислителя.

Цель исследования – выявление трудностей, связанных с процессом эксплуатации различных СУБВ методом опроса судовой команды

В качестве метода исследования использовались анкета, опрос и интервью. Для достижения цели исследования и сбора качественной информации был составлен простой исследовательский вопросник, как инструмент исследования и базовый научный метод [2] (таблица 1).

В исследовании приняли участие 58 капитанов и вахтенных офицеров, которые посещали курсы повышения квалификации при Институте повышения квалификации ГМУ им. адм. Ф.Ф. Ушакова, и 10 курсантов, проходивших дипломную плавпрактику в рейсах. Анкетирование, опрос и интервьюирование проводили за период с февраля по март 2024 г.

Неисправность СУБВ на борту судов – наиболее важный критерий эффективности работы СУБВ, который никогда не включался ни в какие исследования. Эксплуатационную надежность определенных СУБВ на борту судов следует анализировать в течение более длительного периода эксплуатации системы. Надежность — это способность системы работать без перерывов [2]. Потенциальные отказы СУБВ, вызванные программными или аппаратными ошибками, а также потенциальные сбои в работе механических частей, могут быть проанализированы только по результатам их опыта эксплуатации на борту судов. Одним из наиболее важных критериев оценки надежности СУБВ на судах являются внешние факторы, температура, соленость и мутность БВ, поскольку в динамике движения судна СУБВ постоянно подвергаются внешним воздействиям.

Таблица 1 – Анкета для сбора информации от респондентов (плавсостав торговых судов)

Сколько лет Вы работали на судне? Должность.
Тип судна. Год постройки. Флаг. Судовладелец.
Валовая вместимость. Дедвейт судна.
Районы плавания (порты-доноры БВ, порты-реципиенты БВ)
При отсутствии СУБВ на судне указать способ замены БВ согласно правилу D-1 (опорожнение, прокачка) или причины не замены БВ
Название СУБВ. Производитель. Год выпуска.
Метод очистки (фильтрация, УФ-излучение (генерация), двойная фильтрация, деоксигенация, хлорирование, электролиз и другое)
Когда производилась обработка БВ: в порту-реципиенте (балластировка), в порту-доноре (дебалластировка), во время рейса?
Какие функциональные проблемы СУБВ возникали при обработке БВ и сколько раз за рейс: программные ошибки, сбои в работе механики, неисправность ТРО (окислитель общего остатка), перегорание УФ-ламп, засорение фильтра тонкой очистки, поломка инжектора, проблема калибровки химикатов, отсутствие запчастей, химикатов, кабеля, прокладок и прочее).
Хватает ли времени на устранение неисправностей СУБВ?
Если СУБВ неисправна используются ли методы замены БВ согласно правилу D-1?
Общая оценка эксплуатационной надежности СУБВ по пятибалльной шкале: 1 – недопустимая, 2 – малопригодная, 3 – удовлетворительная, 4 – хорошая, 5 – отличная.
Средний балла оценки СУБВ по пятибалльной шкале: работоспособность ____, безотказность ____, долговечность ____, ремонтпригодность в рейсе ____, экологическая безопасность для морских экосистем ____ . Средний балл ____ .
Если в рейсах работали с разными СУБВ, то какая из них лучше и почему?

Ниже представлены некоторые результаты опроса респондентов из числа плавсостава торговых судов (таблица 2). СУБВ отсутствовала на 14,7% всех судов, на которых работали респонденты (старые суда). В процентном соотношении новые суда, на которых установлена СУБВ, распределялись следующим образом: 78% приходилось на долю танкеров, 10% на химовозы, 8% на контейнеровозы и 4% на суда типа река-море. 32,2% СУБВ, установленных на судах торгового флота, использовали УФО обработку БВ, 25,8% – обработку хлором; 42% – электролиз. Проблемы с эксплуатацией СУБВ подтвердили 82,7% слушателей курсов Института Повышения Квалификации и 80% из числа курсантов, проходивших плавпрактику на торговых судах. Было выяснено, что из общего времени, необходимого для работы СУБВ 20,6% уходило на ремонт или техническое обслуживание систем (замена использованной УФ-лампы, очистка фильтра, контроль количества окислителя, который сбрасывается в море и т.п.).



Таблица 2 – Результаты исследования эксплуатационных проблем в работе СУБВ

Респонденты	СУБВ на борту	СУБВ нет на борту	Эксплуатационные проблемы	Общая обследованная выборка	Всего с эксплуатационными проблемами (%)
Опрошенные члены экипажа (курсы ИПК)	50	8	48	58	82,7
Опрошенные члены экипажа (курсанты)	8	2	8	10	80

Приведем наиболее частые неисправности, возникающие на СУБВ методом электрохлорирования («Purina», «BalClor» и др.) – это проблемы с выпрямительным модулем, ТРО (прорыв трубок), поломка инжектора, сбой в работе механических частей, износ/отсутствие запчастей (ожидание заявок и невозможность получения из-за санкций, ремонт подручными материалами), плохое качество цифровых блоков обработки информации (сборка плат блоков обработки сигналов, неустойчивость к перепадам электрического напряжения), некачественный материал фильтров очистки БВ (частое засорение фильтров тонкой и грубой очистки);

СУБВ методом УФО-обработки «Alfa Laval» – перегорание ламп, неисправность, реактора, инвертера, поломка колб, отсутствие кабеля, перегрев системы, частое засорение фильтров тонкой и грубой очистки.

СУБВ методом хлорирования («Ecochlor») – проблема калибровки химикатов, отсутствие химикатов, отказ в поставке химикатов из-за санкций, токсичность и опасность при попадании на кожу химикатов при доставке, частое засорение фильтров тонкой и грубой очистки, отказ СУБВ по причине конструктивных особенностей судна, устранение механических неисправностей командой машинного отделения с задержкой грузовых операций, аппаратные ошибки (сбой китайского программного обеспечения), отсутствие вакуума в камере смешивания из-за разницы высоты установки системы, отказ анализатора ррт, протечка пластиковых клапанов в станции смешивания химии, подтекание фланцев.

Средний балла оценки эксплуатационных характеристик СУБВ по пятибалльной шкале составил 3,4, причем 7% респондентов поставили оценку «отлично», 39% – «хорошо», 42,8% – «удовлетворительно», 11% – «малопригодно».

Исследования проведены в рамках научно-исследовательского проекта «Биоразнообразие и продуктивность экосистем заливов и бухт северо-восточной части Черного моря и Азовского моря в условиях интенсификации судоходства» Государственного морского университета имени адмирала Ф.Ф. Ушакова (НИОКТР № 122022200398-7).

Список литературы:

1. Горбачев М.М., Ильина И.В. Модернизация современных судов путем установки систем для контроля и очистки балластных вод // Sciences of Europe. – 2020. 61. – С. 50 – 62.
2. Bakalar, G. Comparisons of interdisciplinary ballast water treatment systems and operational experiences from ships // SpringerPlus. 2016. – 5, 240. – P. 1 – 12.