

УДК 629.5.065

КЛАССИФИКАЦИЯ УСТРОЙСТВ ТРАВЕРЗНОЙ ПЕРЕДАЧИ ГРУЗОВ МЕЖДУ СУДАМИ

Мизгирев Дмитрий Сергеевич¹, д.т.н., доцент, проф. каф. ПТМ и МР

e-mail: mizgirevds@yandex.ru

Тутынин Тимофей Дмитриевич¹, аспирант

e-mail: timmatei@mail.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В статье представлена классификация устройств траверзной передачи грузов между судами. Рассмотрены леерные устройства, канатные подвесные дороги, телескопические стрелы, бортовые краны и роботизированные спредеры. Выполнен анализ оборудования по степени интеграции с судном и уровню автоматизации. Определены эксплуатационные особенности различных типов судов. Сделан вывод о тенденции повышения уровня автоматизации и внедрения активных систем компенсации динамических воздействий.

Ключевые слова: траверзная передача грузов, межсудовая перегрузка, грузоподъемное оборудование, канатные подвесные дороги, роботизированные спредеры, активная компенсация, судовые устройства.

CLASSIFICATION OF DEVICES FOR TRAVERSE CARGO TRANSFER BETWEEN VESSELS

Dmitry S. Mizgirev¹, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department. PTM and MR

e-mail: mizgirevds@yandex.ru

Timofey D. Tutynin¹, Doctoral Student

e-mail: timmatei@mail.ru

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The article presents a classification of devices for traverse cargo transfer between vessels. It considers cable-based transfer systems (guy-line devices), overhead cable cranes, telescopic booms, shipboard cranes, and robotic spreaders. The equipment is analyzed in terms of its degree of integration with the vessel and the level of automation. Operational features of different vessel types are identified. The article concludes that there is a trend toward higher automation levels and the implementation of active systems for dynamic motion compensation.

Keywords: traverse cargo transfer, ship-to-ship (STS) transfer, lifting equipment, overhead cable cranes, robotic spreaders, active heave compensation, shipboard devices.

Траверзная передача грузов между судами (борт-к-борту) является одним из наиболее востребованных методов межсудовой перегрузки, особенно в условиях открытого моря, отсутствия портовой инфраструктуры и при выполнении офшорных операций. Данный метод позволяет передавать до 90 % разновидностей грузов (генеральные, насыпные, жидкие, контейнеры), а также персонал, при волнении до 3–5 баллов. Однако эффективность и безопасность траверсной перегрузки напрямую зависят от применяемых технических устройств, компенсирующих относительное движение судов при качке, крене, дифференте и рыскании. В настоящей работе представлена классификация устройств траверсной передачи грузов между судами на основе анализа существующих и перспективных технических решений.

Реализация траверзного метода требует специальных устройств, компенсирующих относительное движение судов при волнении. В зависимости от конструктивного исполнения и принципа действия выделяют следующие типы оборудования:

1. Леерные устройства

Леерные устройства (традиционные полиспасты) широко распространены для перегрузки генеральных грузов. Между судами натянут грузовой леер, коренной конец которого закреплён глаголь-гаком, ходовой — на лебедке. Несущий канат принимает основной вес груза, тянущий обеспечивает его перемещение [1]. Данный способ широко применяется на танкерах снабжения и речном флоте. Достоинства: простота конструкции, низкая стоимость, универсальность для паллетов и контейнеров, минимальные габариты, эксплуатация без спецподготовки. Недостатки: пиковые нагрузки при качке, обрывы канатов, ручное управление натяжением, ограничение дистанцией из-за провисания, невозможность работы при волнении выше умеренного, трудоёмкое обслуживание.

2. Канатные подвесные дороги

Канатные подвесные дороги применяются для передачи контейнеров и крупногабаритных модулей на значительных дистанциях. Конструкция включает несущий канат, тянущие лебёдки, спредер с многоточечной подвеской и амортизаторы. Автоматическое регулирование натяжения позволяет компенсировать вертикальные и горизонтальные перемещения судов. Достоинства: работа в движении и дрейфе, расширенное погодное окно до умеренного и сильного волнения, возможность полной автоматизации и дистанционного управления, пригодность для большинства рейдовых и морских операций. Недостатки: сложная синхронизация лебёдок, риск рывков, значительные габариты и масса, зависимость от квалификации при настройке алгоритмов, повышенное энергопотребление.

3. Телескопические стрелы и бортовые краны

Телескопические стрелы и бортовые краны предназначены для передачи крупных грузов на малых дистанциях. Выдвижная стрела с полиспастной системой подаётся между бортами параллельных судов. Современные модели интегрированы с системами динамического позиционирования и видеоаналитикой. На вновь строящихся офшорных судах краны часто оснащаются системами активной компенсации раскачивания груза (heave compensation) [2]. Достоинства: высокая точность позиционирования, работа с крупными и негабаритными грузами, компактность в транспортном положении, серийное производство и отработанные технологии. Недостатки: ограничение малой дистанцией, значительная масса и влияние на остойчивость, ручное/полуавтоматическое управление, сложность обслуживания и коррозионная стойкость [3].

4. Роботизированные спредеры

Роботизированные спредеры представляют собой перспективное направление для автоматизации контейнерных операций. Конструкция включает многоточечную подвеску с независимыми канатами, гироскопы, алгоритмы предиктивного управления и



видеоаналитику. Автоматическая стабилизация компенсирует крен, дифферент и угловые расхождения судов. Такие спредеры требуют наличия мощной энергетической базы и интеграции с навигационными системами судна [4]. Достоинства: работа при сильном волнении, полная автоматизация, интеграция с навигационными и DP-системами, дистанционное управление, пригодность для сложных районов. Недостатки: высокая стоимость оборудования, сложная калибровка и ввод в эксплуатацию, зависимость от DP-систем и средств связи, жёсткие требования к электронике.

Сравнительные технические характеристики рассмотренных типов устройств траверзной передачи грузов между судами приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные параметры устройств траверзной передачи грузов

Устройство	Г/п, т	Дистанция, м	Волнение, баллы	Производительность, т/ч	Энергопотребление, кВт
Леерные устройства	До 1.5	До 15-35 метров	≤ 3	До 8	До 5-10
Канатные подвесные дороги	До 20–32	До 40-70 метров	≤ 4	До 12-25	До 20-40
Телескопические стрелы	До 5-12	До 8-20 метров	≤ 3	До 8-15	До 25-45
Роботизированные спредеры	До 32-40	До 20-45	≤ 5	До 20-30	До 45-75

По степени интеграции с судном и уровню автоматизации оборудование траверзной передачи разделяется на три группы:

- штатное грузоподъёмное оснащение, используемое также для портовых операций (кран-балки, стрелы, палубные краны, леерные полиспасты);
- специализированные комплексы STS, проектируемые под передачу грузов между судами (канатные подвесные дороги, траверзные лебёдочные станции, роботизированные спредеры);
- вспомогательные подсистемы, обеспечивающие безопасность и управляемость операций (амортизирующие устройства, швартовные системы, системы динамического позиционирования, визуальные и электронные средства контроля).

На речных судах и малотоннажных морских единицах штатно имеются только леерные полиспасты и такелаж, достаточные для передачи провизии, топлива в бочках и мелких грузов при штиле [5].

Средние суда снабжения оснащаются модульными канатными подвесными дорогами или усиленными палубными кранами с пассивными амортизаторами. Дооснащение тензодатчиками, контроллерами и пультами управления требует проектирования, интеграции с судовой АСУ и сертификации Российским морским регистром судоходства (RMРС) [6].

Крупные морские и офшорные суда (снабженцы ледового класса, плавбазы) проектируются под интегрированные STS-комплексы с активной компенсацией вертикальных перемещений и интеграцией с системами динамического позиционирования. Базовая комплектация включает кран-балки грузоподъёмностью 20–50 т, канатные подвесные дороги с синхронизированными лебёдками и роботизированный спредер.

Проведённая классификация и анализ устройств траверзной передачи грузов между судами позволяют сделать следующие выводы:

1. Техническая реализация траверзного метода прошла путь от простых леерных устройств до высокотехнологичных роботизированных спредеров. Наблюдается устойчивая тенденция к повышению уровня автоматизации и интеграции с судовыми навигационными системами.

2. Леерные устройства и телескопические стрелы эффективны при волнении до 3 баллов, однако имеют ограничения по дистанции и значительные пиковые нагрузки на канаты, а канатные подвесные дороги и роботизированные спредеры позволяют работать при волнении 4–5 баллов за счёт активных методов компенсации.

3. Перспективным направлением является внедрение активных демпферов heave compensation и предиктивных алгоритмов управления, позволяющих компенсировать пространственные перемещения груза в реальном времени и расширять эксплуатационное окно.

Список литературы:

1. Мизгирев Д. С., Власов В. Н., Тутынин Т. Д. Механизмы передачи грузов судами транспортного и промыслового флота без использования существующих причальных сооружений // Морские технологии: проблемы и решения - 2023: сборник трудов по материалам научно-практических конференций преподавателей, аспирантов и сотрудников ФГБОУ ВО "КГМТУ". - Керчь: ФГБОУ ВО "Керченский государственный морской технологический университет", 2023. - С. 73-78.

2. Woodacre, J.K., Bauer, R.J., Irani, R.A. A review of vertical motion heave compensation systems // Ocean Engineering. – 2015. – Vol. 104. – P. 140-154.

3. Павленко, В. Г. Справочник по эксплуатации флота снабжения / В. Г. Павленко, Н. И. Степанов, А. П. Орлов ; под ред. В. Г. Павленко. — Ленинград : Судостроение, 1980. — 312 с.

4. Щемелев, В.Л. Автоматизация работы спредера при обработке крупнотоннажных контейнеров в условиях крена и дифферента судна / В.Л. Щемелев, И.В. Зуб, Ю.Е. Ежов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2023. – № 2. – С. 101-107.

5. Александров, А. А. Справочник по управлению кораблем / А. А. Александров, А. П. Броневицкий, В. А. Кузнецов [и др.] ; под рук. авт. кол. А. А. Александрова. — Москва : Воениздат, 1974. — 448 с.

6. Российский морской регистр судоходства. Правила по грузоподъемным устройствам морских судов. — СПб. : РМРС, 2025.

