



ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ГРУЗОВЫХ ОПЕРАЦИЙ С ТЯЖЕЛЫМИ И НЕГАБАРИТНЫМИ ГРУЗАМИ НА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ СУДАХ

Бень А.П., Соловей А.С.

Херсонская государственная морская академия

В статье рассмотрены вопросы повышения безопасности выполнения грузовых операций на судах типа Heavy Lift. Предложены подходы к совершенствованию типовой методики выполнения грузовых операций на таких судах путем использования системы поддержки принятия решений, осуществляющей мониторинг и управление рядом параметров судна: количеством балласта и его распределением в балластных танках, углом крена судна, метацентрической высотой, нагрузкой на гак, вылетом стрелы, скоростью ветра, периодом качки. Использование систем поддержки принятия решений судоводителя осуществляющих мониторинг указанных параметров и выработку рекомендаций по проведению погрузо-разгрузочных операций на судах типа Heavy Lift, сможет существенно повысить безопасность процессов перевозки тяжелых негабаритных грузов морем.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, тяжелые негабаритные грузы, специализированные суда Heavy Lift.

Введение. Морские и речные перевозки тяжелых негабаритных грузов на сегодняшний день крайне востребованы ввиду необходимости перевозок специальной, строительной, сельскохозяйственной и прочей техники, больших цистерн, промышленного оборудования для нефтяной и газовой промышленности, ветро- и гидроэнергетики. Для перевозки грузов такого типа активно создаются специализированные суда типа Heavy Lift. Наиболее ответственными, сложными и аварийноопасными этапами перевозки тяжелых негабаритных грузов являются этапы их погрузки и выгрузки на судно. По имеющимся данным [1] большое количество аварийных случаев происходят именно на этих этапах, что обусловлено необходимостью единовременного контроля и управления значительным количеством параметров, влияющих на остойчивость судна.

Актуальность проблемы. Многообразие решаемых судоводителем задач при реализации технологического процесса погрузки тяжелого негабаритного груза, протекающее в общем случае в условиях неопределенности, обуславливает необходимость создания специализированных СППР, позволяющих существенно повысить качество управления процессом погрузки. Такая СППР может быть использована на судне-тяжеловозе в качестве информационно-советующей системы судоводителя, ответственного за осуществление технологического процесса погрузки (старший помощник, капитан судна).

Целью статьи является разработка принципов построения системы поддержки принятия решений для выполнения грузовых операций с негабаритными грузами на специализированных судах.

Анализ последних исследований и публикаций. Решению проблемы обеспечения безопасности грузовых операций на судах типа Heavy Lift посвящено большое количество теоретических и практических разработок [2]. Из анализа представленных работ следует, что повышение безопасности грузовых операций на судах типа Heavy Lift может быть обеспечено в случае наличия комплексных программных средств управления погрузкой/выгрузкой судна. В настоящее время интенсивно развивается разработка соответствующих программных продуктов, наиболее полнофункциональными из которых являются следующие:

1. Грузовая компьютерная программа COLOS (Computer-Loading-System), производитель – DatentechnikRostockGmbH, Германия. Данный программный комплекс создан для предварительной проработки грузовых операций на универсальных судах с



различными типами грузов: специальные (проектные) грузы, контейнеры, насыпной груз. Программа имеет привязку к каждому конкретному судну [3].

2. Seacos MACS3 Loading Computer System, производитель INTERSCHALT maritime systems AG, Германия. Цифровая компьютерная автоматизированная система для транспортных судов, состоит из грузового компьютера и многофункционального программного комплекса, который позволяет просто и быстро определить основные параметры и значения для любых условий погрузки. Программный комплекс выполняет расчет остойчивости и прочности судна, отображает в графическом и цифровом виде результаты для основных параметров погрузки [4].

3. LOCOPIAS грузовая компьютерная программа, производитель SARC BV, Нидерланды. Данная судовая грузовая компьютерная программа используется для получения оптимального варианта погрузки судна с учетом пределов значений для прочности, остойчивости, осадки судна. Программа может быть использована для любого типа судна. В коммерческом варианте поставляется в привязке к конкретному судну [5].

Общим недостатком существующих программных средств является то, что они решают только прямую задачу: по заданной загрузке производится оценка параметров мореходности судна, хотя имеющиеся теоретические разработки и современные компьютерные технологии позволяют разработку программ, способных при заданных допустимых параметрах посадки, остойчивости и общей продольной прочности, а также по предъявленному к перевозке грузу находить оптимальный (или приемлемый) вариант загрузки [6]. Кроме того существующие программные средства, как правило, привязаны к конкретному судну.

Основная часть. Повышение безопасности погрузочных операций на судах Heavy Lift может быть достигнуто путем использования специализированной СППР, обеспечивающей контроль в режиме реального времени следующих параметров, влияющих на остойчивость судна:

- масса груза и расположение его центра тяжести;
- масса (объем) балласта, необходимого для компенсации массы груза при погрузке/выгрузке;
- поперечная метацентрическая высота GM (расчет этого параметра должен производиться как минимум для 3х этапов погрузки/выгрузки – GM начальная, GM при отрыве груза, GM при пересечении линии борта судна, GM при касании грузом палубы);
- угол крена (учет этого параметра должен производиться на всем протяжении грузовой операции, и не должен превышать, 3^0-5^0);
- подъемный угол (Hoisting angle) – угол отстояния линии подъемного троса от вертикали, значение этого параметра должно быть максимально сведено к нулю;
- угол наклона стрелы (Luffing angle) – от величины этого параметра зависит безопасная рабочая нагрузка на стрелу крана (SWL), а соответственно и лимит нагрузки на гак стрелы [7].

Контроль за изменением указанных параметров судна и погрузочных механизмов необходимо осуществлять в следующей последовательности:

1. Выполнить необходимые действия по обеспечению начальной остойчивости судна перед началом грузовых операций. Принять необходимое количество балласта в диптанки. При этом необходимо избегать свободных поверхностей в балластных танках:

- если возможно переместить понтоны твиндека в нижнюю позицию в трюме;
- принять необходимое количество балласта в креновые танки (в случае если погрузка осуществляется с левого борта судна, как правило, танки левого борта заполняются полностью, танки правого борта оставляют пустыми).

2. Проводится расчет поперечной метацентрической высоты судна:

$$GM=KM-KG,$$



где КМ – возвышение метацентра судна над килем; КG – возвышение центра тяжести судна над килем.

3. Осуществляется расчет количество балласта в креновых танках, необходимого для компенсирования крена судна при подъеме и перемещении на судно единицы груза в соответствии с формулой:

$$S = \frac{(P+Q+R) \cdot \left(\frac{B}{2} + a\right)}{S_y}$$

где P – масса единицы груза; Q – креновая масса стрелы судового крана; R – масса оснащения для подъема; B – теоретическая расчетная ширина судна; a – максимальный вылет стрелы при погрузке единицы груза; S_y – расстояние между центрами тяжести креновых танков правого и левого бортов судна.

4. После закрепления подъемных строп в точках крепления, убедиться, что подъемный угол (Hoisting angle) максимально сведен к нулю.

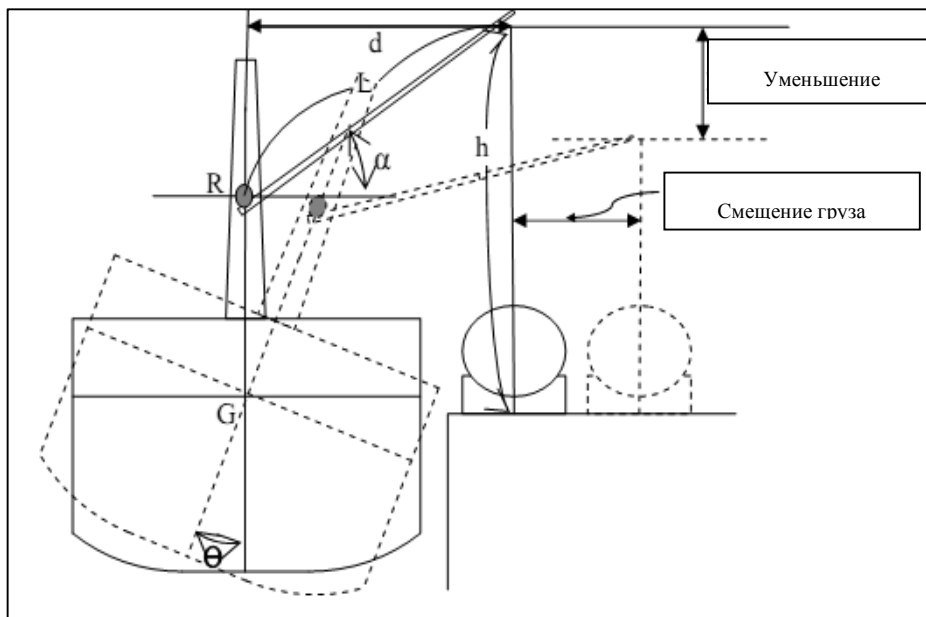


Рисунок 1 – Зависимость угла крена судна от перемещения груза

5. Пошаговыми действиями, увеличивая постепенно нагрузку на гак крана и компенсируя появляющийся крен судна с помощью креновых балластных танков (перемещая балласт из креновых танков с левого на правый борт), поднять груз. Постоянно необходимо вести контроль крена судна и удерживать его в допустимых пределах (не более $3-5^\circ$).

$$\text{tg}\theta = \frac{w \cdot L \cdot \cos\alpha \cdot \sin\beta}{(W+w) \cdot GM - w \cdot (RG + L \cdot \sin\alpha)}$$

где W – водоизмещение судна; w – масса единицы груза; α – угол наклона стрелы; β – угол вылета стрелы; L – длина стрелы; RG – расстояние между центром тяжести судна и точкой крепления стрелы.

6. Осуществление отрыва груза от причала с помощью балластной системы.

7. Пошаговыми действиями, поворотом стрелы крана осуществляется перемещение груза в заданную позицию над местом погрузки. Перемещения груза вызывают крен судна, который необходимо компенсировать перемещением балласта в креновых балластных танках с правого на левый борт.

8. Перемещение (по вертикали вниз) груза в необходимую позицию в трюме. После касания груза палубы трюма необходимо постепенно сбрасывать нагрузку на гак стрелы крана, контролируя этот процесс с помощью индикатора нагрузки в кабине крана.

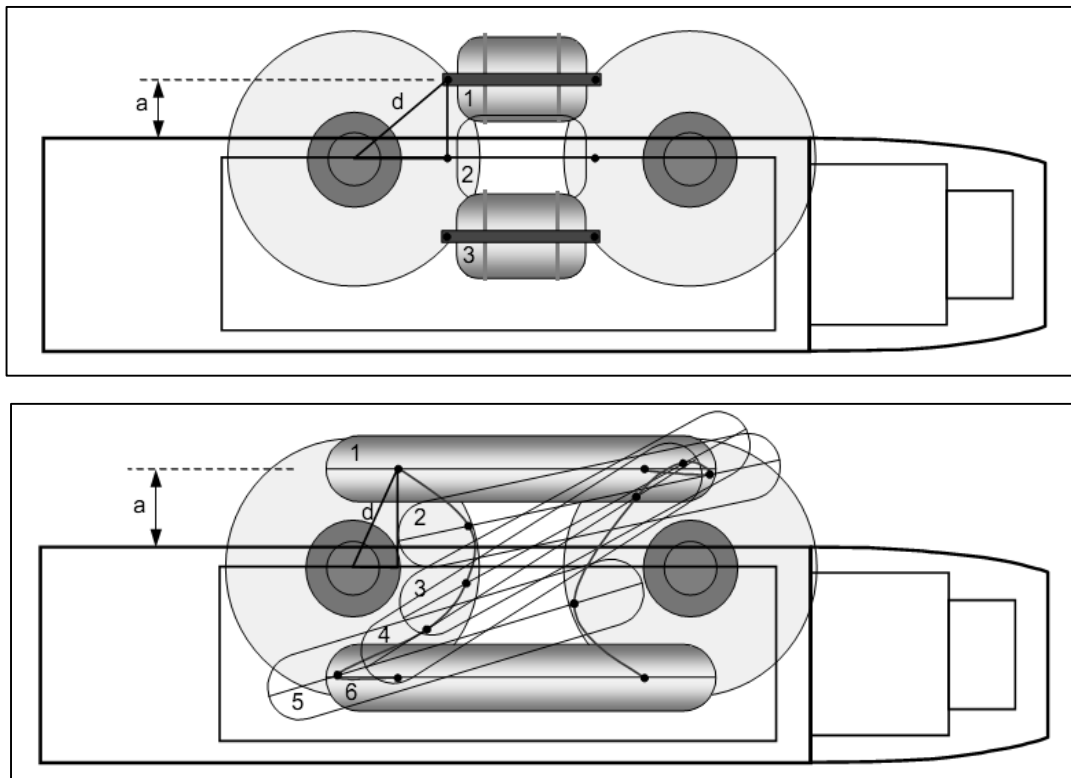


Рисунок 2 – Схема перемещения груза

1, 2, 3, 4, 5, 6 – положения груза на различных этапах погрузки; а – расстояние между грузом и бортом судна; d – вылет стрелы судового крана

Выводы. Применение СППР при операциях с тяжелыми негабаритными грузами на морском транспорте позволяет существенно повысить безопасность выполнения погрузо-разгрузочных операций с такими грузами и сократить время на их выполнение. Важным условием эффективного функционирования таких СППР является необходимость постоянного контроля динамики изменения угла крена судна, метацентрической высоты, массы балласта, подъемного угла и угла наклона стрелы крана.

Перспективным направлением создания СППР по управлению операциями с негабаритными грузами является разработка специализированных программ, способных при заданных допустимых параметрах посадки, устойчивости и общей продольной прочности, находить оптимальный (или приемлемый) вариант загрузки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вагущенко Л. Л. Бортовые автоматизированные системы контроля мореходности / Л. Л. Вагущенко, А. Л. Вагущенко, С. И. Заичко. – Одесса : ФЕНИКС, 2005. – 272 с.
2. User Manual for the loading computer COLOS (Computer-Loading-System).
3. Loading Computer System seacos MACS3 Version NET 1.1 Crane Operation Module Manual // INTERSCHALT maritime systems AG. – Wilhelmstrasse 7-9-24937. – Flensburg.
4. Locopias loading computer software manual // SARC BV Eikenlaan 3. – The Netherlands, Bussum.
5. Николаева Л. Л. Разработка метода оперативной оценки критериев мореходности судна / Л. Л. Николаева, А. В. Гайченя, М. Ю. Соколов // Судовождение. – 2009. – № 16. – С. 132-133.
6. IMO Code of Safe Practice for Cargo Securing and Stowing. – 2003.



7. IMO Resolution A.749 (18) as amended by Resolution MSC.75(69). – Code on Intact Stability.
8. Noble Denton document 0027/ND – Guidelines for Marine Lifting Operations.

Бень А.П., Соловей О.С. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ ВАНТАЖНИХ ОПЕРАЦІЙ З ВАЖКИМИ Й НЕГАБАРИТНИМИ ВАНТАЖАМИ НА СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ СУДНАХ

У статті розглянуто питання підвищення безпеки виконання вантажних операцій на судах типу Heavy Lift. Запропоновані підходи до вдосконалення типової методики виконання вантажних операцій на таких судах шляхом використання системи підтримки прийняття рішень, що здійснює моніторинг та керування низкою параметрів судна: кількістю баласту та його розподілом у баластних цистернах, кутом крену судна, метацентричною висотою, навантаженням на гак, вильотом стріли, швидкістю вітру, періодом хитавиці. Використання систем підтримки прийняття рішень судоводія, що здійснюють моніторинг зазначених параметрів і вироблення рекомендацій з проведення вантажно-розвантажувальних операцій на судах типу Heavy Lift, зможе суттєво підвищити безпеку процесів перевезення важких негабаритних вантажів морем.

Ключові слова: система підтримки прийняття рішень, важкі негабаритні вантажі, спеціалізовані судна Heavy Lift.

Ben A.P., Solovey O.S. WAYS OF SAFETY IMPROVEMENT OF LOADING OPERATIONS WITH HEAVY LIFT CARGO ON BOARD SPECIALIZED VESSELS

The article examines the issues of safety improvement of loading operations on board Heavy Lift vessels. Authors suggested the approaches to improve standard procedure of loading operations on such vessels by using decision support system. This system executes monitoring and management of a number of vessel characteristics: quantity of ballast and its distribution in ballast tanks, heeling angle, metacentric height, hook load, boom outreach, windspeed and rolling period. Application of the decision support system for monitoring of the mentioned characteristics and working out guidelines on loading and discharge operations on board Heavy Lift vessels can considerably improve the safety of heavy lift transportation by sea.

Keywords: decision support system, heavy lift cargo, heavy lift vessels.

Статтю прийнято
до редакції 22.11.2013