

DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-6-1122-1131

WAYS TO INCREASE SPEED AND SAVE FUEL TANKER IN STORM CONDITIONS

A. A. Ershov, P. I. Buklis

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

The article analyzes the mechanism of reducing voyage expenses and reducing voyage time in the conditions of storm navigation at cargo and ballast crossings of tankers. As you know, the fuel costs make up the bulk of the costs for the operation of the vessel. Therefore, in matters of improving the speed and reducing fuel consumption of a modern vessel, there is a large reserve of reducing operating costs. Modern oil tankers and other liquid cargo vessels represent the most technologically advanced offshore facilities. Due to the design features and purpose for them in the first place relevant issues of improving the speed and fuel economy, especially in stormy conditions. This article proposes a method of increasing the speed and reducing fuel consumption on tankers in stormy conditions, based on the results of experiments and observations conducted on the tanker itself. This allows you to take into account the experience of operation of a particular tanker, as well as the history of changes in the parameters of its propulsion over time. In addition to the special experiments and observations that can be developed for each tanker, most of the data that can be used to solve the above-mentioned urgent problems are contained in the ship logs. The analysis of navigation and machine log information provides a broad opportunity to obtain data that can be used for each specific tanker, taking into account all the changes that accompany the life of the vessel. Timely processing and analysis of navigation and machine logs, accumulation and analysis of data on a specific vessel allows increasing the speed and ensuring fuel economy of the tanker in specific conditions of storm navigation, taking into account the previous experience of operation of the vessel. The article provides examples of the use of processed navigation and machine log information to solve the above problems. It is shown that the increase in the speed of the tanker in a storm and fuel economy can be achieved at the same angles of wind and wave. This combination of increased speed and reduced fuel consumption at the same heading provides opportunities to optimize voyage costs and reduce voyage time in stormy conditions during cargo and ballast crossings of tankers both at the stage of transition planning and in conditions of storm navigation. When improving the methods proposed in this article to improve the parameters of propulsion and fuel economy in stormy navigation, they can be extended to other types of vessels.

Keywords: increasing the speed of the tanker in a storm, reducing fuel consumption, optimization of voyage costs, reducing the voyage time.

For citation:

Ershov, Andrey A., and Peter I. Buklis. "Ways to increase speed and save fuel tanker in storm conditions." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S.O. Makarova* 10.6 (2018): 1122–1131. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-6-1122-1131.

УДК 655.62.052.4

СПОСОБЫ УВЕЛИЧЕНИЯ СКОРОСТИ И ЭКОНОМИИ ТОПЛИВА ТАНКЕРА ПРИ ШТОРМОВОМ ПЛАВАНИИ

А. А. Ершов, П. И. Буклис

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

В статье проанализирован механизм снижения рейсовых расходов и уменьшения рейсового времени в условиях штормового плавания при грузовых и балластных переходах танкеров. Как известно, именно затраты на топливо составляют основную часть затрат на эксплуатацию судна. Поэтому в вопросах улучшения скорости и снижения расхода топлива современного судна существует большой резерв снижения эксплуатационных расходов. Известно, что современные нефтяные танкеры и другие наливные суда представляют наиболее технологичные морские объекты. В силу особенностей конструкции и назначения для них в первую очередь актуальными являются вопросы повышения показателей скорости и экономии топлива,

особенно в условиях штормового плавания. В настоящей статье предлагается метод увеличения скорости и снижения расхода топлива на танкерах в условиях штормового плавания, основанный на результатах экспериментов и наблюдений, проведенных танкере. Это позволяет в максимальной степени учитывать особенности, опыт эксплуатации конкретного танкера, а также историю изменения параметров его ходкости с течением времени. Помимо проведения специальных экспериментов и наблюдений, которые могут быть разработаны для каждого танкера, большинство данных для решения вышеуказанных актуальных задач содержится в судовых журналах. Анализ информации навигационных и машинных журналов дает возможность получать данные, которые могут быть использованы для каждого конкретного танкера с учетом всех изменений в процессе его эксплуатации. Своевременная обработка и анализ информации навигационных и машинных журналов, накопление и анализ данных по конкретному судну позволяют увеличить скорость и обеспечить экономию топлива танкера в конкретных условиях штормового плавания, учитывая предыдущий опыт эксплуатации данного судна. В статье приводятся примеры использования обработанной информации навигационных и машинных данных для решения вышеуказанных задач. Показано, что увеличение скорости танкера в шторм и экономия топлива могут достигаться при одних и тех же курсовых углах ветра и волнения. Такое сочетание увеличения скорости и снижения расхода топлива при одном и том же курсовом угле волнения дает широкие возможности для оптимизации рейсовых расходов и уменьшения времени рейса в условиях штормового плавания при грузовых и балластных переходах танкеров как на стадии планирования переходов, так и в условиях конкретного штормового плавания. При совершенствовании предлагаемых в настоящей статье методов улучшения параметров ходкости и экономии топлива при штормовом плавании они могут быть распространены и на другие типы судов.

Ключевые слова: увеличение скорости танкера в шторм, снижение расхода топлива, оптимизация рейсовых расходов, уменьшение времени рейса.

Для цитирования:

Ершов А. А. Способы увеличения скорости и экономии топлива танкера при штормовом плавании / А. А. Ершов, П. И. Буклис // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2018. — Т. 10. — № 6. — С. 1122–1131. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-6-1122-1131.

Введение (Introduction)

В настоящее время инновационные технологии проникли практически во все сферы деятельности современного морского судна, включая навигацию, управление, расхождение с другими судами, технологии проектирования и контроля состояния корпуса, многочисленные сферы безопасности и охраны и др. Сейчас разрабатываются проекты беспилотных судов, которые будут управляться без присутствия человека. Однако в современных условиях не получили должного развития по сравнению с предыдущими периодами эксплуатации судов способы штормового плавания и, прежде всего, вопросы, касающиеся скорости и экономии топлива. К этим аспектам в первую очередь относятся вопросы скорости и экономии топлива. Как известно, именно затраты на топливо составляют основную часть затрат на эксплуатацию судна. Поэтому в вопросах улучшения скорости и снижения расхода топлива современного судна имеется большой резерв снижения эксплуатационных расходов. Современные нефтяные танкеры и другие наливные суда представляют наиболее технологичные морские объекты. В силу особенностей конструкции и назначения для них главным образом актуальны вопросы повышения показателей скорости и экономии топлива, особенно в условиях штормового плавания.

Отличительной чертой эксплуатации современных танкеров является то, что они совершают в основном только два вида перехода: в грузу и в балласте. В грузу танкер имеет небольшую парусность и большое водоизмещение. Параметры ходкости при плавании в шторм определяются сопротивлением воды движению судна и дополнительным влиянием морского волнения. Улучшение параметров ходкости и экономии топлива в этих условиях может достигаться за счет оптимизации дифферента, улучшения работы носового бульба и работы гребного винта, снижения волнового сопротивления судна, а также изменения курса судна для улучшения курсового угла волнения в условиях шторма. Ветер может оказывать лишь косвенное влияние на улучшение параметров ходкости, так как судно обладает небольшой парусностью и отсутствием палубного груза.

В условиях балластного перехода танкер обладает значительной парусностью, небольшой осадкой, в связи с чем он в большей степени подвержен влиянию ветра и дополнительным опасностям, связанным со штормовым плаванием: слемингу, слепингу, оголению и «разгону» винта. Улучшение параметров ходкости в условиях балластных переходов танкеров может достигаться за счет улучшения курсового угла ветра, которое будет снижать сопротивление ветра движению судна и одновременно может решать задачи ликвидации возможности слеминга и слепинга, оптимизации дифферента для снижения лобовой парусности судна, ликвидации возможности «разгона» гребного винта, а также другие задачи. Дополнительно в условиях балластных переходов можно более эффективно решать задачи оптимизации дифферента для улучшения скорости и снижения расхода топлива танкера.

Вопросам улучшения параметров ходкости и экономии топлива при штормовом плавлении посвящено много научных исследований [1], [2]. Существенным недостатком указанных в данных работах методов улучшения параметров ходкости и экономии топлива при штормовом плавлении является то, что большинство исследований в этой области были проведены достаточно давно для типов судов, которые сейчас уже практически не эксплуатируются. Это делает предлагаемые в них расчетные методы и рекомендации практически непригодными для современных судов.

Ряд работ посвящен вопросам одновременного решения проблем безопасности и увеличения скорости судна при штормовом плавлении [3]–[5]. В работе [6] рассмотрен вопрос улучшения параметров ходкости танкера при балластных переходах при помощи паспортных диаграмм. В работах [7]–[10] рассматривались расчетные методы определения параметров качки и воздействия морского волнения на движение судна, а также улучшения пропульсивных качеств судна. В работах [11]–[14] предлагаются информационно-аналитические и навигационно-гидрографические методы прогнозирования потоков судов и скорости их движения в определенных районах Мирового океана.

В данной статье предлагается метод улучшения параметров скорости и снижения расхода топлива, основанный на данных экспериментов и наблюдений, проведенных непосредственно на танкере, что позволяет в максимальной степени учесть особенности и опыт эксплуатации конкретного танкера, а также историю изменения параметров его ходкости с течением времени. Помимо проведения специальных экспериментов и наблюдений, которые могут быть разработаны для каждого танкера, большинство данных, которые могут быть использованы для решения вышеуказанных задач, содержатся в судовых журналах.

Анализ данных судовых навигационных и машинных журналов позволяет предоставить информацию, которая может быть использована для каждого конкретного танкера с учетом всех изменений, которые сопровождают его на протяжении всего периода эксплуатации. Своевременная обработка этой информации, накопление и анализ данных по конкретному судну позволяют максимально улучшить параметры скорости, обеспечить экономию топлива конкретного танкера, учитывая предыдущий опыт эксплуатации данного судна. При совершенствовании предлагаемых в настоящей статье методов улучшения параметров ходкости и экономии топлива при штормовом плавлении они могут быть распространены и на другие типы судов.

Методы и материалы (Methods and Materials)

Танкеры, включая крупнотоннажные типа «Афрамекс» или «Панамекс», совершающие грузовые и балластные переходы, зачастую подвергаются воздействию окружающей среды, особенно в условиях штормового плавания. В этих условиях параметры ходкости судна ухудшаются в максимальной степени. Также увеличивается и расход топлива судна, который составляет наибольшую часть судовых затрат крупнотоннажных танкеров. В условиях полной загрузки или балластного перехода каждая вахта движения судна фиксируется в судовом навигационном и машинном журналах. В судовом навигационном журнале отображаются характеристики и направление морского волнения, истинная и кажущаяся скорость ветра, курс и скорость судна, в машинном журнале фиксируется частота вращения гребного винта и расход топлива за сутки, а также дру-

гие данные. Эта информация может быть использована для обработки и дальнейшего использования с целью улучшения параметров скорости и экономии топлива танкера. Например, для увеличения скорости движения танкера в условиях штормового плавания может быть проанализирована история штормового плавания данного судна в условиях балластного перехода или в полном грузу, а также в условиях определенного ветра и высоты волны. Анализ может быть подвергнута скорость движения судна в условиях определенного курсового угла ветра и курсового угла волны с использованием данных, зафиксированных ранее в судовых журналах при аналогичных вариантах загрузки судна и других, близких к данному рейсу, дополнительных параметрах состояния танкера (например, срок от последней постановки в док, состояние корпуса, покраска, шероховатость, сезон и район плавания и др.). Все эти данные могут быть систематизированы на основании данных судовых журналов и использованы для решения вышеуказанных задач.

В качестве примера решения задачи увеличения скорости движения танкера в балласте в условиях штормового плавания может быть использована диаграмма (рис. 1), на которой представлены обработанные ранее данные предыдущих балластных переходов этого танкера в условиях аналогичной загрузки, состояния судна и параметров шторма.

При оценке воздействия ветра на судно, движущееся со скоростью, судоводители обычно используют кажущуюся скорость ветра v_k в системе координат, связанной с судном:

$$v_k = \sqrt{v_n^2 + v^2 + 2vv_n \sin KU_{\text{ветра}}}, \quad (1)$$

где v_n — истинная скорость ветра, м/с; v — скорость судна, м/с; $KU_{\text{ветра}}$ — курсовой угол ветра, град.

Диаграмма, представленная на этом рисунке, содержит информацию в зависимости от истинной скорости ветра v_n , что дает большие возможности ее использования как на стадии прогнозирования скорости перехода при получении долговременного прогноза погоды, так и на стадии выбора курса и скорости в условиях конкретного штормового плавания на данном танкере.

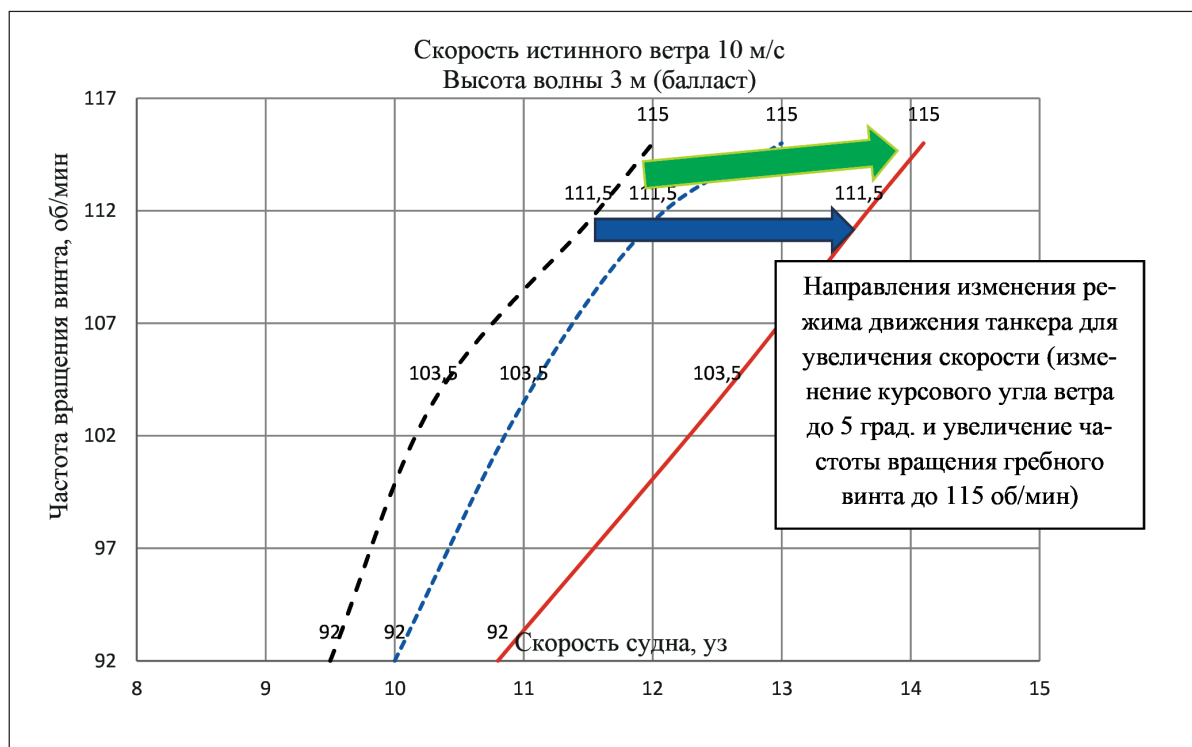


Рис. 1. Использование диаграммы данных предыдущих рейсов на основе обработки информации судовых журналов для увеличения скорости танкера в условиях балластного перехода

Условные обозначения:

- — $KU_{\text{ветра}} = 15$ $KU_{\text{волн}} = 8$;
- — $KU_{\text{ветра}} = 5$ $KU_{\text{волн}} = 5$;
- — $KU_{\text{ветра}} = 25$ $KU_{\text{волн}} = 25$

В случае, рассмотренном на рис. 1, для увеличения скорости движения судна требуется изменение курса судна таким образом, чтобы курсовой угол ветра ($KУ_{ветра}$ на рис. 1) был равен 5 град., а также возможно было увеличение частоты вращения гребного винта в следующих пределах: 111,5–115 об/мин. Как отмечалось ранее, поскольку танкер совершает балластный переход с большой парусностью и при небольших значениях высоты волны, для увеличения его скорости движения судоводителю при изменениях курса судна следует ориентироваться на данные курсовых углов ветра. Эти данные могут быть получены на основе известных научных исследований [1]–[4], а также по наблюдениям, осуществляемым на самом танкере.

В случае, если танкер совершает переход в грузу, то для решения задачи увеличения скорости может быть использована диаграмма, которая представлена на рис. 2, основанная на обработке судовых и машинных журналов с данными истории грузовых переходов данного танкера. Поскольку танкер осуществляет переход в грузу с большой осадкой, водоизмещением и малой площадью парусности, подвергаемой воздействию ветра, основное снижение скорости, прежде всего, происходит за счет дополнительного влияния морского волнения при плавании в шторм. Улучшение параметров скорости в этих условиях может достигаться за счет изменения курса судна для улучшения курсового угла волнения в условиях шторма. Ветер может оказывать лишь косвенное влияние на улучшение параметров ходкости, так как судно обладает небольшой парусностью и отсутствием дополнительного палубного груза.

Как следует из источника [2], наибольшее влияние на снижение скорости оказывает дополнительное влияние морского волнения при курсовом угле волнения 45–60 град. Поэтому основные действия для улучшения скорости судна заключается в изменении курсового угла волнения с 45 град. до 8 град. и также, возможно, увеличении частоты вращения гребного винта до значений 111,5–115 об/мин.

Направления изменения режима движения танкера для увеличения скорости (изменение курсового угла ветра до 5 град. и увеличение частоты вращения гребного винта до 115 об/мин)

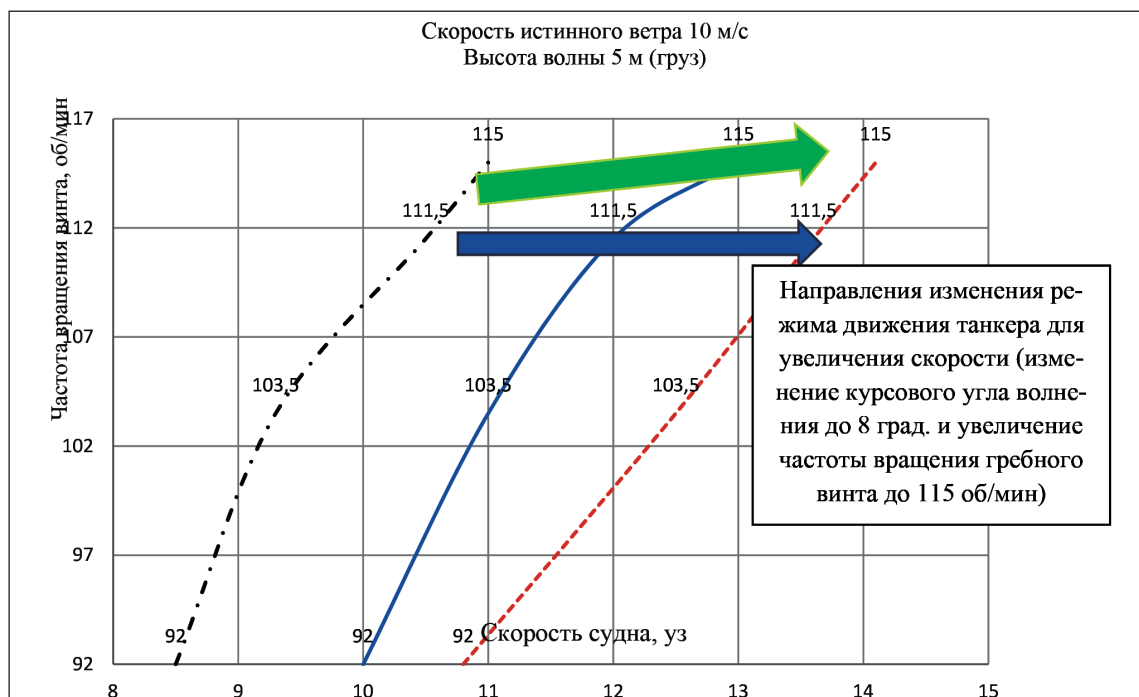


Рис. 2. Использование диаграммы данных предыдущих рейсов на основе обработки судовых журналов для увеличения скорости судна в условиях перехода танкера в грузу

Условные обозначения:

- — — — — $KУ_{ветра} = 15$ $KУ_{волн} = 25$;
- — — — — $KУ_{ветра} = 5$ $KУ_{волн} = 8$;
- - - - - $KУ_{ветра} = 25$ $KУ_{волн} = 45$

Если перед командой и судоводителями данного судна ставится задача снижения расхода топлива при штормовом плавании танкера в условиях балластного перехода, то можно воспользоваться данными диаграммы на рис. 3, основанной на обработке судовых навигационных и машинных журналов, содержащих не только данные о волнении, но и параметры расхода топлива судна в предыдущих аналогичных рейсах. В данном случае для уменьшения расхода топлива судна требуется изменение курса судна таким образом, чтобы курсовой угол ветра ($KУ_{ветра}$) стал равным 5 град., а также было возможно уменьшение частоты вращения гребного винта до значений 111,5–103,5 об/мин.

Как отмечалось ранее, поскольку танкер совершает балластный переход с большой парусностью и небольших значениях высоты волны, для уменьшения его расхода топлива судоводителю при изменениях курса судна следует ориентироваться на данные курсовых углов ветра. При выборе курсового угла ветра следует также руководствоваться необходимостью избежания возможности появления слеминга и слепинга, возможности «разгона» гребного винта и других задач. Видно, что в данном случае изменение курсового угла ветра до 5 град. приводит к увеличению скорости данного танкера (см. рис. 1) с уменьшением его расхода топлива (рис. 3), что обусловлено снижением основных составляющих сопротивления движению танкера и улучшением параметров ходкости данного судна. Это дает командам и судовладельцам широкие возможности для оптимизации рейсовых расходов и уменьшения рейсового времени в условиях штормового плавания при грузовых и балластных переходах танкеров.

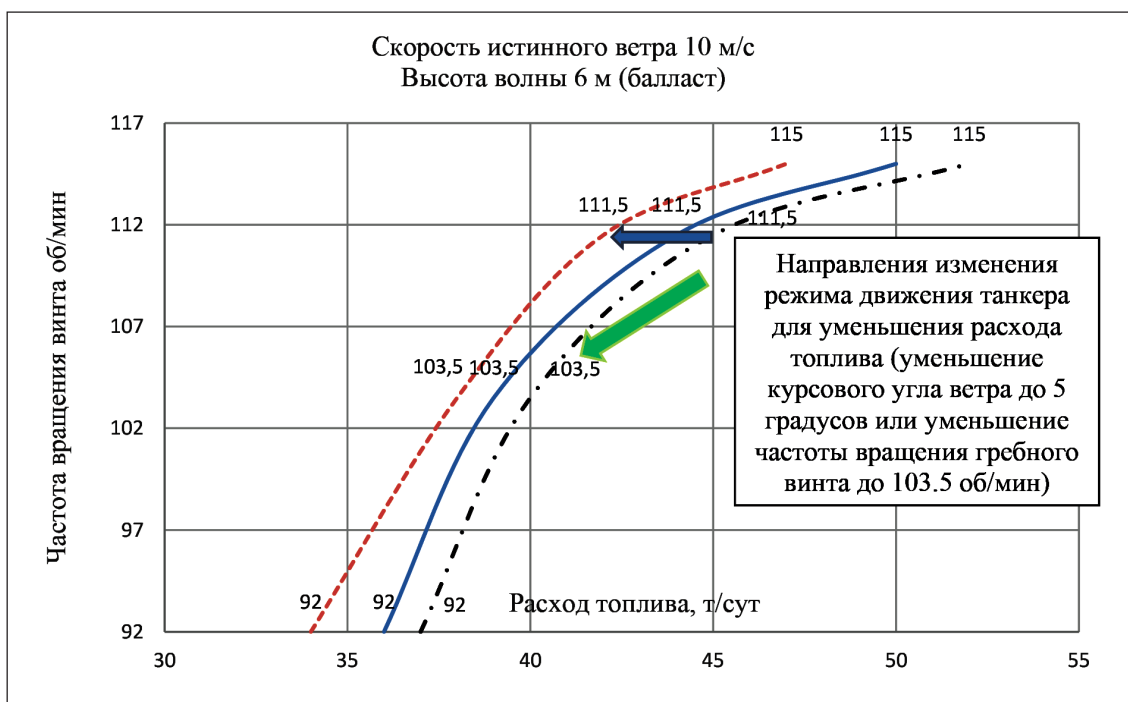


Рис. 3. Использование диаграммы данных предыдущих рейсов на основе обработки информации судовых навигационных и машинных журналов для уменьшения расхода топлива судна в условиях балластного перехода танкера

Условные обозначения:

- — $KУ_{ветра} = 15$;
- — $KУ_{волн} = 15$;
- .-.-. — $KУ_{ветра} = 5$ $KУ_{волн} = 8$

В случае, если танкер совершает переход в грузу, то для решения задачи снижения расхода топлива может быть использована диаграмма, представленная на рис. 4, которая основана на обработке судовых и машинных журналов с историей переходов данного танкера в грузу в сходных с данным рейсом условиях и аналогичным состоянием корпуса судна

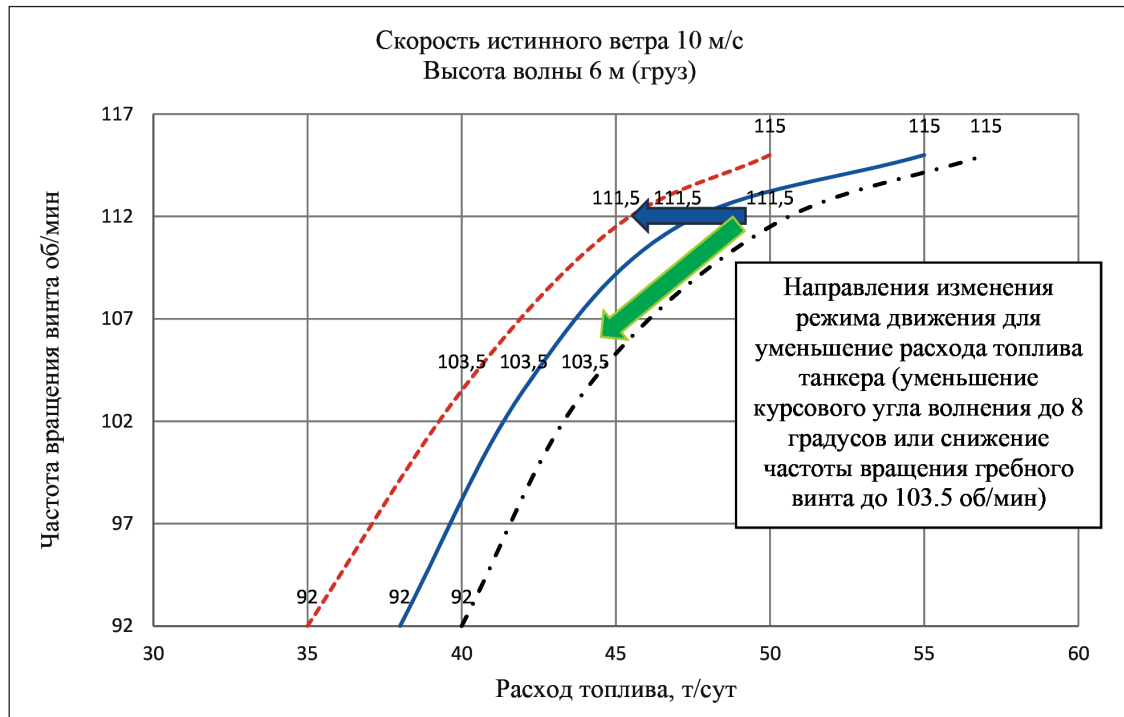


Рис. 4. Использование диаграммы данных предыдущих рейсов на основе обработки информации судовых навигационных и машинных журналов для уменьшения расхода топлива танкера в условиях грузового перехода

Условные обозначения:

- КУ_{ветра} = 15 КУ_{волн} = 25;
- КУ_{волн} = 5 КУ_{волн} = 8;
- .-.- КУ_{ветра} = 25 КУ_{волн} = 45.

Поскольку танкер осуществляет переход в грузу с большой осадкой и водоизмещением, малой площадью парусности, подверженной воздействию ветра, основное повышение расхода топлива происходит за счет сопротивления воды движению танкера и дополнительного влияния морского волнения при плавании в шторм. Снижение расхода топлива танкера может достигаться, прежде всего, за счет изменения курса судна для улучшения курсового угла волнения в условиях шторма.

Как видно, что в рассмотренном ранее случае изменение курсового угла волнения до 8 град. приводит к увеличению скорости данного танкера (см. рис. 2) вместе с одновременным уменьшением его расхода топлива (см. рис. 4). Это обусловлено снижением основных составляющих сопротивления движению танкера и улучшением параметров ходкости данного судна.

Такое сочетание увеличения скорости и снижения расхода топлива при одном и том же курсовом угле волнения дает широкие возможности для оптимизации рейсовых расходов и уменьшения времени рейса в условиях штормового плавания при грузовых и балластных переходах танкеров как на стадии планирования переходов, так и в условиях конкретного штормового плавания.

Результаты (Results)

В настоящей статье предлагается метод увеличения скорости и снижения расхода топлива на танкерах в условиях штормового плавания, основанный на результатах экспериментов и наблюдений, проведенных непосредственно на танкере. Это позволяет в максимальной степени учитывать особенности, опыт эксплуатации конкретного танкера, а также историю изменения параметров его ходкости с течением времени. Помимо проведения специальных экспериментов и наблюдений, которые могут быть разработаны для каждого танкера, большинство данных для решения вышеуказанных задач содержатся в судовых журналах.

Анализ информации навигационных и машинных журналов дает широкую возможность получать данные, которые могут быть использованы для каждого конкретного танкера с учетом всех изменений, которые сопровождают жизнь судна. Своевременная обработка и анализ информации судовых и машинных журналов, а также накопление и анализ данных по конкретному судну позволяют увеличивать скорость и обеспечивать экономию топлива танкера в конкретных условиях штормового плавания, учитывая предыдущий опыт эксплуатации данного судна.

При совершенствовании предлагаемых в настоящей статье методов увеличения скорости и экономии топлива при штормовом плавании они могут быть распространены и на другие типы судов.

Обсуждение (Discussion)

Несмотря на развитие современных технологий и проникновение их практически во все сферы деятельности современного морского судна, включая навигацию, управление, расхождение с другими судами, технологии проектирования и контроля состояния корпуса, многочисленные сферы безопасности и охраны и т. п., способы штормового плавания в современных условиях не получили должного развития. К актуальным аспектам штормового плавания, прежде всего, относятся вопросы увеличения скорости судна и экономии топлива при плавании в шторм. Затраты на топливо составляют основную часть затрат на эксплуатацию судна в рейсе. Поэтому в вопросах улучшения скорости и снижения расхода топлива современного судна в условиях шторма существует большой резерв снижения эксплуатационных расходов. Современные нефтяные танкеры и другие наливные суда представляют наиболее технологичные морские объекты. Для них, в силу особенностей конструкции и назначения, в первую очередь актуальны вопросы повышения показателей скорости и экономии топлива, особенно в условиях штормового плавания.

В работах [1], [2], [7]–[10] рассматривались вопросы улучшения показателей ходкости и улучшения эксплуатационных показателей судна в условиях штормового плавания, а также совершенствования пропульсивных качеств судна. Существенным недостатком большинства указанных методов улучшения параметров ходкости и экономии топлива при штормовом плавании является то, что большинство исследований в этой области были выполнены достаточно давно и они проводились для типов судов, которые сейчас уже практически не эксплуатируются. Это делает предлагаемые расчетные методы и рекомендации, разработанные для судов тех типов, практически непригодными для современных судов. Однако они могут быть использованы для предварительного анализа факторов, оказывающих влияние на скорость и экономию топлива судна при плавании в шторм, и обоснования необходимых экспериментов и наблюдений, которые должны быть проведены на конкретном современном судне.

Полученные в настоящей статье выводы совпадают с данными других авторов о возможности совершенствования способов штормового плавания, включая увеличение скорости и экономии топлива судна в условиях штормового плавания. Результаты настоящей работы могут быть использованы для развития методов увеличения скорости и экономии топлива при плавании в шторм с учетом особенностей и истории эксплуатации конкретного судна.

Выводы

1. Предлагаемый в настоящей статье способ, основанный на результатах экспериментов и наблюдений, проведенных непосредственно на танкере, позволяет решать вопросы увеличения скорости и экономии топлива при штормовом плавании. Он дает возможность в максимальной степени учитывать особенности, опыт эксплуатации конкретного танкера, а также историю изменения параметров его ходкости с течением времени.

2. Имеющиеся данные проведенных ранее научных исследований могут быть использованы для предварительного анализа факторов, влияющих на скорость и экономию топлива судна при плавании в шторм и обоснования необходимых экспериментов и наблюдений, которые должны быть проведены на конкретном современном судне.

3. Анализ информации судовых и машинных журналов дает широкую возможность получения данных, которые могут быть использованы для каждого конкретного танкера с учетом всех изменений, сопровождающих судно в течение всего периода его эксплуатации. Своевременная обработка и анализ информации судовых и машинных журналов, а также накопление и анализ данных по конкретному судну позволяют увеличивать скорость и обеспечить экономию топлива танкера в конкретных условиях штормового плавания, учитывая предыдущий опыт эксплуатации данного судна.

4. При совершенствовании предлагаемых в настоящей статье методов улучшения параметров ходкости и экономии топлива при штормовом плавании они могут быть распространены и на другие типы судов.

5. Результаты настоящей статьи дают широкие возможности для оптимизации рейсовых расходов и уменьшения времени рейса в условиях штормового плавания при грузовых и балластных переходах танкеров как на стадии планирования переходов, так и в условиях штормового плавания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник капитана дальнего плавания / Л. Р. Аксютин [и др.]; под ред. Г. Г. Ермолаева. — М. Транспорт, 1988. — 248 с.
2. *Липис В. Б.* Безопасные режимы штормового плавания: справ.-практ. пособие / В. Б. Липис, Ю. В. Ремез. — М.: Транспорт, 1982. — 117 с.
3. *Ершов А. А.* Совершенствование методов обеспечения безопасности штормового плавания судов / А. А. Ершов, А. В. Теренчук // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. — 2015. — № 3. — С. 7–13.
4. *Ершов А. А.* Безопасность штормового плавания судна / А. А. Ершов, А. В. Теренчук // Научно-технический вестник Поволжья. — 2015. — № 3. — С. 129–131.
5. *Ершов А. А.* Способы автоматизации штормового плавания судна / А. А. Ершов, А. В. Теренчук // Научно-технический вестник Поволжья. — 2015. — № 4. — С. 62–64.
6. *Буклис П. И.* Методы снижения сопротивления движению танкера при балластных переходах / П. И. Буклис // Материалы IX Межвузовской научно-практической конференции аспирантов, студентов и курсантов «Современные тенденции и перспективы развития водного транспорта России» 23 мая 2018 года. — СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С. О. Макарова, 2018. — С. 19–22.
7. *Kato H.* Approximate methods of calculating the period of roll of ships / H. Kato // Journal of Zosen Kiokai. — 1956. — Vol. 1956. — No. 89. — Pp. 59–64. DOI: 10.2534/jjasnaoe1952.1956.89_59.
8. *Newman J. N.* The exciting forces on a moving body in waves / J. N. Newman // Journal of Ship Research. — 1965. — Vol. 9. — No. 3. — Pp. 190–199.
9. Libas — revolutionary purse seine netter // Fishing news international. — August 2004. — Vol. 43. — № 8.
10. *Levander O.* New concept in Ferry Propulsion / O. Levander // Scandinavian Shipping Gazette. — September, 28, 2009.
11. *Ольховик Е. О.* Информационная модель морских транспортных потоков Северного морского пути / Е. О. Ольховик, А. Б. Афонин, А. Л. Тезиков // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2018. — Т. 10. — № 1. — С. 97–105. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-1-97-105.
12. *Афонин А. Б.* Разработка методов оценки проходных глубин на трассах Северного морского пути в зависимости от подробности съемки рельефа дна / А. Б. Афонин, Е. О. Ольховик, А. Л. Тезиков // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2016. — № 4 (38). — С. 62–68. DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-4-62-68.
13. *Afonin A.* Methods development for assessing sea depth on the northern sea route depending on the recording of hydrographical relief details / A. Afonin, A. Tezikov, E. Olhovich // Proceedings of the International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions, POAC. — 2017.
14. *Eguíluz V. M.* A quantitative assessment of Arctic shipping in 2010–2014 / V. M. Eguíluz, J. Fernández-Gracia, X. Irigoien, C. M. Duarte // Scientific reports. — 2016. — Vol. 6. — Pp. 30682. DOI: 10.1038/srep30682.

REFERENCES

1. Aksyutin, L.R., V.M. Bondar', G.G. Ermolaev, et al. *Spravochnik kapitana dal'nego plavaniya*. Edited by G.G. Ermolaev. M. Transport, 1988.
2. Lipis, V.B., and Yu.V. Remez. *Bezopasnye rezhimy shtormovogo plavaniya: spravochno-prakticheskoe posobie*. M.: Transport, 1982.
3. Ershov, Andrey Aleksandrovich, and Alexander Vladimirovich Terenchuk. "Improvement of the methods of ensuring safety of storm navigation of the ships." *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine Engineering and Technologies* 3 (2015): 7–13.
4. Ershov, A.A., and A.V. Terenchuk. "Safety of storm navigation of the vessels." *Scientific and Technical Volga region Bulletin* 3 (2015): 129–131.
5. Ershov, A.A., and A.V. Terenchuk. "Ways to automate storm navigation of the vessel." *Scientific and Technical Volga region Bulletin* 4 (2015): 62–64.
6. Buklis, P.I. "Metody snizheniya soprotivleniya dvizheniyu tankera pri ballastnykh perekhodakh." *Materialy IX mezhdvuzovskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii aspirantov, studentov i kursantov «Sovremennye ten-dentsii i perspektivy razvitiya vodnogo transporta Rossii» 23 maya 2018 goda*. SPb.: Izd-vo GUMRF im. adm. S.O. Makarova, 2018. 19–22.
7. Kato, Hiroshi. "Approximate methods of calculating the period of roll of ships." *Journal of Zosen Kiokai* 1956.89 (1956): 59–64. DOI: 10.2534/jjasnaoe1952.1956.89_59.
8. Newman, J. N. "The exciting forces on a moving body in waves." *Journal of Ship Research* 9.3 (1965): 190–199.
9. "Libas – revolutionary purse seine netter." *Fishing news international* 43.8 (2004).
10. Levander, O. "New concept in Ferry Propulsion." *Scandinavian Shipping Gazette* September, 28, 2009.
11. Olhovik, Evgeniy O., Andrej B. Afonin, and Aleksandr L. Tezikov. "Information model of maritime transport flows of the North sea route." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 10.1 (2018): 97–105. DOI: 10.21821/2309-5180-2018-10-1-97-105.
12. Afonin, Andrej Borisovich, Evgenij Olegovich Ol'hovik, and Aleksandr L'vovich Tezikov. "Development of the assessment methods of anadromous depths on the northern sea route depending on the detail of survey of the bottom relief." *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta morskogo i rechnogo flota imeni admirala S. O. Makarova* 4(38) (2016): 62–68. DOI: 10.21821/2309-5180-2016-8-4-62-68.
13. Afonin, A., A. Tezikov, and E. Olhovik. "Methods development for assessing sea depth on the northern sea route depending on the recording of hydrographical relief details." *Proceedings of the International Conference on Port and Ocean Engineering under Arctic Conditions, POAC*. 2017.
14. Eguíluz ,V.M., J. Fernández-Gracia, X. Irigoien, and C.M. Duarte. "A quantitative assessment of Arctic shipping in 2010-2014." *Scientific reports* 6 (2016): 30682. DOI: 10.1038/srep30682.

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
Буклис Петр Игоревич — аспирант
Научный руководитель:
 Развозов Сергей Юрьевич
 ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала
 С. О. Макарова»
 198035, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
 ул. Двинская, 5/7
 e-mail: petyunyaaa@mail.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
Buklis, Peter I. — Postgraduate
Supervisor:
 Razvozov, Sergey Yu.
 Admiral Makarov State University of Maritime
 and Inland Shipping
 5/7 Dvinskaya Str., St. Petersburg 198035,
 Russian Federation
 e-mail: petyunyaaa@mail.ru

Статья поступила в редакцию 19 сентября 2018 г.
 Received: September 19, 2018.