

Задача повышения мореходности судов обеспечения буровых платформ

А.Я. Добрынин, Б.А. Царев¹

Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

В статье рассмотрены вопросы обеспечения мореходности для судов, которые обеспечивают работу платформ для добычи нефти и газа. Показано значение вопросов повышения мореходности в обеспечении технической эффективности. В условиях Дальнего Востока необходимо также учитывать возможность работы таких судов при движении во льдах и при обледенении надстроек и рубок судна.

Ключевые слова: проектирование судов, мореходность, суда снабжения

The task of raising supply vessels seaworthiness. *Artyom Y. Dobrynin, Boris A. Tsarev, Saint-Petersburg state marine technical university.*

This article considers the issues of seaworthiness for supply vessels. It is shown the value of how to increase navigability in providing technical efficiency. In the Far East, it should be considered the possibility of work such vessels in ice conditions and ice accretion on superstructures and deckhouses of vessel

Keywords: ship design, seaworthiness, supply vessels.

Введение

В составе комплексов, связанных с разведкой и бурением нефтяных и газовых месторождений актуальные задачи решает группа судов обеспечения буровых платформ. К таким комплексам необходимо подвозить материалы и оборудование, обеспечивать их удержание на месте бурения, безопасность при авариях и общее поддержание уровня безопасности человека на море [1]. Основная часть таких комплексов будет размещаться в районах Дальнего Востока и Арктического шельфа, поэтому для судов обеспечения наряду с повышенным уровнем мореходности необходимо планировать соответствующий ледовый класс.

Для повышения уровня проектных характеристик судов обеспечения буровых платформ, связанных с обеспечением их мореходности, необходимо, в первую очередь, провести методический анализ вопросов взаимосвязи таких проектных характеристик. Такой анализ надо провести как внутри каждой подгруппы судов обеспечения, так и между подгруппами. В качестве доминантного типа судна следует принять обеспечивающее судно транспортно-платформного типа, предназначенное для доставки на буровые установки труб, а также других твердых и жидких обеспечивающих материалов. Разработан-

¹ *Добрынин Артем Яковлевич, аспирант; Царев Борис Абрамович, профессор кафедры проектирования судов Санкт-Петербургского государственного морского технического университета, доктор технических наук.*



ная для такого судна оптимизационная методика обоснования уровня мореходности станет базовой, а проектное обоснование подтипов судов обеспечения может быть построено за счет добавления проектных модулей, учитывающих конкретные эксплуатационные особенности.

При обеспечении мореходности большое значение имеет применение опыта, накопленного в парусном судоходстве. В то же время этот опыт недостаточно систематизирован применительно к современным проектным задачам, в том числе при желании использовать на судах вспомогательные паруса или новые разновидности ветроустройств – роторы и ветропропеллеры [2].

Уровень мореходности для рассматриваемых судов в наибольшей степени определяется условиями продольной качки и связанными с ней заливаемостью носовой части судна, нарушением работы гребного винта, ухудшением условий обитаемости экипажа [3]. Это обусловлено преимущественно носовым положением рулевой рубки и всех помещений, отведенных для размещения экипажа. Поэтому не случайно появление предложений об изменении формы носовой части корпуса не только в подводной, но и в надводной части.

При обеспечении мореходности из проектных характеристик наибольшее значение имеет форма корпуса, соответствующая малым значениям коэффициента общей полноты, и наличие килеватости, при которой коэффициент полноты погруженной части мидель-шпангоута имеет меньшие величины, чем у типичных грузовых судов. Высота безопасно преодолеваемых волн находится в существенной зависимости от длины судна, а также от высоты надводного борта в носовой части судна.

Проектные характеристики судов обеспечения буровых платформ

Для обеспечения работы буровых платформ, добывающих нефть и газ, сложился комплекс судов, в состав которого входит большая группа судов относительно нового типа, потребность в которых возникла лишь при освоении шельфовых зон. Первым из них является обеспечивающее судно транспортного типа, курсирующее между береговой базой и группой буровых установок. Отдельно может быть выделено судно пассажирского типа, предназначенное для доставки людей на вахты и с вахт.

В литературе многими специалистами высказывается мнение о целесообразности заменять такое судно вертолетами, учитывая сложные навигационные и погодные условия. Возможной альтернативой является также судно на воздушной подушке, если будут обеспечены благоприятные условия для выхода такого судна на сплошное ледовое поле через обломки льдин и торосов. Как видно, этот вопрос заслуживает самостоятельного исследования. Дискуссионным является обсуждаемый далее тезис о более широком применении на вспомогательных судах ветроустройств [4, 5].

Наиболее часто группу судов обеспечения делят на такие функциональные подгруппы:



Суда снабжения (*Platform Supply Vessel, PSV*) – суда обеспечения нефтяных платформ материалами и оборудованием. Длина судов колеблется от 55 до 100 метров. Такие суда используются для снабжения платформ водой и топливом, для перевозки рефрижераторных контейнеров, различных смазочных материалов и химикатов, сыпучих и жидких грузов, необходимых для обеспечения нефтяных платформ, а также для транспортировки экипажей, эвакуации людей, сбора загрязненных нефтепродуктами вод.

Буксирные суда для заправки якорей (*Anchor-handling Tug / Supply* – буксир для работы с якорями) предназначены для заправки, «подрыва» и перекладки рабочих якорей буровых установок, буксировки морских сооружений, буровых платформ, а также для изменения траектории дрейфа льдин и айсбергов, окалывания стационарных буровых платформ по периметру ото льда.

Многоцелевые суда (*Multi Role Service / Support Vessels*) – универсальные суда обеспечения, предназначенные для решения многообразных задач: для обслуживания платформ, для проведения подводных строительно-монтажных работ с использованием специализированных кранов и дистанционно управляемых **подводных глубоководных аппаратов (*Remotely Operated Vehicle*)**. Ими также может обеспечиваться наблюдение за ледовой обстановкой, разведка, изменение траектории дрейфа крупных льдин, угрожающих установке.

Аварийно-спасательные суда (*Standby Safety Vessel*) – данный вид судов предназначен для постоянного дежурства вблизи морских буровых сооружений, обеспечивает безопасность морских операций, участвует в ликвидации пожаров.

При сопоставлении задач судов этих подгрупп можно видеть, что практикой уже поставлен вопрос применения либо универсальных судов, либо трёх специализированных подтипов. Универсальный вариант лучше при малом удалении буровых установок от берега или при их малом числе. В случае же комплекса, состоящего из многих установок, раскиданных по большой акватории, может быть выгодно применение специализированных судов. Можно также видеть, что мореходность универсального судна всегда будет несколько выше из-за более значительных размеров и масс. В варианте специализации вопрос об анализе уровня мореходности более актуален, при этом наивысшим уровнем мореходности должны обладать спасательные суда. Решение вопроса может быть получено способами внешней задачи теории проектирования судов.

По многим параметрам функциональные особенности судов обеспечения и меры по обеспечению их мореходности имеют немало общего с рыболовными судами [6].

Особенности архитектуры и оборудования

Для судов обеспечения характерны высокий бак и заметно сдвинутая в нос надстройка (у большинства самых современных судов бак плавно переходит в надстройку). В корме имеется свободная грузовая палуба и срезанная транцевая корма. Эта плоская палуба занимает основную часть длины судна.



1

Рис. 1. Схема судна обеспечения. От носа к корме выделены в качестве условно видимых элементов: поперечно расположенные трубы подруливающих устройств, механизмы в машинном отделении, цистерны для сыпучих и жидких материалов под грузовой палубой; линии валопроводов от двигателей к винтам, редукторы, гребные винты и рули.

Имеется леерное ограждение и фальшборт для ограничения перемещения грузов, перевозимых на палубе. У большинства судов вся грузовая палуба покрыта деревянным настилом, это связано с тем, что на палубе постоянно работают люди, а также для восприятия ударных нагрузок.

Машинное отделение смещено от миделя в нос, а парные дымовые трубы, как правило, совмещены с надстройкой. Под главной палубой расположены цистерны и бункеры для сыпучих грузов. Такая архитектурная форма обеспечивает безопасную и надежную швартовку судов обеспечения кормой к морским буровым установкам, удобное проведение погрузочно-разгрузочных работ, а также возможность проведения буксировочных операций. Как видно из рисунка 1, в структуре судна обеспечения разные роли играют носовая и кормовая части. В первой размещается экипаж и средства управления судном, находится большая часть энергетического оборудования. С точки зрения мореходности, она подвержена наибольшему воздействию волн. Кормовая и центральная часть корпуса предназначена для грузов. Её верхний район представляет собой прямоугольную грузовую площадку, а в нижнем районе преобладают сравнительно мелкие цистерны.

Палубный груз, перевозимый судами обеспечения (PSV), представляет собой чаще всего длинномерные трубы, различное оборудование, контейнеры. У современных судов обеспечения масса палубного груза составляет в среднем **60%** от массы дедвейта. Основной груз – это трубы (обсадные, бурильные, оболочечные колонны – рейзеры). Их размеры меняются в интервале **6–23 м**; диаметр **0,14–0,63 м**. Размер грузовой палубы должен быть кратен длине труб. С точки зрения требований прочности, конструкция палубы должна воспринимать вертикальную нагрузку **5 т/м²**, а в отдельных частях (ближе к баку для тяжёлых грузов) **10 т/м²**. Для носовой части судна при проверке прочности главную роль играют нагрузки от волн, включая случай слеминга.



Концепция обеспечения мореходности

Многие специалисты понимают термин «мореходность» в двух смыслах – широком и специализированном. В широком смысле подразумевается обеспечение всех «мореходных качеств», рассматриваемых в научной специальности «Теория корабля»: плавучести, остойчивости, непотопляемости, ходкости, управляемости и плавности качки. При специализированном подходе в понятие «мореходность» включают в качестве основы «плавность качки», добавляя те вопросы плавучести, остойчивости и ходкости (а также прочности), которые «усугубляются» на взволнованном море.

В вопросах плавучести учитываются, например, обеспечение водопроницаемости, роль надстроек и надводного борта; в вопросах остойчивости – роль качки при анализе диаграмм остойчивости, влияние попутной волны; в вопросах ходкости – сохранение на волнении скорости, возможно более близкой к исходной, а также рекомендации по форме корпуса. С позиций прочности необходимо усиливать конструкции в носовой части, подвергающейся слемингу и усиленным ударам волн. Всю совокупность подобных вопросов можно объединить понятием «штормовая мореходность» [7, 12].

На волнении обостряются проблемы управляемости и непотопляемости, поэтому второй подход всё более сближается с первым. Поэтому при анализе мореходности второй подход, в принципе, более логичен, но еще правильнее выделить «штормовую мореходность» в самостоятельный раздел кораблестроительной науки. Применительно к судам обеспечения буровых платформ при анализе мореходности целесообразно рассмотреть, например, следующие положения:

1. Условие минимальной длины, обеспечивающей требуемую мореходность:

$$L/\lambda_{\epsilon} \geq \left[L/\lambda_{\epsilon} \right]. \quad (1)$$

Здесь L – длина судна по КВЛ; λ_{ϵ} – средняя длина волны в заданном регионе патрулирования; в квадратных скобках – рекомендуемая величина.

2. Условие обеспечения комплексной безопасности можно представить в виде совокупности показателей для факторов, связанных как с безаварийной эксплуатацией судна, так и с проблемными вопросами обеспечения штормовой мореходности:

$$[a] < a = \left(\sum_{n=1}^{n(a)} a_i \times \alpha_i \right) \prod_{i=1}^{n_{\epsilon}} b_i. \quad (2)$$

Здесь $[a]$ – показатель допустимого уровня безопасности (вводится экспертным путём на основе прототипа, характеристики которого признаны приемлемыми в эксплуатации, и сопоставляется с фактическим); a_i – долевой коэффициент, показатель относительной важности данной составной части в общей их совокупности; α_i – характеристика одного из конкретных



свойств, обеспечивающих безопасность и живучесть судна; b_i – контрольный фактор выполнения требований по данному виду и фактору безопасности. Оцениваемыми характеристиками будут, например: a_1 – компоновочно-конструктивные характеристики обеспечения непотопляемости; a_2 – характеристики, связанные с пожаробезопасностью и эвакуацией; a_3 – характеристики общей готовности судна.

3. Условие противодействия дрейфу в качестве одного из условий управляемости в штормовых условиях. Первоначальная оценка может быть сделана на основе вычисления коэффициента ветробойности:

$$K_g = \frac{S_{II}}{L \times T} \leq [K_g] \quad (3)$$

Здесь K_g – коэффициент ветробойности; S_{II} – площадь парусности.

4. Благоприятность бортовой качки. Проверяется условие выхода из области резонанса:

$$\tau_c > 1,25 \tau_g \quad (4)$$

$$\text{Развёрнутое выражение формулы (4): } \frac{0,8B}{\sqrt{h_{мет}}} > 1,25 \times 0,8 \sqrt{\lambda_g} \quad (4a)$$

Здесь τ_c – период собственных колебаний; τ_g – период волны; $h_{мет.}$ – метацентрическая высота; λ_g – длина волны; 1,25 – коэффициент запаса по отношению к резонансу.

Помимо зависимостей (1)...(4a) при анализе условий мореходности целесообразно рассмотреть взаимосвязь скорости на волнении от запаса мощности, совокупность требований к значению метацентрической высоты, проблему выбора высоты борта в носовой части судна от условий продольной качки, от наличия буруна первой ходовой волны и от регламентации по Правилам о грузовой марке, а также от требований непотопляемости.

Требования, учитываемые в проектной модели обеспечивающего судна

Проектная модель может быть создана на основе типовой модели, пример которой показан на рис. 2. Наиболее важен п. 2.1, трактующий понятие о доминантных подсистемах. При высоком уровне доминирования может потребоваться и изменение последовательности блоков модели. Как признаки доминирования, так и необходимость корректировки блоков могут быть выявлены при анализе функциональных требований.

К основным требованиям, предъявляемым к судам обеспечения, относятся такие:

- характеристики этих судов должны позволять обеспечивать эксплуатацию на большом удалении от берега в суровых штормовых и ледовых условиях; при этом вопросы обеспечения мореходности становятся доминантными [3,7];

- мощность должна соответствовать задаче достижения скорости хода не менее 14–18 узл; на волнении падение скорости не должно превышать 40%;

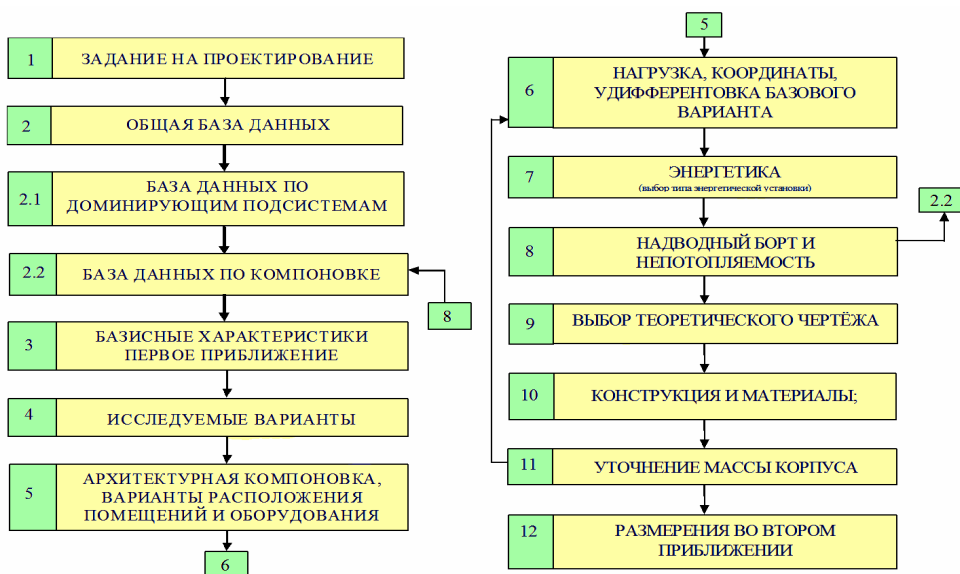


Рис. 2. Типовая блок-схема для технико-экономического обоснования проектных характеристик судна

- тяга на гаке должна быть такой, чтобы обеспечивать буксировку плавучих сооружений водоизмещением свыше **10** тыс. т со скоростью не менее **3–5** узл; при этом должна быть проверена остойчивость при рывке буксирного троса в ситуации, когда на волне буксирное судно попадает в положение бортом в направлении буксируемого судна; много внимания придётся уделять вопросам остойчивости и при применении ветроустройств [8];

- необходим хороший обзор из рулевой рубки;

- требуется повышенная манёвренность при подходе к буровым установкам и при буксировке нескольких судов, поворотливость и минимальный радиус циркуляции;

- как для судна, часто швартуемого к нефтяным объектам в море, – необходимо предусмотреть установку усиленных стальных привальных брусев;

- нужна высокая производительность работ по выгрузке жидких и сыпучих грузов на буровые установки;

- вместимость и остойчивость должны быть проверены на обеспечение перевозки на палубе длинномерных грузов (труб), оборудования и контейнеров;

- следует применять продольную систему набора для верхней палубы с целью лучшего восприятия местных нагрузок, при этом удельная нагрузка на палубу должна составлять не менее **4–5** т/м², палуба должна иметь высокий прочный фальшборт, в конструкции которого предусматриваются усиленные контрфорсы (стойки), необходимые для размещения и крепления труб;

- любое из обеспечивающих судов должно быть оборудовано устройствами по предотвращению загрязнений нефтью, сточными водами, мусором и для нейтрализации и очистки судовых выхлопных газов.



Для проектного анализа при решении рассмотренных задач необходимо использовать основные уравнения проектного исследования судов обеспечения. Их состав и порядок применения может быть в принципе отображен блок-схемой, аналогичной рис. 2, но иногда достаточно и их представление в виде комментированного перечня. Положения такого перечня формируются из числа вопросов, рассмотренных выше. Особо должен быть проанализирован вопрос о критериях и показателях уровня мореходности [9]. При проектировании судна обеспечения необходимо как можно полнее разработать круг вопросов, связанных с особенностями функционирования такого судна.

Для формирования проектной модели был произведен детальный анализ базы данных для ряда современных судов обеспечения. В эффективной базе данных суда-представители должны различаться главными размерениями, так как по диапазону реально меняющихся длин возникают дискретные изменения компоновки. В зависимости от района применения, например, для судов северных районов эксплуатации, характерны следующие характеристики: отношение длины к ширине $L/B = 3,9-4,6$; ширины к осадке $B/T = 2,5-3$; высоты корпуса к осадке $H/T = 1,2-1,4$; интервал произведения ширины на осадку $B \cdot T = 70-145$. Коэффициент утилизации полной массы по дедвейту: $\eta_{DW} = 0,5-0,6$; величина дедвейта $D_w = 1600-5000$ т; масса палубного груза $500-3100$ т; площадь грузовой палубы $S = 390-1100$ м².

Так как в имеющейся информации общее число типов судов обеспечения не очень велико, то по всем параметрам желательно привлекать данные по смежным типам судов и использовать ранее накопленный опыт [10, 11]. **Возможности применения на судах обеспечения ветроустройств нового типа**

Суда обеспечения по характеру своей работы имеют в различное время неодинаковую напряженность использования. Особенно это касается спасательных судов и завозчиков якорей. После выполнения основных задач они длительное время могут находиться в режиме ожидания.

Создавая такие суда по новым проектам, можно заметно повысить их эффективность, если исходить из оптимизационных методик. Сходные условия характерны и для других вспомогательных судов. В данном случае подразумеваются такие суда, которые целиком предназначены для обеспечения работы других судов или для создания общей благоприятной обстановки на акваториях. Примером таких судов могут служить суда для охраны экономических зон, бункеровщики, суда для очистки акваторий от разливов нефти, лоцманские и водолазные суда. С позиции анализа и решения задач, обсуждаемых в данной статье, наибольшее значение имеют вопросы.

Для судов с ветроустройствами методическая база недостаточно развита. Это связано и с той причиной, что многие специалисты считают их создание делом далекого будущего. Между тем темпы истощения топливных ресурсов настолько высоки, что дальнейшее промедление с созданием методик проектирования ветроходных судов уже недопустимо. Психологическая трудность в данном вопросе состоит также в том, что обилие литературы по судам с ветроустройствами создает ощущение благополучия в этой



области. На самом же деле значительная часть информации либо носит глубоко описательный характер, либо посвящена узким вопросам, не связанным единым подходом. Одним из актуальных вопросов является обсуждение возможности для части вспомогательных судов применить комбинированные схемы энергообеспечения: в ответственные моменты использовать двигатели, действующие на топливе или от аккумуляторов, а часть времени эксплуатации (когда величина скорости может быть умеренной) – использовать ветроустройства.

Проектные особенности ветроторных и ветропропеллерных судов

Под ветроторными судами будут пониматься такие суда, у которых над палубой и надстройками возвышаются вращающиеся цилиндры из легких материалов. Их количество составляет от одного до четырех, высота соизмерима с половиной длины судна, а диаметр составляет 12 – 15 % от высоты. Роторы приводятся во вращение маломощными электромоторами. При определенных скоростях и направлениях вращения от взаимодействия с ветром может возникнуть сила, проекция которой на диаметральную плоскость судна достаточна для приведения роторного судна в движение.

Под ветропропеллерными судами подразумеваются суда с воздушными пропеллерами, направленными навстречу потоку ветра (с помощью флюгерных устройств) и вращаемыми ветром в меру его силы и скорости. Диаметр пропеллеров составляет от 5 до 15 м, число может составлять от одного до пяти, конструкция лопастей сходна с вертолетными. Для размещения горизонтальных гондол, по оси которых размещены валы пропеллеров, устраиваются ферменные мачтовые конструкции, возвышающиеся над палубами и надстройками на высоту 8–12 м. В верхних гондолах и в корпусе пропеллерного судна имеются двойные конические передачи. С их помощью вращение ветропропеллеров сперва передается на вертикальные валы по оси мачт, а затем на горизонтальные валы обычного типа в корпусе и на гребные винты. К этим же валам могут подключаться обычные двигатели и электрогенераторные устройства.

Роторные и пропеллерные ветросуда пока что «живут» в основном на страницах публикаций, а на морях и океанах можно видеть лишь эпизодическое использование обсуждаемых судов. Не стоит перечислять все негативные обстоятельства, тормозящие прогресс в рассматриваемой области. Но надо попытаться преодолеть хотя бы главный из негативных факторов: отсутствие полноценной проектной методики. Есть много статей по отдельным сторонам проблемы, но нет единой методической схемы, позволяющей создавать полноценные ветросуда.

Важный вопрос: по какому назначению и для каких условий эксплуатации целесообразно их применение? Очевидно, что ветросуда должны иметь возможность ходить под обычным двигателем в те периоды, когда ветра «слишком мало» или «слишком много». В службе ветросудов должны быть периоды, когда величина достигаемой скорости не имеет особого зна-



чения. Это – режим дежурства или проведения стационарных исследований, когда главное – быть в заданном районе. Следовательно, объектом значительного по времени применения ветроустройств вполне могут быть суда по охране экономических зон, спасательные и исследовательские суда, перегрузочные и ремонтные станции. Ветроустройства должны использоваться не столько для движения, сколько для накопления ветровой энергии. Поэтому необходимо предусмотреть значительное количество аккумуляторов, электрогенераторов и электромоторов.

Поскольку масса аккумуляторов может составить значительную долю в полной массе судна, такое судно не должно быть типично «грузовым». Оно могло бы решать те вспомогательные задачи, часть которых уже упоминалась. Вполне уместно также считать аккумуляторы «полезной» нагрузкой, законной частью дедвейта. Доля массы чистой полезной грузоподъемности может быть умеренной. Таким условиям отвечают, между прочим, и прогулочные суда, пассажирам которых смена условий движения может принести дополнительные развлечения. Как раз у роторных и пропеллерных ветросудов отсутствует крен, который мог бы вызвать беспокойство пассажиров на парусных судах классического типа.

1

Перечень проектных вопросов по роторным и пропеллерным ветросудам

Для обоснования проектных характеристик судов с ветроустройствами, соответствующих рассмотренной выше функциональной ситуации, должны быть рассмотрены такие методические вопросы:

1) формулирование баланса полезной нагрузки с включением достаточного количества топлива для обеспечения режимов движения под обычными двигателями;

2) формулирование баланса энергоустройств, включая мощность двигателей, характеристики ветроустройств (роторов, пропеллеров, вспомогательных парусов, в том числе жесткого типа), характеристики аккумуляторов, электрогенераторов, электромоторов; проверка ходкости в разных режимах;

3) компоновка судна и баланс объемов, начиная с верхних пространств, отводимых для размещения ветроустройств и с учетом объемов помещений, связанных с основной функцией;

4) определение размерений судна на основе балансов объемов и масс, проектирование теоретического чертежа, основных конструктивных схем, проверка обеспечения непотопляемости;

5) уточнение масс и размерений на основе баланса энергоустройств и с учетом оценок прочности, а также по результатам детализации помещений и оборудования;

6) проверка устойчивости и обеспеченности спасательными средствами, уточнение комплектации экипажа;

7) разработка технологии, определение трудоемкости постройки, экономические расчеты.



Схема применения методики для проектного анализа

Здесь рассматриваются только такие вспомогательные суда, рабочие задачи которых совместимы с применением ветроустройств хотя бы для части срока их службы. В предыдущем подразделе были рассмотрены технические вопросы, непосредственно связанные с использованием энергии ветра. С точки зрения рационального функционального использования можно для примера обсудить схему работы спасательного судна с комбинированной схемой движения. В большинстве случаев применение ветроустройств планируется только для режима ожидания.

С того момента, когда спасательное судно приступает к участию в спасательной операции и ему с помощью обычных двигателей (как правило – по схеме электродвижения) обеспечивается высокая скорость, оно должно рассматриваться как обычное скоростное судно. Следовательно, при выборе формы корпуса проектантам надо ориентироваться на соответствующее число Фруда. Часть плавниковых и швертовых устройств может быть убрана для уменьшения смоченной поверхности. Роторы и мачты пропеллеров могут быть трансформированы в сторону уменьшения их парусности и понижения центра масс. Аккумуляторные устройства из режима зарядки должны быть переведены в режим пополнения энергобаланса. Соответственно должен рассчитываться запас топлива (с ориентацией на реальные дальности в районе обслуживания).

Таким образом, проектная концепция состоит в том, чтобы сперва спроектировать судно, полноценное по основному назначению, но имеющее возможность экономить топливо в режиме ожидания и ориентированное на то, что в его «дедвейт» условно включена достаточная масса ветроустройств и аккумуляторов. Этим обеспечивается бросок к потенциально аварийному судну не от береговой базы, а из района действительного сосредоточения работающих судов. Такой подход особенно перспективен при планировании спасания рыболовных судов и плавучих буровых установок.

Заключение

Суда обеспечения рассмотренных функциональных групп имеют значительные транспортные возможности, поэтому основой их методики могут быть рекомендации, изложенные в общей теории проектирования судов. Однако при численной реализации проектной модели большую пользу принесут выводы, изложенные применительно к базе данных судов обеспечения. Важен также подбор прототипов, показавших свою техническую и экономическую эффективность. Завершая рассмотрение судов обеспечения, следует отметить возможность быстрой трансформации этих судов (благодаря наличию обширной грузовой палубы) в суда технологического назначения, предназначенные для выполнения комплекса работ по цементированию нефтяных скважин, по интенсификации добычи нефти и повышению отдачи месторождений по нефти.



Рассмотренные выше методические положения позволяют практически решить задачи применения энергии ветра для обеспечения работы судов вспомогательного назначения. При сформулированных подходах функциональные возможности судов расширяются, и снимается ряд факторов, тормозящих применение судов с ветроустройствами.

Литература

1. *Александров М. Н.* Безопасность человека на море. – Л.: Судостроение, 1983.
2. *Бернгардт Р. П., Агаширинова В. Ю.* Режимы движения корабля, имеющего винтовую ветродвигательную установку // Тезисы трудов конференции «Единение науки и практики». – СПб.: НТО судостроителей им. акад. А. Н. Крылова, 2010. – С. 63–64.
3. *Бородай И. К., Нецветаев Ю. А.* Мореходность судов. – Л.: Судостроение, 1982.
4. *Добрынин А. Я., Кутенев А. А., Царев Б. А.* Возможности применения ветроустройств в предельных ветроволновых условиях // Мореходство и морские науки-2011 / Под ред. В. Н. Храмушина. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2011. – С.56–63.
5. *Крючков Ю. С., Перестюк И. Е.* Крылья океана. – Л.: Судостроение, 1983.
6. *Лвин Аунг Соз, Царев Б. А., Часовников Н. Ю.* Пути повышения мореходности рыболовных судов // Мореходство и морские науки-2011 / Под ред. В. Н. Храмушина. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2011. – С. 44–55.
7. *Литис В. Б., Ремез Н. В.* Безопасные режимы штормового плавания судов. – М.: Трансаорт, 1982.
8. *Мартюков П. П., Хрущев Д. А., Царев Б. А.* Обоснование рациональных проектных характеристик судов с ветроустройствами // Тезисы трудов конференции «Единение науки и практики». – СПб.: НТО судостроителей им. акад. А.Н. Крылова, 2010. – С. 19.
9. *Разуваев В. Н., Царев Б. А.* К понятию уровня мореходности для судов с динамическим поддержанием // Труды Николаевского кораблестроительного института. – Вып. 166. – 1980. – С. 29–33.
10. *Суров О. Э., Карнов П. П.* Оптимизация формы корпуса судна с учетом качки и прочности на волнении // Тезисы трудов конференции «Единение науки и практики». – СПб.: НТО судостроителей им. акад. А.Н. Крылова, 2010. – С. 20.
11. *Храмушин В. Н.* Концептуальные проекты рыболовных, спасательных и патрульных судов для Сахалина и Курильских островов // Мореходство и морские науки – 2011 / Под ред. В.Н. Храмушина. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2011. – С. 64–81.
12. *Храмушин В. Н.* Поисковые исследования штормовой мореходности корабля. Lambert Academic Publishing, Germany, 2011. – 288 с.
13. *Царев Б. А.* Проектный анализ проблемы навигационной безопасности // Труды ЛКИ: Проектирование морских судов. –Л., 1988. – С. 36–41.
14. *Царев Б. А.* Задача оптимизации проектных характеристик транспортных судов с ветроэнергетическими установками // Труды НКИ: Исследования, проектирование и постройка парусных судов. – Николаев, 1982. – С. 69–73.
15. *Царев Б. А.* Проектирование экологически чистых и энергосберегающих судов. – Л.: ЛКИ, 1987.