

Концептуальные проекты рыболовных, спасательных и патрульных судов для Сахалина и Курильских островов

*В. Н. Храмушин*¹

Эффективность морских коммуникаций и океанского рыболовства в северных широтах Тихого океана обеспечивается целевым проектированием океанских судов, специально оптимизированных для сложных условий работы в штормовых и ледовых условиях дальневосточных морей России. Концепция непротиворечивого проектирования оперирует инженерными подходами к оптимизации обводов, формы корпуса и общекорабельной архитектуры всепогодного судна, способного к активному использованию палубных устройств и высокотехнологичного бортового оборудования в условиях штормовой качки и холодных ветров северных морей.

Ключевые слова: мореходность, штормовые и ледовые условия, проектирование

Fishing, salvage and patrol ships for complex, storm and ice navigations in Sakhalin and Kurile islands. *Vasily Khramushin, Sakhalin State University, Subdivision of the Krylov Shipbuilders Society for studying of ship seakeeping on a heave sea.*

Effectiveness of maritime lines and ocean fisheries in the North Pacific will provide by target designing ocean-going vessels, which especially optimizing for navigation in stormy and icy conditions of the Far Eastern seas of Russia. The concept of a consistent designing are operates by engineering approaches for optimize the lines, the hull form and general ship architecture of all-weather vessel, capable to active use of deck devices and high technology board equipment in sailing on a storm rolling and thru cold winds of the northern seas.

Условия мореплавания в северо-западной части Тихого океана, в дальневосточных морях России не позволяют эффективно использовать флот тихой погоды и прибрежного плавания, широко представленного в зарубежных морских акваториях умеренных широт. Концептуальные положения непротиворечивого проектирования корабля, устанавливающие механику слаженного диалога корабля со штормовым морем в конкретных навигационных условиях, в хорошей морской практике связываются аксиомой технической эстетики об отсутствии лишнего на красивом корабле.

Дальние океанские переходы между районами рыбных промыслов и незащищенными сахалино-курильскими портопунктами изобилуют штормовыми ветрами, с подвижными льдами и нередким обледенением палубных устройств и надстроек в холодные сезоны года. Все классы рыбопромыслового и

¹ *Храмушин Василий Николаевич* – руководитель подсекции мореходных качеств судов в штормовых условиях Российского научно-технического общества судостроителей им. А. Н. Крылова, кандидат технических наук.

вспомогательного флота должны проектироваться с учетом фактического отсутствия надежных портов-убежищ на Сахалине и Курильских островах, что требует от экипажей постоянной готовности к выходу из портовых гаваней для неизбежной встречи всех ураганов в открытом море на глубокой воде вдали от берега.

В отличие от линейного транспортного и пассажирского флотов, в проектировании рыбопромысловых, спасательных и гидрографических судов важнейшими становятся требования эффективной и безопасной работы палубной команды, использования судовых устройств и механизмов в любых погодных условиях, когда исходные мореходные качества и опыт штормового судовождения определяют предназначение судна, и – гарантируют безопасность для его экипажа. Безусловно, повышенные требования относятся к образовательному и плавательному цензу экипажей судов, их опыту морской практики, на котором, в свою очередь, должны основываться ключевые проектные решения для всех новых судов, и в последствии методы достижения наивысшей эффективности морских промысловых работ, спасательных операций или наблюдений за обстановкой на море в навигационных условиях дальневосточных морей России: с ветрами более 30 м/с; крупными прогрессивными волнами высотой более 10 м и крутизной фронта до 30°, с периодом 6–8 с в Охотском и Японском морях, и до 15 с – в Тихом океане; а также регулярным проявлением стоячих девятых валов с крутизной гребня более 45°. Морские коммуникации вблизи Сахалина и Курильских островов не отличаются достаточностью обустроенных портов-убежищ, отчего на рыбных промыслах и в каботажных походах должен задействоваться флот повышенной штормовой мореходности.

Предварительные положения проектной задачи

Оптимизация в технике опирается на частные инженерно-технические решения при отсутствии «достаточных условий» для определения единственно верного проектного заключения. Свобода и необходимость творческого выбора связана с принципиальной недостаточностью и противоречивостью исходных требований к перспективному судну, которые разрешаются исключительно с позиций морской грамотности и глубины знаний об условиях работы новой морской техники.

Непротиворечивое или комплексное проектирование образуется встречными этапами поисковых исследований, нацеленных на последовательное согласование требований к кораблю как к единому инженерно-техническому сооружению [1]. Целевое проектирование и проверка новых инженерных решений могут представляться как встречные проходы (этапы): анализ «сверху–вниз» – от общих требований к частным техническим решениям; и синтез «снизу–вверх» – от доступных технологических возможностей к оптимальному по назначению проекту корабля в целом.



Рис. 1–а. Троичный иероглиф проекта по схеме «сверху-вниз»: от обобщенных теоретических предпосылок к частным инженерно-техническим решениям. Столбцы матрицы попарно связаны вариантами исторически поверенных методов морской практики (слева) и современных достижений в области корабельной гидромеханики (справа), что по строкам образует уровни этапов адаптации инженерных решений в ограничениях технологических возможностей судостроения

Непротиворечивая оптимизация сводится к согласованию эксплуатационных требований к перспективному кораблю, выполняемому на проходе по логическим этапам проектного синтеза «сверху–вниз» (рис. 1–а), затем в обратной последовательности поверочного анализа принятых решений «снизу – вверх» (рис. 1–б). Новые технические решения сопутствуют концепции синтеза «сверху – вниз», где на основе пожеланий мореплавателей происходит согласование технологических возможностей современного судостроения и мореходных качеств перспективного корабля. Принятые технические решения оцениваются на этапе «снизу – вверх», где рассматривается уровень достижения навигационных и эксплуатационных возможностей в ограничениях доступных судостроительных технологий.

Заключительная часть проектных исследований должна включать всестороннюю отработку наставлений мореплавателям, с детальным изучением всех эксплуатационных режимов использования новой морской техники, с определением эффективных режимов плавания, с особо тщательным анализом опасных ситуаций и действий экипажа в сложных, ледовых и штормовых условиях ведения морских работ.



1

Рис. 1–6. Обратная матрица формализует синтез ответственных заключений опытных мореплавателей, реализующих экспериментальные, аналитические и теоретические изыскания поверочного комплекса проектных оценок в направлении «снизу-вверх»: от множества внедренных технических новаций к реальной оценке технической эффективности и экономической оптимальности нового судна в конкретных навигационных условиях

Наставления мореплавателям всегда локализуются географическими особенностями района плавания и традиционно относятся к ведению действующих капитанов-наставников, обладающих многолетним цензом безаварийного плавания в конкретных морских акваториях и использующих административно-технические ресурсы для экспертной и практической (опытовой) проработки конкретных действий судоводителей во внештатных и аварийных ситуациях на море. Безусловно, капитанские изыскания мореходности действующих судов имеют неопределимо большую пользу при согласовании проектных решений для новых перспективных судов, единственно и реально обоснованных с позиций региональной морской практики, определяющей проблемы безопасности мореплавания в качестве целевой функции для достижения наивысшей производственной эффективности судна как специализированного морского инженерного сооружения.

Дальневосточные предпосылки к проекту перспективного корабля

Эффективность всепогодного ведения работ на море связана с комфортностью бытовых условий для экипажа по плавности и малости штормовой качки; с уровнем защищенности палубной команды от шквалов и север-

ных ледящих ветров; с возможностью обогрева помещений для судовых служб и палубных команд в зимних рыбопромысловых и гидрографических экспедициях. Функциональные цели проектной оптимизации увязываются с навигационными требованиями по ходкости произвольными курсами относительно штормового волнения и ветра; с построением практичных схем распределения масс и объемов судовых отсеков, с удобными выходами на рабочие палубы; и с последующим решением множества инженерных задач по согласованию технологических процессов для ведения морских работ и удовлетворения повседневных бытовых забот экипажа.

В отличие от среднеширотной навигации теплых морей, Дальнему Востоку России требуются узкоспециализированные суда для особых штормовых и ледовых условий плавания, эффективность эксплуатации которых определяется снижением потерь ходового времени на активное штормование или ожидание у моря хорошей погоды. Фактическое отсутствие портов-убежищ определяет главное требование ко всем дальневосточным кораблям и судам: это возможность непрерывного и всепогодного ведения промысловых, спасательных или поисковых операций в открытом море, так как все сахалино-курильские портопункты и рыбацкие порты-ковши дают разрешения на подходы к причалам только в тихую погоду и при отсутствии штормовых предупреждений.

В развитие концептуальных проектных предпосылок к означенным классам кораблей и судов [1], сообразно условиям эксплуатации можно сформулировать обобщенные требования к мореходным качествам:

– патрульные, спасательные и рыболовные суда обеспечиваются ходкостью любыми курсами относительно штормового волнения и ветра; при обязательной стабилизации качки для поддержания палубных работ в любых погодных условиях;

– суда спасательной и патрульной службы должны быть устойчивыми на штормовом курсе; иметь возможность активно маневрировать в любых погодных условиях;

– все три класса судов должны обеспечивать минимум килевой качки и незаливаемость кормовой рабочей палубы на ходу вперед под главными (маршевыми) двигателями, возможно при избыточной заливаемости, вертикальной качке и рыскании носовой оконечности корпуса;

– безусловная безопасность аварийного штормования без хода не существенна, т. к. высококвалифицированный экипаж может предпринимать активные действия по установке штормовых парусов и плавучих якорей.

На практике это взаимосвязанные задачи аэрогидромеханики корабля в условиях интенсивного штормового волнения и ветра, с целевым функционалом на достижение: 1 – ходкости; 2 – стабилизации корпуса; 3 – возможности ведения палубных работ без погодных и технологических ограничений.

Обобщенные проектные решения сводятся к следующим особенностям формы корпуса и общекорабельной архитектуры:

1. Уменьшение площади, поперечного и продольного моментов инерции действующей ватерлинии и заострение ее в оконечностях для уменьшения силового воздействия штормовых волн и сохранения ходкости при малой килевой качке.

2. Существенное уменьшение надводных объемов корпуса в оконечностях, завал штевной и борта в средней части корпуса на уровне действующей ватерлинии, что стабилизирует ход в режиме прорезания штормовых волн.

3. Исключение развала бортов и широкой непрерывной верхней палубы, что предотвратит чрезмерную качку с ударами волн по бортам и палубам и создаст условия для активного управления ходом в штормовых условиях, а также снимет остроту проблемы борьбы с обледенением.

Указанные правила не противоречат естественным построениям формы корпуса при оптимизации общинженерных и навигационных требований к перспективному кораблю повышенной мореходности:

– ходкость на спокойной воде, обусловленная острыми носовыми ватерлиниями с бульбовыми обводами и округлыми шпангоутами в средней части корпуса, вмещающими наибольший объем в минимальную поверхность судовой обшивки;

– исключение отрыва пограничного слоя в районе руля и движителей достигается за счет крейсерской кормы с плавными кормовыми рыбинами на теоретическом чертеже, способствующими малости градиентов и завихренности потока в зоне действия движителей;

– проходимость во льдах в автономном плавании может быть улучшена в режиме разрезания и подламывания ледовых полей снизу, что отчасти решает проблему ледовой защиты движителей.

Рыбопромысловые акватории часто характеризуются малыми глубинами морских банок и шельфовых мелководий, где штормовые опасности усугубляются длинноволновыми колебаниями уровня моря, волнами-убийцами и экстремальными течениями, возникающими в результате трансформации штормовых волн и волн зыби, при их активной интерференции, дисперсионным ростом периодов и стратификацией плотности воды вблизи устьев рек и в зонах подъема донных вод. Столь неблагоприятные гидродинамические процессы наблюдаются в узкостях, в местах якорных стоянок, на рейдах и на подходах к воротам морских портов, где опасность мореплавания не исключается даже при умеренных ветрах и длинноволновых откликах побережья на далекие шторма.

Последнее замечание очень важное, так как невозможно найти обоснованные проектные решения на основе гидродинамического согласования безопасных режимов плавания в штормовых условиях мелководья. Это означает, что каждый проект существующих или перспективных судов должен проходить комплекс мореходных испытаний с телеуправляемыми опытовыми

моделями в прибойной зоне на мелководье, с последующим представлением результатов в наставлениях судоводителям и в алгоритмах автоматических систем управления для ускоренного вывода судна на глубокую воду.

Полагаясь на избыточную энергооруженность, судно обретает технические возможности и гидродинамический напор движителей для активного маневрирования на штормовом курсе или для своевременного уклонения от встреч с тайфунами, если при этом забывается необходимость выполнения рейсовых заданий и на пути непредсказуемого дрейфа в столь активном штормовом «простое» не окажутся прибрежные скалы и другие навигационные опасности.

Суда повышенной штормовой мореходности, способные к маневрированию произвольными штормовыми ходами и курсами при номинальной (или минимальной) энерговооруженности, как следствие, освобождаются от чрезмерных расходов на топливо и содержание главных двигателей, что, как минимум, с прибылью покрывает единовременные расходы целевого проектирования, мореходных испытаний и добротной постройки судов для работы в северных широтах дальневосточных морей.

Рыболовное судно

Условия производственной деятельности рыболовного судна не изобилуют оригинальностью схем развертывания орудий лова, что ограничивает многообразие технических решений в построении обводов и компоновке общекорабельной архитектуры. В промысловом рейсе мореходные качества судна в полной мере обеспечивают работоспособность экипажа в условиях штормов и ледяных ветров северных морей:

1. Обитаемость, достаточная для активных действий с орудиями лова на верхней палубе и непрерывных внутрисудовых работах в рыбцеху:

– движение произвольными курсами с тралом, в рыбопоисковом режиме и на переходах между рыбопромысловыми участками;

– активное маневрирование с траловой командой на промысловой палубе при постановке/выборке орудий лова.

2. Режимы хода или дрейфа при свернутых орудиях лова и остановленных промысловых и производственных операциях:

– швартовые операции в открытом море для приема запасов и передачи готовой рыбопродукции;

– аварийные режимы плавания и штормование в ожидании спокойной погоды.

Рыболовный флот, весь без исключения, не обеспечивается техническими решениями по безопасности мореплавания, что оставляет востребованным судоводительский опыт хорошей морской практики при выполнении сложных морских промысловых операций. Это обуславливает важность участия в проектировании новых судов авторитетных капитанов-наставников,

способных воспринимать инженерные новации с позиций многолетнего опыта командования судном в промысловых рейсах, позволяющего незамедлительно и уверенно отрабатывать оптимальные варианты или эффективные методы практического применения новой морской техники.

Существенное замечание. Рыбопромысловые суда должны работать на мелководных банках в открытом море или в шельфовых акваториях вблизи побережья, где возможно проявление быстродвижущихся девятых валов длинноволновой природы. Штормовое судовождение в условиях мелководного волнения является особо опасным, и каждый судоводитель должен обладать знаниями и навыками безопасного прохождения через обрушающиеся гребни крутых волн на мелкой воде. Для новых рыболовных судов методы маневрирования в особо тяжелых погодных условиях должны оптимизироваться на этапах проектирования и затем тщательно отрабатываться с использованием вычислительных и опытовых экспериментов в открытом море и на прибрежном мелководье.

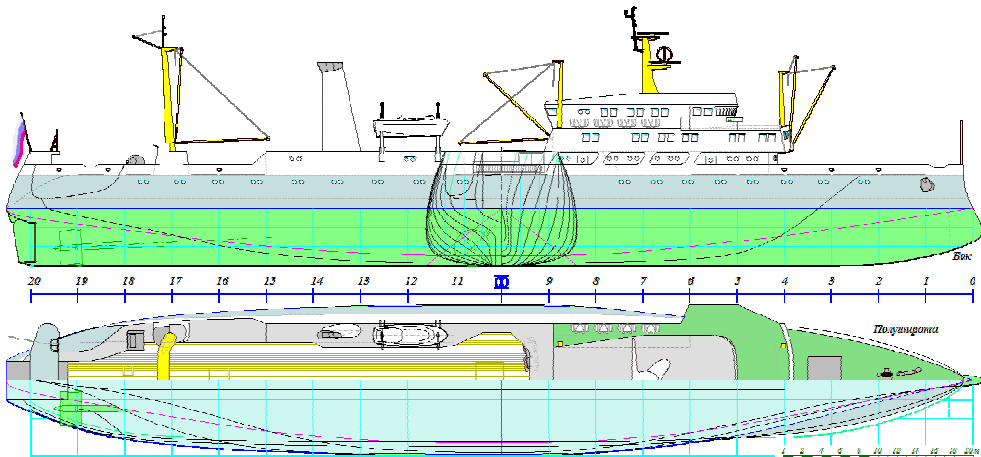


Рис. 2. Рыболовный траулер, сконструированный по прототипу РТМС «Прометей» (суператлантик), имеющий традиционные соотношения главных размерений, форму корпуса и общеархитектурные особенности исторического корабля конца XIX – начала XX веков. $L = 100$ м; $B = 16$ м; $T = 6$ м; $W = 4\,500$ м³; $S = 1\,500$ м²; $\delta = 0,55$ (W – водоизмещение; S – смоченная поверхность; δ – коэффициент общей полноты)

Добротным прототипом перспективного рыболовного траулера повышенной мореходности может быть традиционный суператлантик [2], сконструированный в корпусе аналогичного по водоизмещению исторического корабля XIX века (рис. 2). Суператлантик способен за 24 дня работы на промысле добывать и брать на борт порядка 1200 тонн рыбопродукции.

Сохранение крейсерской кормы и свободно заливаемой в штормовом море палубой бака связывается небольшими конструктивными доработками, способствующими улучшению условий проведения промысловых операций в штормовом море:

1

1. В кормовой части устраивается два яруса выше главной палубы прочного водонепроницаемого корпуса:

– шельтердек рыбообрабатывающего цеха, через полупортики которого сбрасываются потоки использованной в производстве морской воды;

– верхняя палуба обеспечивает одновременную работу с двумя рыбопромысловыми тралами (дублем) при их подъеме/постановке; полностью укрывается от ветровых воздействий и заваливается внутрь для снижения бортовой качки под ударами гребней волн и шквальных ветров.

2. Зауженная (крейсерская) корма ограничивает доступ в опасную зону под траловым мостиком и дает возможность полной механизации операций с траловыми досками в бортовых срезах под грузовыми шкентелями кормового портала и трал-мостика, с походным креплением досок в этих бортовых срезах в непосредственной близости от ваерных лебедок.

3. Судовые обводы обеспечивают стабилизацию кормовой части корпуса на ходу вперед, при букировке и постановке/выборке орудий лова в условиях интенсивного волнения. Кормовая часть корпуса утяжеляется за счет строительного дифферента на корму, а полнота носовых обводов уменьшается для исключения захвата корпуса гребнями волн, что освобождает рыскание и способствует беспрепятственному заливанию палубы бака потоками из гребней волн. Штормовая стабилизация кормовой палубы также проявляется интенсивной забортной динамикой гребней волн, которые в бортовых срезах отчасти компенсируют бортовую качку.

С ходового мостика обеспечивается обзор траловой палубы, что важно для контроля безопасности траловой команды в штормовом маневрировании судна. Непрерывная верхняя палуба позволяет тралмастеру разворачивать рыболовные снасти на всю длину траулера при их ремонте или модернизации; упрощает перенос судовых запасов или грузов между носовым и средним трюмами в открытом море; а также способствует компенсации бортовой качки при боковом захлесте штормовых волн на верхнюю палубу.

В мореходных испытаниях телеуправляемая модель траулера подтверждала удовлетворительные мореходные качества исторического корабля [1], однако специально оптимизированные для штормового плавания опытовые модели показывали несколько лучшие результаты по ходкости, плавности и малости углов бортовой и килевой качки. Включение указанного резерва мореходных качеств вполне согласуется с необходимостью достижения лучших эксплуатационных показателей рыбопромыслового судна.

Полагая в качестве прототипа средний траулер-сейнер морозильный типа «Орленок» (проект Атлант-333): L – 62,25 м; В – 13,8 м; Т – 5,2 м; W – 2400 м³ (2467 т); грузоподъемность 230 т; экипаж 40 чел., обводы корпуса строятся по аналогии с рисунком корабля Марко Поло из XIII века (рис. 3), что будет означать использование всех ключевых технических решений по

оптимизации формы корпуса и общекорабельной архитектуры для достижения наилучшей штормовой мореходности рыболовного судна.

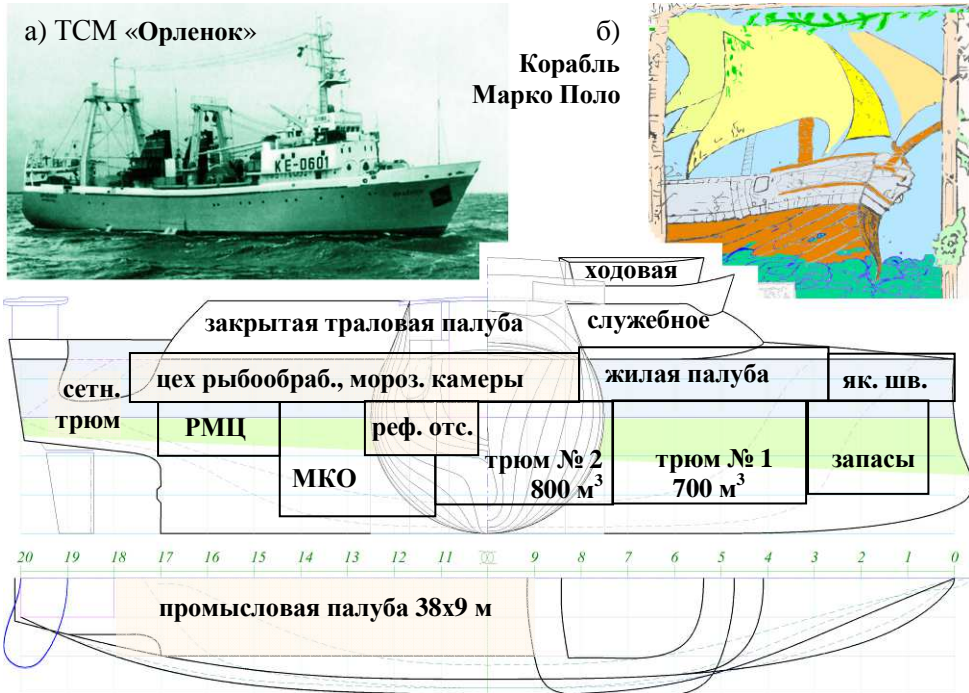


Рис. 3. Траулер-сейнер морозильный с рыбопромысловым оснащением по прототипу Атлантик-333 («Орленок»), скомпонованный в корпусе древнего китайского корабля, изображенного Марко Поло в XIII веке. $L = 60$ м; $B = 15$ м; $T = 7,5$ м; $W = 3444$ м³; $S = 1\,500$ м²; $\delta = 0,55$. (МКО – машинно-котельное отделение; РМЦ – рыбомучной цех)

Якорно-швартовные устройств размещаются в закрытом помещении форпика (рис. 3), укрывается от ветров и ледяных брызг промысловая палуба, что важно для организации эффективной работы экипажа в зимних условиях холодных морей России. Минимальная по площади палуба бака устраивается для открытого доступа к горловине трюма № 1, что необходимо для выгрузки мороженой рыбопродукции в открытом море в спокойную погоду или в укрытии высоких бортов транспортного рефрижератора.

В обводах траулера использовано техническое решение по гидродинамической компенсации килевой качки при движении судна произвольным курсом относительно штормовых волн трохoidalной природы [4]. В процессе суперпозиции встречных штормовых и соразмерных корабельных волн силовое воздействие концентрируется в районе скуловых обводов, где дифферентующие моменты вырождаются в поступательные силы вертикального всплытия/погружения корпуса. Необходимым условием такого процесса является сохранение посадки и отсутствие ходового дифферента на тихой воде,

даже при движении испытываемой модели на закритически высоких скоростях хода. В мореходных испытаниях (рис. 4) подтверждается столь же устойчивый режим хода с прорезанием гребней штормовых волн, в котором траулер практически не искажает формы рассекаемых волновых фронтов, что является условием сохранения ходкости и плавности килевой качки на крупном штормовом волнении.



Рис. 4. Обводы корпуса траулера сбалансированы на отсутствие ходового дифферента на тихой воде, и такая динамическая стабилизация не нарушается на крупном волнении, где в движении энергия волн переходит преимущественно в вертикальную качку, без прямого влияния на ходкость и устойчивость на штормовом курсе

В мореходных испытаниях ставился также вопрос об уменьшении потенциально опасных последствий вертикальной качки, которая на больших скоростях хода (рис. 4) сопровождается заливаемостью носовой палубы и почти полным всплытием корпуса между гребнями волн². Для предсказуемой реакции траулера на управляющие воздействия руля и успокоителей качки необходимо точное знание, по крайней мере, характеристик остойчивости корпуса в любой момент времени. Использование округлых шпангоутов позволяет сохранять величину метацентрической высоты [5] при различных посадках судна в условиях вертикальной качки, что может использоваться в законах автоматического управления рулем с упреждающей посылкой команд на стабилизаторы бортовой качки для предотвращения неуправляемого крена на циркуляции, опасного для траловой команды при промысловых операциях на верхней палубе в штормовую погоду. Если активные крыльевые успокоители качки устанавливаются в потоке гребных винтов [6], то их эффективность будет сохраняться при рыбопромысловых операциях с тралом или другими забортными орудиями лова.

² У неоптимизированного корпуса вертикальная качка не менее интенсивна, и лишь усугубляется динамикой килевой качки, потерей хода и рысканием под прямыми ударами волн. Судно вынужденно снижает ход до малого и лишается функционального назначения в наивысшем уровне опасности плохо управляемого судна.

Завышенная до 7,5 м осадка траулера обеспечивает его устойчивое движение в штормовом море с соразмерными по величине гребнями ветровых волн и зыби. За счет такой осадки водоизмещение увеличивается более чем на 1000 тонн, что соответствует рангу большого траулера с исходными размерениями среднего. Увеличение судовых запасов и объема грузовых трюмов требуется для автономной работы судна в удаленных промысловых районах Тихого океана, не обеспеченных обустроенными портами-убежищами, что является важнейшим эксплуатационным требованием к перспективному проекту траулера.

Традиционными рыбопромысловыми судами для Дальнего Востока России являются сейнеры-траулеры водоизмещением порядка 800 м³. Возможно построение аналогичного варианта среднего траулера, обеспечивающего укрытие палубной команды в штормовых условиях зимних сезонов северо-западной части Тихого океана. В качестве прототипа используется современный траулер СТР-420 типа «Надежный»: L – 44,9 м; В – 9,5 м; Т – 3,8 м; W – 806 м³ (781 т); трюм 200 м³ (100 т) с охлаждением до –7 °С; экипаж – 22 чел.

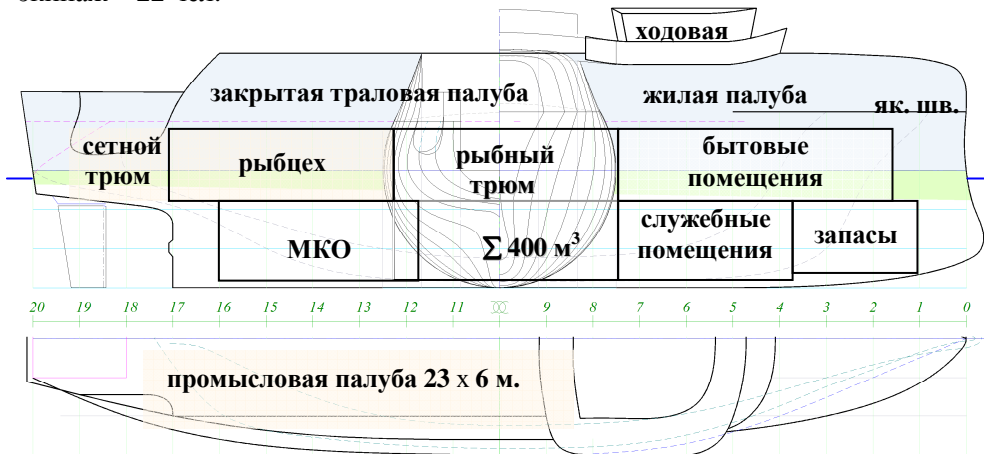


Рис. 5. Обобщенная схема размещения сейнера-траулера повышенной штормовой мореходности. L = 40 м; В = 10 м; Т = 5 м; W = 1020 м³

В современных условиях на Дальнем Востоке России сложно организовать экспедиционный лов рыбы при поддержке крупных рыбообработывающих баз. Дополнительное в сравнении с прототипом водоизмещение нового траулера используется на увеличение мощности морозильного оборудования, устройство рыбообработывающего цеха, а также на увеличение объема морозильного трюма и количества судовых запасов для автономного плавания вдали от рыбных портов.

Обводы корпуса аналогичны предыдущему проекту траулера (рис. 3). Основное отличие в отсутствии яруса шельтердека (рис. 5), что делает траловую рыбопромысловую палубу главной палубой прочного водонепроницае-

1

мого корпуса. Палуба рыбцеха и бытовых помещений опускается ниже ватерлинии. Для обеспечения аварийной непотопляемости жилая палуба включается в герметичный контур надводного запаса плавучести. Палуба бака с якорно-швартовными устройствами закрывается надстройкой, с выводом швартовов через роульсы в укываемых от ветра и волн полупортиках, что необходимо для предотвращения обледенения, сохранения остойчивости и минимизации бортовой качки в условиях сильной штормовой заливаемости носовой оконечности корпуса.

Округлые шпангоуты служат сохранению одинаковой остойчивости при различных посадках корпуса в условиях вертикальной качки [5], что важно для управляемой стабилизации корпуса в штормовых условиях с целью прогнозируемого контроля качки и обеспечения безопасности палубных работ и промысловых операций при различных загрузках траулера. Узкая крейсерская корма минимизирует внешние нагрузки на ходу по волне или при выборке трала. Для работы с траловыми досками в кормовой раковине устроены бортовые срезы. Траловый слип имеет перекрытие для перестройки рыбопромысловой схемы на работу с неводами.

Глубокий трюм позволяет выбирать высоту укладки производимой рыбопродукции, тем самым регулируя изменение начальной гидростатической остойчивости в зависимости от текущего количества топлива и судовых запасов траулера.

Мореходные качества рыболовного судна лежат в основе его эффективности на промысле в открытом море. Но все же для достижения требуемого режима хода судоводитель обладает определенной свободой в выборе курса и тяги на главных двигателях (как правило, по волне), что также допускает заметное разнообразие в обводах и принципах построения общекорабельной архитектуры рыболовного судна. Рассмотрим вариант судна, в проектом задании для которого оговаривается возможность уверенного маневрирования и устойчивого движения произвольным курсом относительно штормового волнения.

Морской спасатель

Небольшие океанские суда вспомогательного флота используются по различному назначению, в том числе в экстремально сложных условиях плавания. Это могут быть спасательные операции, буксировки аварийных судов в штормовых условиях, срочная доставка небольших грузов и почты в морские экспедиции, а также проведение поисковых работ и морских исследований в сложных, ледовых и штормовых условиях плавания.

Небольшой корабль может обладать достаточно прочным корпусом для активного маневрирования в условиях интенсивного волнения и под ударами ураганных ветров. Активная стабилизация качки, а также динамическое влияние на посадку, крен и дифферент судна с использованием плавниковых ус-

покоителей и автоматически управляемых рулей и движителей принципиально возможны при условии, что форма корпуса и архитектура надстроек обеспечат пассивное снижение интенсивности силового взаимодействия корпуса с морским волнением (рис. 6).

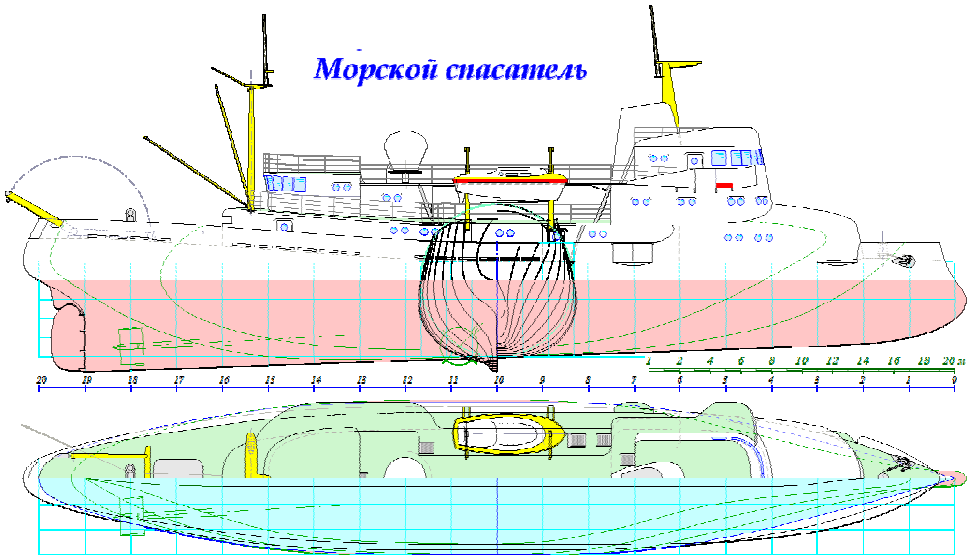


Рис. 6. Форма корпуса и концептуальная схема общего расположения морского спасателя – научно-исследовательского судна, способного к активному позиционированию в условиях интенсивного волнения и ураганного ветра. $L = 62,8$ м; $B = 10,3$ м; $T_{НК} = 4 / 6$ м; $W = 1740$ м³, $S = 809$ м², $\delta = 0,58$

Полагая, что спасательный флот формируется исключительно из профессиональных моряков, не будем предъявлять особых требований к обитаемости и комфортности для экипажа, ставя главными требованиями лишь безусловное выполнение морских задач в любых погодных условиях. Используя в качестве прототипа исторические корабли эпохи великих географических открытий, определяем обводы корпуса и компоновку судовых устройств следующими проектно-техническими особенностями:

1) корпус в целом подобен круговому цилиндру, что минимизирует бортовую качку при проведении спасательных операций в штормовом море;

2) основной объем и центр величины корпуса смещены в кормовую часть, что способствует смещению в корму центров килевой качки и рыскания, приближая их к зоне действия руля и движителей;

3) зауженные и заостренные носовые ватерлинии не обеспечивают всхожести на волну, отчего центр всплытия и ось килевой качки на ходу судна смещаются в корму, ближе к средней части корпуса;

4) полная корма с высоким ютом и глубоко погруженным плавниковым ахтерштевнем обеспечивают управляемость в штормовых условиях, позволяя экипажу проводить палубные работы в кормовой части судна;

5) основная масса судна сосредоточивается в средней части корпуса, что уменьшает поперечный момент инерции массы судна и позволяет использовать горизонтальные поворотные насадки [6] на движителях для успокоения килевой качки и выравнивания дифферента при позиционировании на волнении;

6) форма надводного объема носовой части корпуса приспособлена к прорезанию гребней штормовых волн в условиях повышенной заливаемости, для чего палуба бака максимально снижена, а носовая надстройка включена в контур прочного водонепроницаемого корпуса.

Корпус округлой формы имеет диаграммы плеч остойчивости формы без угла заката и со смещенным центром площади (*максимальным восстанавливающим моментом*) за пределами 90° . На реальных углах крена не возникает больших восстанавливающих моментов, соответственно не возникает и опасных кренящих моментов при волновых наклонах поверхности моря, что позволяет стабилизировать качку судна с помощью активных успокоителей качки (например: *горизонтальных поворотных насадок, позволяющих управлять как креном, так и дифферентом судна одновременно*).

Фактически это означает, что следование концепции непротивления штормовой стихии является универсальным правилом проектирования кораблей и судов (рис. 7), обеспеченных как пассивными качествами безопасного плавания, так и активными техническими средствами для решения поставленных задач.

Само по себе спасательное судно не нуждается в поддержании особо высоких скоростей хода; в эксплуатационных расходах предусматривается номинальные расходы топлива для достижения максимальной автономности и дальности плавания; а на борту имеется только судовое оборудование, специально предназначенное к регулярному использованию в соответствии с рейсовыми заданиями или плановыми экспедиционными предписаниями.

Рассмотрим вариант быстроходного корабля, в предназначении которого не оптимизируются проектно-технические решения для удовлетворения экономически обоснованных эксплуатационных требований, а на борту нахо-



Рис. 7. Округлый корпус и низкие палубы судна уменьшают интенсивность всех видов штормовой качки на глубокой воде

дятся сложные системы вооружений, опасные как для самого корабля, так и для всех окружающих.

Быстроходный корабль (патрульно-гидрографическое судно)

Патрульно-гидрографический корабль предназначен для непрерывного всепогодного дежурства в акваториях Сахалина и Курильских островов, с работоспособными корабельными вооружениями и постоянно действующими комплексами контроля обстановки на море, в готовности к скоростным переходам в сложных и штормовых условиях плавания. Кроме охраны морских рубежей, на корабль возлагаются обязанности обеспечения безопасности мореплавания и спасения человеческой жизни на море, активный контроль и своевременное предупреждение сахалинских морских служб о потенциально опасных морских явлениях [7]³.

1

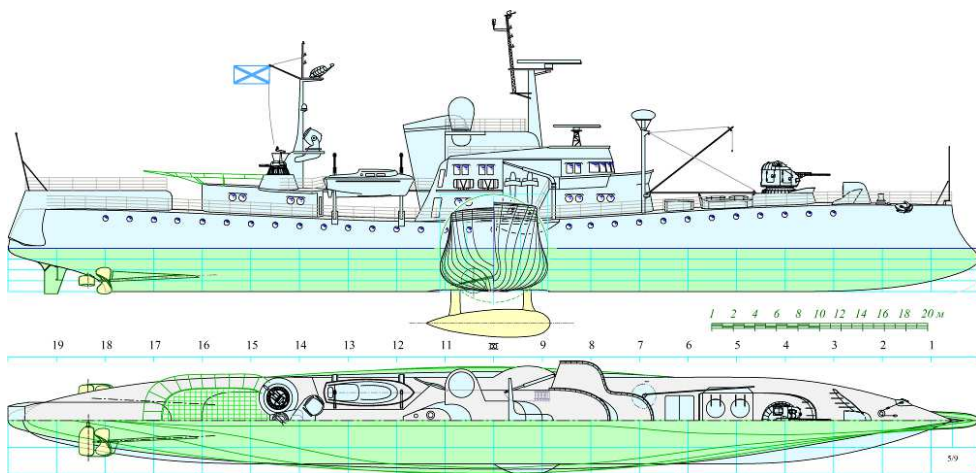


Рис. 8. Проект быстроходного патрульно-гидрографического корабля. $L = 90$ м;
 $B = 10$ м; $T = 4$ м; $W = 1920$ м³, $S = 1050$ м², $\delta = 0,473$, $V = 25$ узлов

Непротиворечивое проектирование корабля подразумевает комплексное исследование современных технических решений, опыта эксплуатации и хорошей морской практики по управлению кораблем в сложных условиях плавания, а также отработку всех аспектов кораблевождения в сложных, ледовых и штормовых условиях плавания.

В качестве главных требований к форме корпуса быстроходного корабля определяется необходимость эффективного поддержания хода произвольным курсом относительно интенсивного морского волнения, при условии максимальной стабилизации корпуса как платформы для всех видов вооружений и систем контроля обстановки на море.

³ Проект разработан по заданию и под руководством кап. I ранга Сергея Ивановича Кроленко (Высший военно-морской инженерный институт, г. Санкт-Петербург).

Для достижения хорошей мореходности в обводы и внешнюю архитектуру корабля вносятся следующие проектные особенности:

1) надводный объем герметичного корпуса меньше водоизмещения корабля;

2) заваленный в средней части корпуса борт корабля имеет максимальный угол наклона на уровне действующей ватерлинии;

3) начальная метацентрическая высота имеет минимальную величину при конструктивной осадке и возрастает как при всплытии, так и при погружении корпуса [5];

4) диаграмма статической остойчивости имеет S-образную форму с углом заката 180°;

5) неразрывная площадь верхней палубы минимизирована продольным расположением рубок и фундаментов палубных устройств и механизмов;

6) в штормовых условиях на любой участок палубы вдоль борта корабля заливается примерно одинаковое количество воды, свидетельствуя о демпфировании килевой качки;

7) надводная часть форштевня корабля завалена в корму, а в подводной части форштевня сделан наклонный подрез, что необходимо для исключения рыскания и бортового слеминга на ходу по штормовому волнению;

8) крейсерская корма имеет завал надводного борта и минимальное нависание кормового подзора, допускаемого использованием двухвальной схемой винто-рулевого комплекса;

9) ограниченный по площади плавник ахтерштевня позволяет скатываться (рыскать) с попутной волны, не допуская жестких ударов волн в районе кормовой раковины;

10) непосредственно за гребными винтами установлены горизонтальные крылья активных успокоителей качки на подпружиненных баллерах [6], которые в случае остановки главных машин начинают работать в качестве аварийных штормовых движителей;

11) геометрия корпуса корабля с палубными рубками определяется охватывающим круговым цилиндром, при этом подводная часть корпуса гладкая и не содержит продольных скуловых или днищевых килей, а вдоль бортов на верхней палубе устраивается открытый проход, на котором потоки воды из гребней штормовых волн удерживаются с помощью палубных рубок и продольных комингсов;

12) все бытовые и служебные помещения корабля располагаются под верхней палубой, которая одновременно является главной палубой прочного водонепроницаемого корпуса.

Только в случае успешной минимизации силового воздействия штормовых волн на корпус корабля могут быть использованы активные успокоители килевой и бортовой качки. Установка крыльевых успокоителей в зоне активного действия потоков воды за гребными винтами необходима для про-

гнозируемой отработки команд стабилизации корпуса [6]. В случае остановки главных машин такие успокоители качки автоматически войдут в режим аварийных штормовых движителей, тяга которых может быть использована для удержания корабля на безопасном штормовом курсе.

Заклучение

Эксплуатационная эффективность определяется способностью судна выполнять поставленные задачи в характерных для географического региона условиях штормового и ледового плавания. В основе новых проектно-технических решений использован судоводительский опыт активного штормового маневрирования, согласованный со знанием хорошей морской практики палубных работ в сложных, штормовых и ледовых условиях, с проверкой разработок в жестких ограничениях концепции непротиворечивого проектирования всепогодного океанского судна. Патенты и видеоматериалы испытаний опубликованы на корабельном портале: Shipdesign.ru.

1

Литература

1. Храмушин В. Н. Поисквые исследования штормовой мореходности корабля. Lambert Academic Publishing, Germany, 2011. – 288 с.
2. Каменский Е. В., Терентьев Г. Б. Траулеры и сейнеры. – Л.: Судостроение, 1978. – 216 с.
3. Бронштейн Д. Я. Устройство и основы теории судна. – Л.: Судостроение, 1988. – 336 с.
4. Храмушин В. Н. Корабль без килевой качки на ходу на волнении // Роспатент: рег. № 2007133625/11. Бюл № 8 от 20.03.2009. (<http://www.shipdesign.ru/Invent/02.html>)
5. Храмушин В. Н. Корабль, остойчивый в штормовом плавании // Заявка в Роспатент: рег. № 2011129192 от 12.07.2011 г. – СахГУ, составлено 17.01.2011 г.
6. Храмушин В. Н. Активный стабилизатор килевой и бортовой качки корабля – штормовой аварийный движитель // Патент № RU2384457 от 20.03.2010 г. – Бюл. № 8. – Рег. № 2008116649, от 24.04.2008 г. (www.shipdesign.ru/Invent/04.html).
7. Храмушин В. Н. Корабль гидрографической и патрульной службы // Патент № RU2384456 от 20.03.2010 г. – Бюл. № 8. Рег.№ 2008117748, от 4.05.2008 г. (www.shipdesign.ru/Invent/05.html).