

Целевое непротиворечивое проектирование кораблей и судов для штормовых и ледовых условий дальнего Востока России

О целевом проектировании судов и особенностях судовождения для стабилизации качки и достижения высокой ходкости в условиях ураганных штормов и обледенения

В. Н. Храмушин¹

¹ – Факультет Прикладной математики – процессов управления Санкт-Петербургского государственного университета; – подсекция мореходных качеств судов в штормовых условиях Российского научно-технического общества судостроителей им. А.Н. Крылова. Южно-Сахалинск, РОССИЯ, Khram@mail.ru

Реферат – Постановка проектной задачи для океанского судна неограниченного плавания может быть основана на активном вовлечении исторического опыта проектирования добротных кораблей и судов, как средоточия хорошей морской практики авторитетнейших мореплавателей, в том числе отражаемого в штурманских наставлениях по достижению эффективной эксплуатации судов, в лоцманских рекомендациях практического судовождения и неписаных правилах проведения опасных и тяжелых морских работ в сложных, штормовых и ледовых условиях. Узкая специализация корабля для конкретного вида морской деятельности в изначально оговоренных географических и навигационных условиях позволяет в полной мере использовать достижения непротиворечивого проектирования, что формально будет сводиться к глобальной оптимизации (так же как и в математике) по условиям минимального внешнего воздействия на корпус корабля, и, безусловно, востребует использование особых судоводительских навыков или должной адаптации автоматизированных комплексов судовождения во множестве особых или внештатных ситуаций, непредсказуемо возникающих в дальнем океанском плавании. Соответственно, для комплексного решения инженерной задачи о наивысшей эффективности морской деятельности с использованием специализированных судов в условиях ураганных штормов и интенсивного обледенения, в настоящем исследовании каждое новое проектное решение по общекорабельной архитектуре и обводам корпуса судна повышенной мореходности, дополняется соответствующими методиками по эффективному ведению морских работ в штормовых условиях, достижений оптимальной ходкости и безусловной безопасности мореплавания, в том числе в особых обстоятельствах или аварийных ситуациях

Ключевые слова - мореходство, кораблестроение, целевое непротиворечивое проектирование, трюхональное волнение, девятый вал, ходкость и качка корабля

I. ВВЕДЕНИЕ

Морское дело и развитие морской инфраструктуры являются важнейшими показателями эффективности использования наукоемких технологий, общегеографических знаний и созидательного творчества морских инженеров и авторитетных мореплавателей, в целом образующих фундамент «хорошей морской практики» и исключают

возможность «изобретательства без пользы для реального морского дела».

Концепция целевого непротиворечивого проектирования корабля ориентирована на всестороннее согласование инженерных решений для строго определенных географических, навигационных и гидрометеорологических условий мореходства; для заданного уровня обустройства региональной морской инфраструктуры и должной компетентности береговых служб и судовых экипажей. Приоритет в выборе проектных решений и ответственность мореплавателей за формирование общекорабельной архитектуры; за компоновку судовых устройств и механизмов, как следствие, приведут к рассогласованию формализованных методик типового кораблестроения и востребуют новые изыскания по отработке специальных наставлений по эффективности и безопасности судоходства и морских работ по целевому предназначению судна.

Непротиворечивое проектирование корабля означает исполнение всего комплекса морских изысканий по оптимизации инженерно-технических решений в судостроении для предельно точного и полного воплощения реального опыта эксплуатации и хорошей морской практики всепогодного управления кораблем в конкретных географических районах океана, что для Дальнего Востока России сводится к необходимости постижения всех аспектов кораблевождения в сложных, ледовых и штормовых условиях судоходства с обеспечением всепогодного и всепогодного ведения судовых работ по прямому предназначению, и без надежд на возможность укрытия в ожидании у моря «тихой погоды».

II. ЭВОЛЮЦИОННОЕ СТАНОВЛЕНИЕ КОРАБЕЛЬНОГО ДЕЛА И ХОРОШЕЙ МОРСКОЙ ПРАКТИКИ

Внешний облик, обводы и архитектура исторического корабля однозначно определяют возможности его маневрирования в условиях штормовых ветров и волнения [1]. В исторической, так же как и в реальной инженерной и морской практике, мореходные качества кораблей определяются относительной прочностью корпуса и резервами его утяжеления для достижения наилучшей ходкости в свежую погоду, или для удержания безопасного штормового курса в каком-либо одном из трех исторически

выверенных режимов штормования, полагаясь лишь на способности экипажа при обеспечении маневрирования в сложных и штормовых условиях плавания:

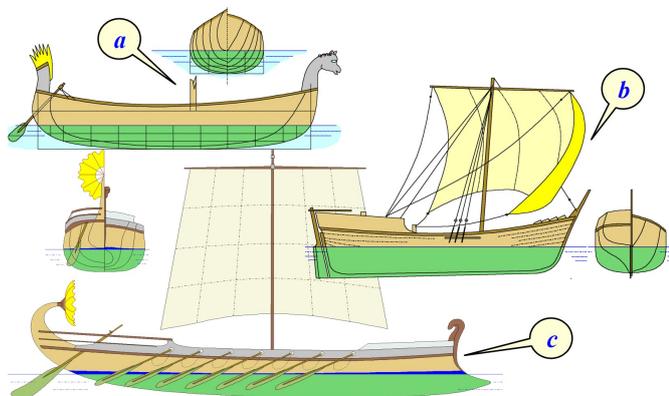


Рис. 1. Проектные решения античного кораблестроения связаны методами штормового судовождения:
а) – с ходом лагом к волне;
б) – активный ход по ветру и волне;
в) – пассивное штормование носом на волну.

1 – ход лагом к волне (рис.1-а) до настоящего времени реализуется на деревянных лодках на реке Волге; ранее использовался древними египетскими судами на Ниле и широкими норвежскими лодьями для мелководных акваторий, в том числе для дальнего морского и океанского плавания. Такие суда обладают чрезмерной остойчивостью, отчего испытывают интенсивную бортовую и килевую качку в темпе быстрых наклонов поверхности штормовых волн, и, безусловно, нуждаются в активной корректировке курса для удержания корпуса вдоль гребней наиболее крупных и опасных штормовых волн, что на древних судах выполнялось с помощью кормовых плавниковых весел. Такой режим штормового мореходства принципиально недопустимо рассматривать в качестве базового для судов большого водоизмещения;

2 – активный штормовой ход по волне (рис.1-б) иногда применяется современными парусными яхтами с широкой кормой и вполне крупными спасательными буксирами с развитой носовой надстройкой; ранее активно использовался на шлюпах русских поморов в штормовых широтах Северного ледовитого океана. Судно среднего водоизмещения на курсе по ветру испытывает плавную качку со значительным снижением силовых нагрузок на корпус со стороны крупных гребней попутных штормовых волн, что обеспечивается поддержанием устойчивости на курсе и управляемости с помощью кормового навесного руля, эффективно работающего при относительно высокой скорости хода под носовым прямым парусом;

3 – штормование на курсе носом на волну (рис.1-в), к несчастью, ныне стало практически единственным средством бесцельного сдерживания хода судна для обеспечения его безопасности в штормовых условиях при чрезвычайных внешних нагрузках на главные машины и рулевые устройства. Такой метод исторически унаследован от древних финикийских военных кораблей с носовым буль-

бом-тараном; в средние века штормование носом на волну создало условия безопасности дальних океанских походов парусников эпохи Великих географических открытий. Асимметрия форм носовой и кормовой оконечностей корпуса придает судну свойства флюгера по отношению к ветру и волнению, что достигается созданием специальных обводов и обработкой формы надводной части корпуса для минимизации силового воздействия от интенсивнейших штормовых нагрузок на корпус судна со стороны набегающих волновых фронтов, и такой асимметрии вполне достаточно для безопасного ожидания у моря хорошей погоды без активных действий экипажа.

Последний вариант штормового безвременья «носом на волну» является особым капитанским умением по спасению судна в штормовом море, что частенько требует опасного снижения тяги маршевых двигателей, при предельно высокой перегрузке механизмов рулевого устройства, отслеживающего благоприятный угол встречи с каждым гребнем штормовой волны – девятым валом. Такое умение не исправляет губительные ошибки кораблестроителей, а использование такого «умения» на крупном судне ограничивается тем, что экипаж и пассажиры выдерживают невыносимые условия обитаемости; пока ширстречный пояс корпуса не разрывается под ударами судового груза в циклах от взлета в невесомости – до кратного умножения сил веса под воздействием бортовой и вертикальной качки; а безмерные перегрузки бортовых механизмов не пересилият технические возможности и ресурсы работоспособности главных машин и систем управления.

III. ЦЕЛЕВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОРАБЛЯ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ШТОРМОВОГО МОРЕХОДСТВА

При современной энерговооруженности океанских кораблей возможно использование комбинированных режимов маневрирования в свежую погоду, и уверенное поддержание ходкости произвольными курсами относительно ураганных ветров и штормового волнения, если в исходном проекте корабля предусматривается тщательная инженерная отработка обводов, формы корпуса и общекорабельной архитектуры для конкретных географических условий, с безусловным согласованием всех судоводительских требований по методам практического судоходства и эксплуатации перспективного флота в заданном морском районе. Поиск и оптимизация таких технических решений определяет суть «целевого непротиворечивого проектирования корабля», ключевые результаты которого рассматриваются в настоящей работе.

Ко времени Великих географических открытий океанский флот (рис. 2-а) обрёл однообразное понимание хорошей морской практики в дальних трансокеанских экспедициях, поддерживаемое универсальностью общекорабельной архитектуры для уменьшения силового воздействия на корабль штормового волнения и обеспечения пассивного штормования на курсе носом на волну. Осадка становится соизмеримой с половиной ширины корпуса, и надводный борт заваливается внутрь для гидродинамической компенсации силового воздействия штормовых волн.

Внешний облик океанского корабля характеризуется высокой кормовой надстройкой – как штормовым флюгером, и очень низкими баком с галюном и княвдигедом, занывающиеся под гребни встречных волн для гидродинамической компенсации килевой качки, и, как следствие, предотвращающие ударные волновые нагрузки на деревянные корпус и палубные надстройки с относительно малой прочностью.

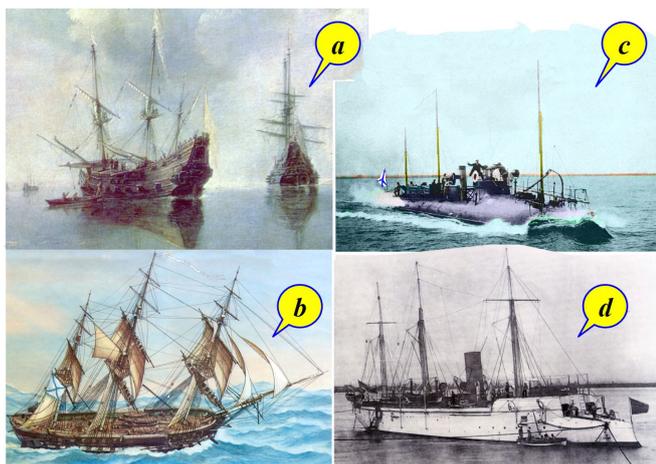


Рис. 2. Оптимальные проекты океанских парусных кораблей, слева – а) и б), и их эволюционное совершенствование в корабли повышенной штормовой мореходности с механическим двигателем, справа – с) и д).

К началу XIX века устройство и управление парусным вооружением достигает наивысшего технического совершенства, и, как свидетельство оптимальности инженерных решений, – возникает универсальное однообразие парусного вооружения по всем флотам мира. В проектах новейших парусных кораблей начинает прослеживаться концепция целевого проектирования для достижения наивысшей эффективности мореходства в условиях свежих ветров и интенсивного океанского волнения для конкретных географических условий морских коммуникаций. На примере фрегата «Паллада» (рис. 2-б) отмечается снижение высоты и выравнивание непрерывной верхней палубы, что свидетельствует об уверенности экипажа в достаточности парусного вооружения для всепогодного управления кораблем. Элементы непротиворечивого проектирования, тем не менее, включают старую поддержку метода пассивного штормования носом на волну, что обеспечивается возможностью использования штормовой бизани вместо высокой кормовой надстройки, а при возникновении угрозы ветров ураганной силы, еще и фок-мачта может отправляться за борт в качестве плавучего

якоря, утяжеляющего и стабилизирующего нос корабля под гребнями штормовых волн.

Эволюционное совершенство в проектировании обводов, формы корпуса и общекорабельной архитектуры нового флота в целом достигается при внедрении паровых машин, гребных винтов и весьма прочных стальных корпусов кораблей и судов в конце XIX – в начале XX веков (рис. 2-с, д). Во внешнем облике новейших кораблей и судов исчезает множество громоздких устройств, кроме гафеля на бизань мачте, свидетельствующем о возможности быстрой постановки штормовой бизани для вывода корабля на курс носом на волну при штормовом усилении ветра. Осадка кораблей сохраняется относительно большой, а надводный борт имеет завал для уменьшения бортовой качки и компенсации силового воздействия волн. Носовая палуба очень низкая, форштевень заваливается в корму или остается почти вертикальным, что необходимо для заострения ватерлиний и снижения опасности интенсивной килевой качки.

IV. КЛЮЧЕВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ДОСТИЖЕНИЮ НАИЛУЧШЕЙ ШТОРМОВОЙ МОРЕХОДНОСТИ

Основные инженерно-технические решения для достижения эффективности мореходства в штормовых условиях, и особенности их вовлечения в хорошую морскую практику [2] излагались на морском форуме STAB-2009 в Санкт-Петербурге в докладе «Ключевые проектные решения и особенности штормового кораблевождения (*гидродинамическая стабилизация качки корабля на тяжелом волнении*)» – <http://shipdesign.ru/Khran/Art/STAB2009-rus.html>. Поэтому ограничимся здесь лишь иллюстрациями и краткими пояснениями, необходимыми в последующих представлениях уточненных геометрических по-

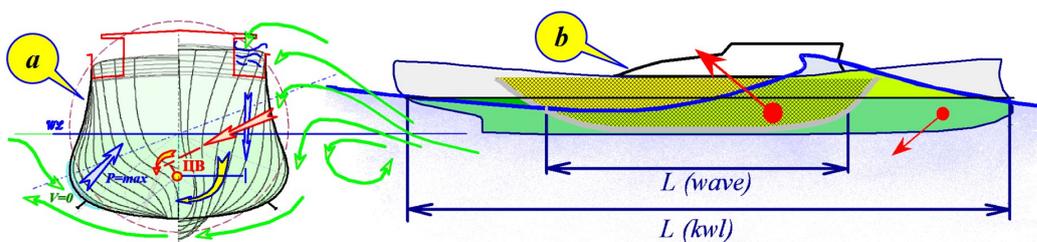


Рис. 3. Построение формы корпуса с учетом необходимости гидродинамической компенсации: а) – бортовой качки с помощью с помощью снижения высоты и завала борта в средней части корпуса, а также: б) – килевой качки на ходу корабля за счет перераспределения давлений в гребне трохонидальной волны.

строений судовых обводов и формы корпуса кораблей и судов повышенной штормовой мореходности и ледовой проходимости, что весьма важно для дальневосточных морей России.

В судоводительской практике сохраняются традиции наглядной инженерной интерпретации распределения сил гидростатического всплытия и перепадов давления (*по закону Бернулли*) в динамике течений вблизи корпуса и у забортных успокоителей качки под воздействием морского волнения, выполняемой по аналогии с выработкой решений о маневрировании с помощью пространственных образов и законов корабельной гидромеханики, общепри-

нятых в международном языке общения ходовых вахт, лоцманов, морских спасателей и капитанов-наставников береговых служб. Схема гидродинамического воздействия штормовых волн на корпус корабля, построенная на упоминаемых штурманских принципах (рис. 3) в процессе проектирования и оптимизации обводов и формы корпуса корабля для минимизации бортовой качки [3] (рис. 3-а) и килевой [4] (рис. 3-б) качки, получила экспериментальное подтверждение практически полной компенсации бортовой качки под воздействием предельно высоких гребней штормовых волн (рис. 3-а), проходящих под корпусом и проявляющихся с противоположного борта практически без искажения формы и интенсивности обрушающихся гребней, а также к визуально полному преобразованию килевой качки корпуса в вертикальную (рис. 3-б), что способствует сохранению ходкости и лучшей обитаемости в условиях активного движения корабля произвольным курсом относительно гребней прогрессивных волн и девятых валов, возникающих в составе пакетов трохoidalных волновых структур.

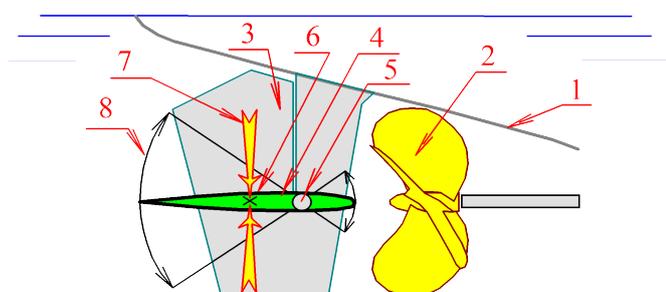


Рис. 4. Винторулевой комплекс (2, 3) со стабилизирующими крыльями (4) – штормовыми аварийными двигателями. 1 – корпус корабля; 5 – баллер в потоке за гребными винтами допускает управляемый и упругий поворот крыльев; 6 – абсцисса суммарной силы (7) от вертикальных перемещений кормовой оконечности; 8 – угол поворота плоскости крыла

Гидродинамическая компенсация воздействия на корпус корабля со стороны штормовых трохoidalных волн на глубокой воде формально отвечает решению обратной проектной задачи о минимальности реакции корпуса на внешние силовые воздействия строго определенной волновой природы. Если же корабль окажется под воздействием каких-либо других кренящих и дифференцирующих сил, например: на циркуляции; в режиме дельфинирования по волне; или в зоне формирования кноидальных волновых гребней на мелководье; и др., то корабль может подвергнуться неприемлемо большим углам крена, или неконтролируемо возрастающему дифференту со стремительными потоками воды на верхних палубах в оконечностях; и т. п. Полагая, что внешние силы неволновой природы имеют существенно меньшую интенсивность, возможно прямое противодействие их негативному влиянию с помощью активных крыльевых устройств для компенсации остаточного крена и дифферента [5].

В штормовых условиях стабилизированный по направлению поток воды вблизи корпуса корабля, идущего полным ходом вперед, имеется только в потоке за работающими гребными винтами (рис. 4-4). Здесь же возможно

получение наибольших моментов сил для активной стабилизации крена и дифферента корабля в штормовую погоду, на быстрой циркуляции и др.

В случае потери хода, под воздействием штормовых волн, возникают вертикальные колебания кормовой оконечности с большим размахом, которые приведут крыльевые устройства на упругих баллерах в режим машущих плавниковых движителей, активизирующихся в опасных режимах штормового плавания корабля с остановленными машинами. Пассивный плавниковый движитель не требует дополнительных силовых или управляющих воздействий на крыльевые устройства, а упругий поворот (*люфт*) баллеров на угол до $\pm 30^\circ$ будет оберегать корабль от ударов о поверхность воды, что не менее важно и в режиме активной стабилизации качки на ходу корабля.

V. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ ОБВОДОВ И ФОРМЫ КОРПУСА ПЕРСПЕКТИВНОГО КОРАБЛЯ

Результатом исследований в области исторической эволюции кораблестроения становится возможным формулирование основных проектных особенностей построения обводов и формы корпуса типового корабля и тихоходного судна с учетом необходимости достижения эффективного судоходства в штормовых и ледовых условиях дальневосточных морей.

Форштевень и скуловые обводы быстроходного надводного корабля (рис. 5) или относительно тихоходного гражданского судна (рис. 6) определяют условия сохранения штормовой ходкости произвольными курсами; умерения всех видов качки; предотвращения опасного обледенения верхних палуб; и обеспечения возможности автономного плавания в ледовых условиях. Большая серия вычислительных и опытовых экспериментов с моделями кораблей и судов различных классов, позволила выявить важнейшие геометрические элементы и конструктивные особенности форштевня и обводов корпуса в носовой оконечности:

- заваленным в корму или вертикальным и заостренным штевнем (рис. 5, 6-3) в диапазоне переменных ватерлиний при плавании на умеренном волнении моря (*примерно на одну треть осадки*) для безударного прорезания гребней штормовых волн и удержания кромки разламываемых ходом корабля ледовых полей от подныривания под скулу и днище корпуса;

- штормовым подрезом в нижней части форштевня (рис. 5, 6-6) со средним наклоном 20-30 градусов от килевой линии, для раскрепощения свободного рыскания в условиях интенсивной бортовой и килевой качки при активном движении корабля на крупном волнении;

- с особым упрочнением таранной части форштевня (рис. 5, 6-4) до ударной нагрузки для раскалывания небольших ледовых полей на скоростях хода до 6 узлов, или с мгновенной остановкой корабля на скоростях до 3-4 узлов, с возможностью создания максимального упора в нижней части крупных льдин и торосов, где лед разогрет до температуры воды, с вектором усилия на небольшой

подъем ледовой кромки для недопущения обломков под днище корабля;

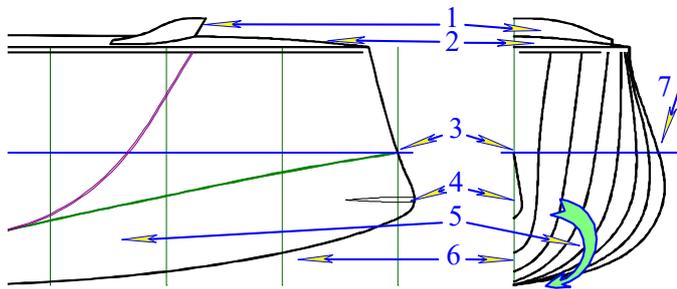


Рис. 5. Носовая часть корпуса быстроходного корабля, способного активно маневрировать в условиях ураганных ветров, штормового волнения и автономного плавания в обстановке средней ледовой сплошности

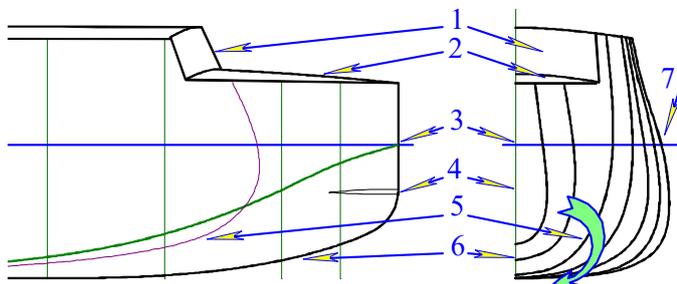


Рис. 7. Носовая часть корпуса тихоходного транспортного судна, способного удерживать заданное направление движения относительно малыми ходами в условиях ураганных ветров, штормового волнения и автономного судоходства в обстановке средней ледовой сплошности

– надводные ветви носовых шпангоутов могут иметь небольшой развал для гидродинамической компенсации возможного зарывания носовой части корпуса под гребни встречных штормовых волн при движении корабля на большой скорости хода (рис. 5), или же иметь завал верхней части шпангоутных контуров и заниженную высоту до точки сопряжения с ширстречным поясом палубы бака тихоходных судов (рис. 6), что требуется для компенсации килевой и вертикальной качки за счет приема на носовую палубу потоков воды из гребней штормовых волн;

– волнолом быстроходного корабля (рис. 5–1) и лобовая переборка шельтердечной надстройки тихоходного транспортного судна (рис. 6–1) укрывают экипаж на верхней палубе от прямых ударов волн в свежую погоду;

– за счет бульба бортовая обшивка в диапазоне переменных ватерлиний (рис. 5, 6–3) формирует винтовую поверхность на протяженности от форштевня до зоны отрыва расходящейся корабельной волны, в том числе соизмеримой по длине с внешними штормовыми волнами, для затягивания встречного потока и волновых гребней под носовую скулу и днище корпуса;

– сразу за участком ватерлиний в зоне отрыва расходящейся корабельной волны может начинаться выпуклый

изгиб шпангоутных контуров с образованием булей и завала борта в средней части корпуса (рис. 5, 6–7), что необходимо для гидродинамической компенсации бортовой качки при плавании произвольным курсом относительно штормового волнения, а также создает условия для расталкивания крупных плавающих льдин под окружающие ледовые поля и, как следствие, предотвращение затягивания ледовых обломков в зону винто-рулевого комплекса кормовой части корпуса.

Ахтерштевень, кормовая скула, раковина и подзор винто-рулевого комплекса устраиваются в одно- или двухвинтовых вариантах движителей, в том числе с возможностью установки стабилизаторов остаточной килевой и бортовой качки в стабилизированных потоках непосредственно за гребными винтами (рис. 7), и оптимизируются по условиям гидродинамической стабилизации ходового дифферента при движении на тихой воде и в условиях интенсивного штормового волнения, для чего:

- на уровне переменных по вертикальной качке ватерлиний создается винтовая поверхность на протяжении от бортовых булей (рис. 7–3) до кормового подзора (рис. 7–1) для закручивания и частичного перенаправления потока воды вблизи бортовой обшивки вверх, что способствует компенсации спутного (гидростатического) разрежения и предотвращению отрыва высокочастотной составляющей корабельной волны, с последующей дисперсионной концентрации волновой энергии в длиннопериодной части спектра и фазовым смещением для гасящей интерференции с главной компонентой волнообразования – поперечной корабельной волной;

– винтовая поверхность на уровне переменных ватерли-

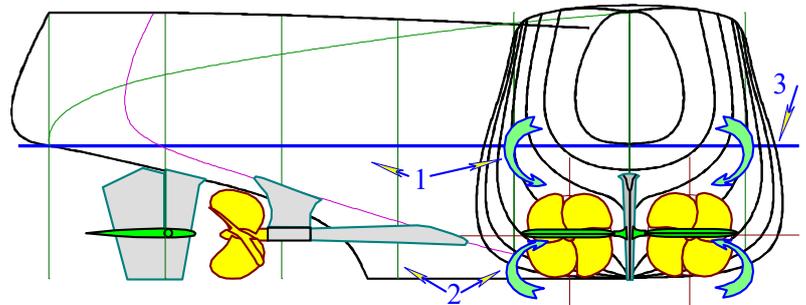


Рис. 6. Кормовая скула, подзор, раковина и ахтерштевень двухвинтового корабля, оптимизированные по условиям минимизации ходового дифферента

ний приводит к уменьшению надводного объема и естественному заострению крейсерской раковины за кормовым подзором корабля, что способствует снижению внешних силовых воздействий со стороны штормовых волн, и соответствующего умерения вертикальной и килевой качки; что не менее важно для предотвращения ударов и опасных захватов кормы корабля (бручинга) гребнями девятых валов, и особенно на опасных курсах по волне малыми ходами и в случае аварийной потери хода;

– заостренная крейсерская корма не искажает гидродинамическое поле потоков воды в штормовых волнах под кормовым подзором корпуса при остановке главных ма-

шин, что автоматически переключает активные успокоители килевой и бортовой качки в режим пассивных штормовых аварийных движителей для вывода корабля на безопасный штормовой курс, для чего общее устройство и форма кормовой оконечности должны оптимизироваться для поддержания управляемости даже при той минимальной тяге, которая возникает в результате упругой реакции баллеров на пассивных крыльевых движителях;

– на протяженности от днища до ахтерштевня создается вторая винтовая поверхность (рис. 7–2) для встречного закручивания потока на большей (*поддерживающей*) глубине, что позволяет обеспечить взаимокompенсацию нижнего и верхнего завихренных потоков в зоне кормового подзора и в области действия руля и горизонтальных успокоителей остаточной (нелинейной) килевой и бортовой качки корабля, а также, за счет создания суммарно вертикальной компоненты потока на малом удалении от бортовой обшивки, предотвращается затягивание битого льда из района бортовых булей в зону кормового винто-рулевого и стабилизирующего комплекса, в том числе с возможностью создания устойчивого ледового канала за кормой корабля;

– завал борта в средней части корпуса на уровне действующей ватерлинии (рис. 7–3) способствует гидродинамической компенсации бортовой качки корабля, а также перехватывает приподнятые гребнем корабельной волны ледовые поля и не допускает их подтопление и затягивание в район винто-рулевого комплекса и крыльевых стабилизаторов под кормовым подзором.

Выводы

В работе представлены некоторые частные инженерно-технические решения для кораблей и судов среднего водоизмещения, показывающие особенности «целевого проектирования» для штормовых условий эксплуатации в холодных приполярных морях, с вариантами «непротиворечивого проектирования» на основе согласования опыта хорошей морской судоводительской практики для достижения всепогодного эффективного и безопасного судоходства в необустроенных акваториях Дальнего Востока России – в штормовых приполярных широтах Северных и Южных акваторий Тихого океана, исторически успешно осваиваемых сахалинскими мореплавателями-рыбаками.

Используемое целевое непротиворечивое проектирование здесь характеризуется поиском геометрических форм для снижения внешней силовой нагрузки на корабль со стороны штормового волнения, ураганных ветров и ледовых опасностей, за которыми естественным образом обустраиваются судовые механизмы, устройства и внешний облик корабля в целом так, как это представляется в свете инженерной эволюции наилучших кораблестроительных решений для океанского и прибрежного флота – для эффективного ведения морских работ в конкретных географических условиях.

Должное вовлечение авторитетных мореплавателей в создание нового и перспективного флота позволит вернуть в морскую и корабельную практику естественную заботу о

безопасности плавания в сложных, штормовых и аварийных условиях с использованием апробированных капитанских и боцманских способов, типа: установки штормовой бизани или постановки плавучих якорей, всех других полезных для мореплавателей дельных вещей для достижения устойчивого и безопасного мореходства во все сезоны года в любых гидрометеорологических и погодных условиях.

БЛАГОДАРНОСТИ

В настоящем исследовании обобщены результаты многолетних дискуссий по созданию обводов и общекорабельной архитектуры исторических и перспективных кораблей и судов, охватывающие временной период от 60-х годов с наставниками судомодельных студий школьников в городе Сызрани на Волге (*Владимир и Александр Лагутины, Юрий Аксёнов*), с последующим формулированием основ хорошей морской практики на авторитете мореплавателей и подтверждения достоинств кораблей и судов конца XIX – начала XX веков от пожилых преподавателей и офицеров Калининградского мореходного училища, настоявших на экспериментальной проверке достоинств исторического парового флота в 70-х годах (*Александр Камышев, Григорий Маленко, Дален Бронштейн*). Особая благодарность преподавателям кафедр гидромеханики и теории корабля Ленинградского кораблестроительного института, поставившим первые профессиональные испытания мореходности по историческим воззрениям о добротном проектировании корабля в 80-е годы (*Александр Холодилин, Вальтер Амфилохийев*) и выведшими настоящее исследование на путь тридцатилетней апробации с моряками и кораблями Дальнего Востока России (*Сергей Антоненко, Игорь Тихонов, Николай Мытник, Сергей Чижумов и Николай Тарануха и др.*) и, затем – Санкт-Петербурга (*Сергей Кроленко, Александр Промыслов и Александр Дегтярев*).

REFERENCES

1. *Храмушин В. Н.* Поискные исследования штормовой мореходности корабля (История эволюционного развития инженерно-технических решений об обводах и архитектуре корабля, о единении морских наук и хорошей морской практики). Lambert Academic Publishing, Germany. (2011-01-20, 48 п.л.). ISBN: 978-3-8433-0488-7. 288 с. ShipDesign.ru/Khram/History-II.pdf
2. *Khramushin V.* Key Design Solutions and Specifics of Operation in Heavy Weather (Fluid Mechanics Approach to Stabilization of Ship in Heavy Seas) // Proceedings. 10th International Conference on Stability of Ships and Ocean Vehicles. STAB-2009, June 22-26, 2009. S-Petersburg, Russia. P. 473-482. ShipDesign.ru/Khram/Art/STAB2009-eng.html
3. *Храмушин В. Н.* Корабль без бортовой качки на волнении. Патент № 2360827 от 10 июля 2009 г. ShipDesign.ru/Invent/01.html
4. *Храмушин В. Н.* Корабль без килевой качки на ходу на волнении. Заявка на выдачу патента на изобретение № 2007133625/11 от 07.09.2007 г., Опубликовано 20.03.2009, бюл. № 8. shipdesign.ru/Invent/02.html
5. *Храмушин В. Н.* Активный стабилизатор килевой и бортовой качки корабля – штормовой аварийный движитель. Патент № 2384457 от 2010.03.20. shipdesign.ru/Invent/04.html