

УДК 629.5.015.14

В.В. Жибоедов, ст. преподаватель*Севастопольский национальный технический университет**ул. Университетская, 33, г. Севастополь, Украина, 99053**E-mail: mbal@sevinter.net***ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАЛЫХ МОРСКИХ СУДОВ В ШТОРМОВЫХ УСЛОВИЯХ**

Рассмотрены пути повышения безопасности эксплуатации малых морских судов прибрежного плавания на примере исследования изменения остойчивости малого морского судна.

Постановка задачи. Плавание в штормовых условиях, несмотря на строгие требования к проектированию и постройке современных морских судов, обладающих большой прочностью корпуса и высокими мореходными качествами, остается сложной и ответственной задачей.

Мировая статистика свидетельствует о том, что, несмотря на техническое оснащение морских судов, их зависимость от гидрометеорологических условий плавания меняется несущественно. Число аварий и кораблекрушений во время шторма не уменьшается. Каждый год в море гибнет в среднем около 150 судов, из которых примерно 1/3 – под действием ветра и волнения. Кроме того, происходят многочисленные случаи повреждения судовых конструкций, потерь палубного груза, возникновения аварийного крена и т.п. [1–3].

На сегодняшний день задача предотвращения аварий причине решается путём улучшения конструктивных параметров и нормирования характеристик остойчивости судна во время эксплуатации. Но эти меры не являются достаточным условием безопасной эксплуатации. Неконтролируемость условий эксплуатации и фактических характеристик остойчивости для большинства судов ведёт к тому, что их значения могут выйти за допустимые нормы. В первую очередь это касается судов, имеющих длину корпуса менее 60 метров и эксплуатирующихся в прибрежных водах, характер волнения которых особенно неблагоприятен для плавания. Особенно это может сказываться в сильные морозы, когда вода полностью не успевает стечь за борт через штормовые портики и шпигаты и частично замерзает, начинается обледенение и нарастание льда на смоченных поверхностях. Следовательно, создается угроза потери остойчивости в результате увеличения координаты центра тяжести и уменьшение значения высоты надводного борта. Для малых судов этот процесс нарастания льда происходит более интенсивно [4]. В работе Н.Б.Севастьянова [1] отмечено, что опрокидывание судов происходит по причине заливания палубы и проникновения воды в корпус при нахождении судна длиной менее 40 метров в прибрежных водах в период наиболее сильных штормов.

Анализ известных исследований и публикаций. Ряд авторов рассматривали этот вопрос для различных типов судов. Л.М.Ногид в своей работе [5] отмечал, что важнейшими показателями остойчивости судов является диаграмма остойчивости, её форма, величина и положение максимального восстанавливающего плеча. Учитывая то, что рассматриваемый тип судов – это малые морские суда, то при известных условиях эксплуатации или попадании в жесткий шторм суда могут подвергаться значительному статическому крену, превышающему 50°. Поэтому увеличение угла заката $\Theta_{\text{зак}}$ улучшает статическую остойчивость судна. С увеличением протяженности диаграммы остойчивости также возрастает и величина динамически приложенного опрокидывающего момента, что в конечном итоге приводит к повышению степени безопасности плавания.

На сегодняшний день многие малые морские суда проектируются на ограниченный район плавания и поэтому практически все имеют, хотя и небольшой, запас остойчивости. Однако никакое судно не застраховано от изменчивости морской стихии и возникновения внезапного шквала, который с открытого моря принесет не только сильный ветер, а и волну, представляющую для малых судов серьезную опасность на мелководье.

Цель исследования – оценка влияния применения прочных палубных штормовых тентов на характеристики остойчивости малых морских судов различного назначения. Данная работа носит постановочный характер.

Изложение основного материала. В качестве исследуемого судна взят малый морской буксир проекта 73 (рисунок 1), имеющий следующие главные размерения: длина между перпендикулярами – $L_{\perp\perp} = 14,00$ м.; ширина – $B = 3,80$ м; высота борта – $D = 1,90$ м; осадка – $d = 1,20$ м; объемное водоизмещение – $V = 30,35$ м³.

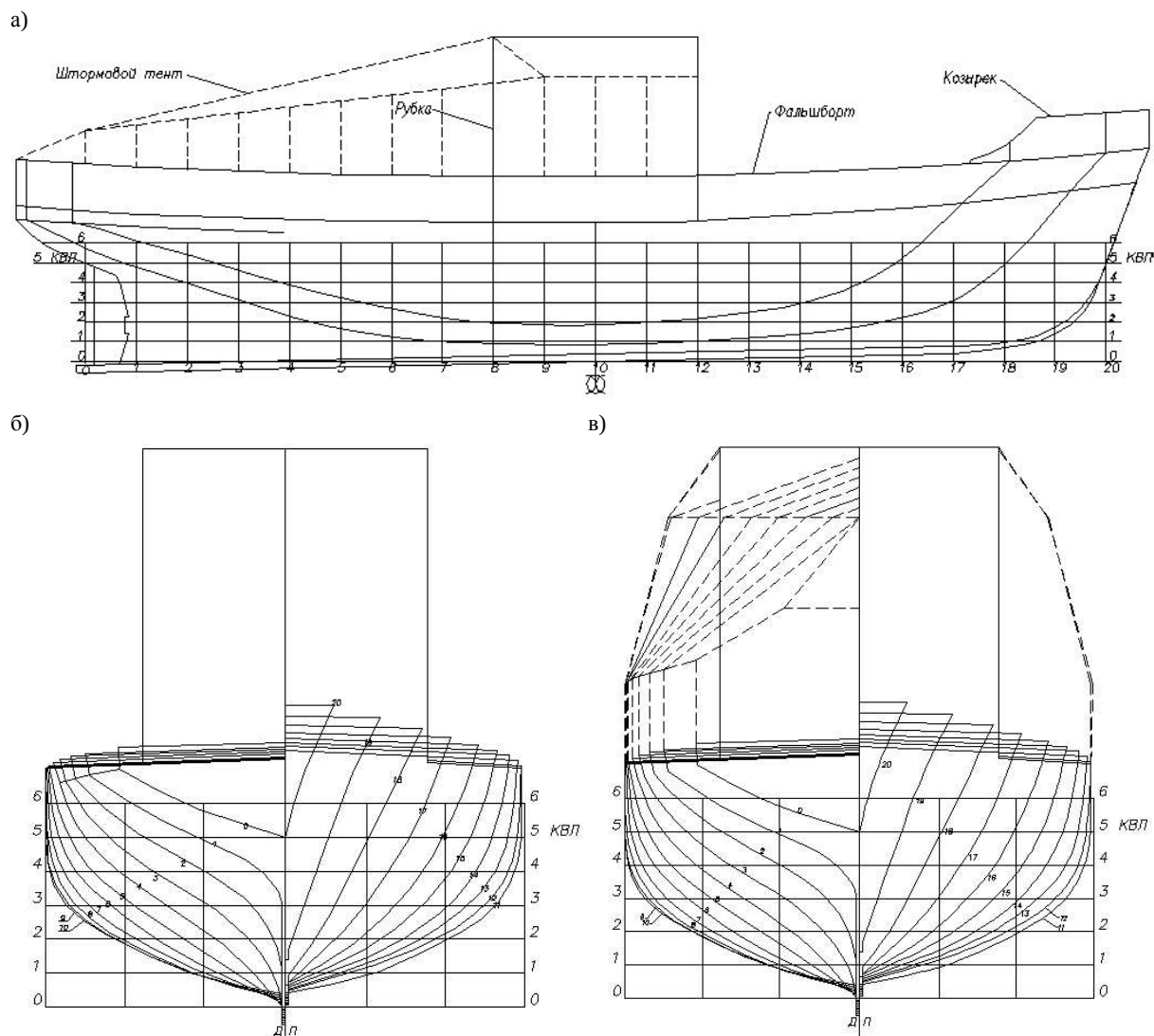


Рисунок 1 – Боковой вид и обводы малого морского буксира проекта 73:

а – боковой вид судна; б – проекция корпуса бес штормового тента; в – проекция корпуса со штормовым тентом

Корпус судна имеет V-образные обводы, верхняя палуба гладкая без бака, рубка стандартной высоты не простирающаяся от борта до борта, расположенная в средней части корпуса судна. Величина фальшборта принята $h_f = 650$ мм по длине всего судна. Штормовой тент устанавливается в корме и закрывает полностью всю верхнюю палубу, простираясь до границы установки рубки. Высота конструкции выбрана с расчетом на то, что под тентом можно выполнять без ограничений какие либо палубные операции или переходы. Крепление и сама система поддержания в работе не оговариваются, и поэтому главным условием исследования является то, что тент выдержит все ветровые и волновые нагрузки.

Подобные тенты уже давно используются в малом судостроении, и их конструкция достаточно тщательно проработана. Однако использование подобных устройств ограничивалось судами, предназначенными для отдыха, прогулок, охоты и др. При этом главное назначение ограничивалось только защитой от дождя, солнечного излучения, брызг, возникающих от быстрого движения в глиссирующем режиме движения. В расчетах остойчивости данные штормовые тенты не учитывались.

На сегодняшний день с появлением новых видов прочных армированных защитных тканей и материалов создание подобных конструкций не представляет большого труда.

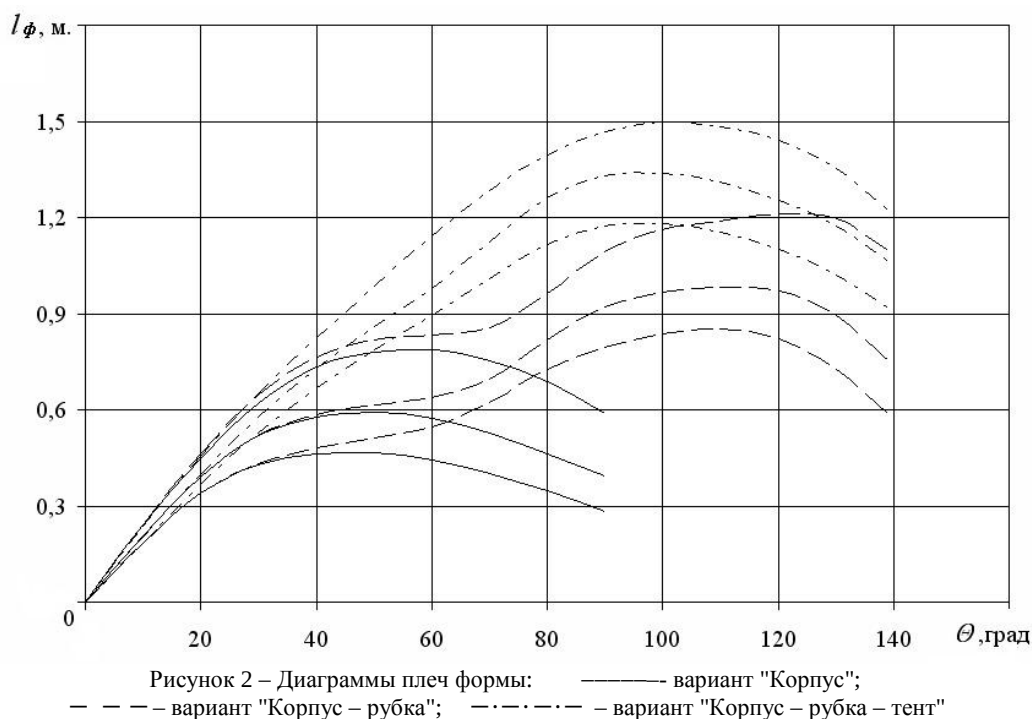
Исходя из изложенных фактов, можно при расчете остойчивости включать и штормовой тент, что позволит увеличить запас остойчивости судна именно в штормовых условиях. Форма штормового тента изображена на рисунке 1 (штриховые линии).

Расчеты выполнялись для нескольких архитектурно-конструктивных вариантов: корпус, корпус–рубка, корпус–рубка–тент. Числовые и графические данные расчетов представлены в таблице 1 и на рисунке 2.

Таблица 1 – Значения плеч формы для различных архитектурно-конструктивных типов малого судна

Θ , град	l_ϕ – плечо формы								
	Корпус			Корпус – рубка			Корпус – рубка – тент		
	$V=20,26 \text{ т}$ $d = 1,08 \text{ м}$	$V=30,30 \text{ т}$ $d = 1,35 \text{ м}$	$V=36,50 \text{ т}$ $d = 1,50 \text{ м}$	$V=20,26 \text{ т}$ $d = 1,08 \text{ м}$	$V=30,30 \text{ т}$ $d = 1,35 \text{ м}$	$V=36,50 \text{ т}$ $d = 1,50 \text{ м}$	$V=20,26 \text{ т}$ $d = 1,08 \text{ м}$	$V=30,30 \text{ т}$ $d = 1,35 \text{ м}$	$V=36,50 \text{ т}$ $d = 1,50 \text{ м}$
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10	0,239	0,205	0,185	0,239	0,205	0,185	0,236	0,203	0,185
20	0,447	0,391	0,339	0,461	0,391	0,339	0,455	0,399	0,366
30	0,618	0,519	0,427	0,645	0,519	0,431	0,652	0,576	0,529
40	0,734	0,578	0,462	0,764	0,584	0,481	0,826	0,729	0,669
50	0,781	0,592	0,465	0,816	0,615	0,513	0,984	0,860	0,786
60	0,786	0,572	0,443	0,831	0,637	0,547	1,142	0,980	0,894
70	0,754	0,527	0,403	0,857	0,696	0,624	1,285	1,125	1,009
80	0,688	0,464	0,348	0,964	0,817	0,725	1,393	1,261	1,115
90	0,587	0,395	0,283	1,094	0,923	0,796	1,469	1,328	1,174
100	-	-	-	1,160	0,966	0,837	1,499	1,338	1,182
110	-	-	-	1,190	0,981	0,852	1,484	1,311	1,155
120	-	-	-	1,211	0,971	0,823	1,439	1,254	1,099
130	-	-	-	1,195	0,894	0,724	1,353	1,172	1,019
140	-	-	-	1,084	0,738	0,572	1,209	1,050	0,904

Расчет характеристик остойчивости выполнялся по методу Крылова-Дарьни для трех водоизмещений судна. Наибольшее значение водоизмещения соответствовало посадке судна по минимально допустимую ватерлинию или для высоты надводного борта $f = 350 - 400 \text{ мм}$.



Вывод. Перспективы исследований в данном направлении. Из расчетов видно, что значение плеча формы в варианте "корпус – рубка – тент" превышает вариант "Корпус – рубка" на 25–30 % и вариант "Корпус" на 50 %. Следовательно, значения плеча статической остойчивости, угол заката диаграммы соответственно увеличатся. Увеличение угла заката и протяженность диаграммы приведет к увеличению динамически приложенного опрокидывающего момента, что, в конечном счете, приведет к увеличению степени безопасности. Необходимо отметить исчезновение вогнутого участка диаграммы на восходящей ветви. Появление его в варианте "Корпус – рубка" обусловлено влиянием рубки, не достигающей до бортов корпуса, что также положительно влияет на величину восстанавливающего плеча.

В дальнейшем исследования предполагается вести в направлении изучения нагрузок, возникающих от волн, попадающих на штормовой тент, проанализировать и определить оптимальный размер и конструкцию тента для малых судов, а также прочностные характеристики подвесной системы.

Библиографический список

1. Севастьянов Н. Б. Влияние архитектурно-конструктивных особенностей промысловых судов на их остойчивость / Н.Б. Севастьянов, М.Б. Набиканова // Судостроение. — 1970. — № 9. — С. 10–12.
2. Козырь Л.А. Управление судами в шторм / Л.А. Козырь. — Одесса: Феникс, 2006. — 218 с.
3. Клинецвич Г.Н. Выживаемость терпящих бедствие на море / Г.Н. Клинецвич. — М.: Транспорт, 1977. — 123 с.
4. Новиков А.И. Оценка посадки, остойчивости и прочности судна в процессе эксплуатации: учеб. пособие / А.И. Новиков. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2003. — 136 с.
5. Ногид Л.М. Остойчивость судна и его поведение на взволнованном море. Проектирование судов. Ч. 2. / Л.М. Ногид. — Л.: Судостроение, 1967. — 236 с.

Поступила в редакцию 28.01.2009 г.