

УДК 629.12

DOI: 10.37890/jwt.v68.203

О пропорциях катамаранов и нормировании их остойчивости

А.Г. Назаров

ORCID: 0000-0002-6313-6277

Albatross Marine Design, Таиланд

Аннотация. Катамараны хорошо зарекомендовали себя как рекреационные и пассажирские суда, и являются перспективным типом судов для рынка России. Безопасность катамаранов доказана зарубежным опытом, включая многочисленные трансокеанские переходы. Однако для катамаранов возникают проблемы с нормированием их остойчивости; из-за подобного несовершенства регулирования судостроители и эксплуатационники вынуждены искать другие решения. Применение критериев для однокорпусных судов «навязывает» катамаранам пропорции, при которых не только теряются преимущества двухкорпусных судов, но и снижается их безопасность. В статье затронута важность обоснования пропорций катамаранов с точки зрения их гидродинамики и обитаемости. Проанализированы проблемы нормирования и существующие подходы специализированных правил. В статье даны рекомендации по нормированию остойчивости катамаранов с учетом практического опыта автора.

Ключевые слова: катамараны, многокорпусные суда, остойчивость, нормирование

On proportions of catamarans and regulation of their stability

Albert G. Nazarov

ORCID: 0000-0002-6313-6277

Albatross Marine Design, Thailand

Abstract. Catamarans have obtained good reputation as recreational and passenger craft, and are perspective type of craft for the Russian market. Catamarans safety is proven by the experience on foreign countries including trans-ocean passages. But some problems exist for catamarans concerning their stability regulation; this forces shipbuilders and operators to look for other solutions. The criteria application for monohull ships dictates catamarans proportions with which they are losing efficiency and decreasing their safety. The paper touches importance of justified catamarans proportions from viewpoints of their hydrodynamics and habitability. The problems regulation and the existing approaches towards the specialized rules are analyzed. In the paper recommendations on stability regulation are presented based on the author's practical experience.

Keywords: catamarans, multihull craft, stability, regulation

Введение

Анализ современного мирового рынка скоростных пассажирских перевозок по воде убедительно свидетельствует в пользу катамаранов - на них приходится около 80% вновь построенных судов [1]. Однако, эта тенденция пока не заметна в России; отчасти это можно объяснить тем, что применяемые в РФ технические требования к судам катамаранного типа заставляют судостроителей искать другие решения.



Рис.1. Перспективные проекты катамаранов: слева F100 L=10м, золотая награда на European Product Design Award 2019; справа N20 туристический L=20м, B=10м, золотая награда на MUSE Design Award 2021.

Fig.1. The Catamarans Perspective designs: left F100 L=10, golden award at European Product Design Award 2019; right N20 tourist L=20m, B=10m, golden award at MUSE Design Award 2021.

Следует заметить, что именно на многокорпусных судах народы Полинезии пересекали океан задолго до "однокорпусных" вояжей Колумба. Вместе с тем исторически регулирование остойчивости было создано "вокруг" однокорпусных судов, поскольку именно они имели известные проблемы с остойчивостью. По иронии судьбы нормы остойчивости, изначально созданные для однокорпусных судов, сегодня пытаются применять к катамаранам, не просто лишая их преимуществ, но и снижая их "врожденную" безопасность.

В настоящей статье автором поставлена цель усовершенствования нормирования остойчивости катамаранов на основе анализа их специфики и международной практики регулирования. Приводимые в статье рекомендации по нормированию основаны на практическом опыте автора при разработке большого количества проектов катамаранов (рис.1), из которых более 60 реализовано [2].

Значение пропорций катамаранов для безопасности

Как известно, катамараны имеют высокую начальную остойчивость, что особенно важно, когда необходима остойчивая рабочая платформа. Более того, катамараны - это наиболее нечувствительные к перегрузке суда, особенно для пассажирских перевозок, когда загрузка судов может не контролироваться должным образом. Типичный пассажирский катамаран традиционных пропорций «скорее утонет, чем опрокинется».

Следует заметить, что мореходность катамаранов по условиям волнения ограничена не остойчивостью, а в первую очередь слемингом моста. Из опыта автора, полная функциональность высокоскоростного катамарана возможна при высоте значительных волн $H_{1/3} \leq 2f_m$ где f_m - вертикальный клиренс моста на миделе. При $H_{1/3}$ превышающих указанную, следует снижать скорость катамарана.

Случаи опрокидывания катамаранов (особенно пассажирских) неизвестны, исключая, пожалуй, спортивные парусные суда либо плавсредства длиной менее 6м [3]. Из практики, катамараны длиной $L \geq 12$ м вполне способны эксплуатироваться при высоте волн $H_{1/3} > 4$ м.

Катамараны обладают на порядок более высокой живучестью при повреждении корпуса по сравнению с однокорпусными судами, что подтверждается случаями аварий подобных судов. В частности, при столкновении пассажирских судов SeaSmooth и Lamna IV в Гонконге [4], на однокорпусном судне погибло 39 человек в результате затопления и опрокидывания, а катамаран дошел до места назначения своим ходом. Непотопляемость катамаранов напрямую зависит от адекватного подхода к обеспечению их остойчивости в неповрежденном состоянии [5,6].

Для катамаранов характерны малые углы крена и малые поперечные ускорения на циркуляции. Некоторые результаты измерения параметров циркуляции приведены автором в [7], для "широкого" и "узкого" катамаранов с одинаковыми полукорпусами.

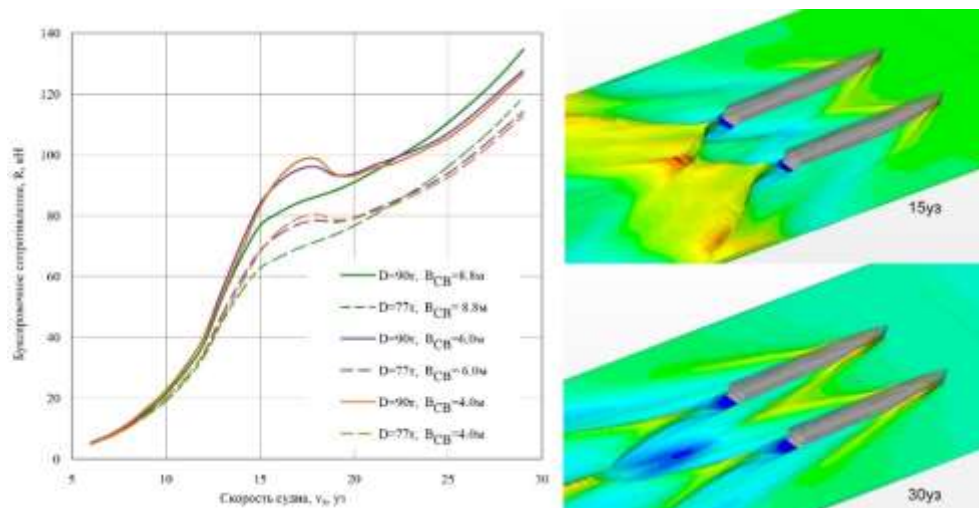


Рис.2. Буксировочное сопротивление катамарана при варьировании B_{CB} и D , и волнообразование при $B_{CB}=8.8\text{м}$ на различных скоростях.

Fig.2. The Catamaran Towing resistance with variation of B_{CB} and D , and wave making at $B_{CB}=8.8\text{m}$ at different speeds.

Значение пропорций катамаранов для эксплуатационных качеств

Катамараны обладают преимуществами в обитаемости по сравнению с судами других типов. Значительная площадь палуб катамарана как нельзя лучше подходит для размещения пассажиров и для обеспечения их активности. Уровень комфорта характеризуется площадью салона на одного пассажира; по этому параметру катамараны примерно вдвое превосходят суда на подводных крыльях эквивалентной пассажировместимости [2]. В [8] представлено сравнение двух рекреационных судов (катамарана и однокорпусного) с равной длиной корпуса 23.9м; при этом катамаран обеспечивает 547м² полезной площади, а однокорпусное судно лишь 269м².

Гидродинамическое сопротивление катамарана напрямую зависит от расстояния между корпусами – горизонтального клиренса. На рис.2 представлены кривые буксировочного сопротивления катамарана длиной $L=24\text{м}$ при варьировании водоизмещения и D ширины между центрами величины корпусов B_{CB} . В области малых скоростей широкий катамаран является гидродинамически более эффективным. Максимум интерференции волновых систем корпусов наблюдается в области горба сопротивления; этот эффект тем выше, чем больше D катамарана. Для скоростных катамаранов сопротивление "узкого" катамарана меньше, что связано с меньшими потерями на замыкании тоннеля. В [1] приведены рекомендации автора по выбору пропорций и обводов катамаранов, с учетом изложенных выше факторов.

Ширина катамарана имеет решающее значение для судов с электродвижением (см.рис.1 и 5), поскольку для размещения солнечных батарей необходима максимальная площадь. Учитывая, что такие катамараны движутся в режиме до горба сопротивления, также требуется максимизировать горизонтальный клиренс (см.рис.2).

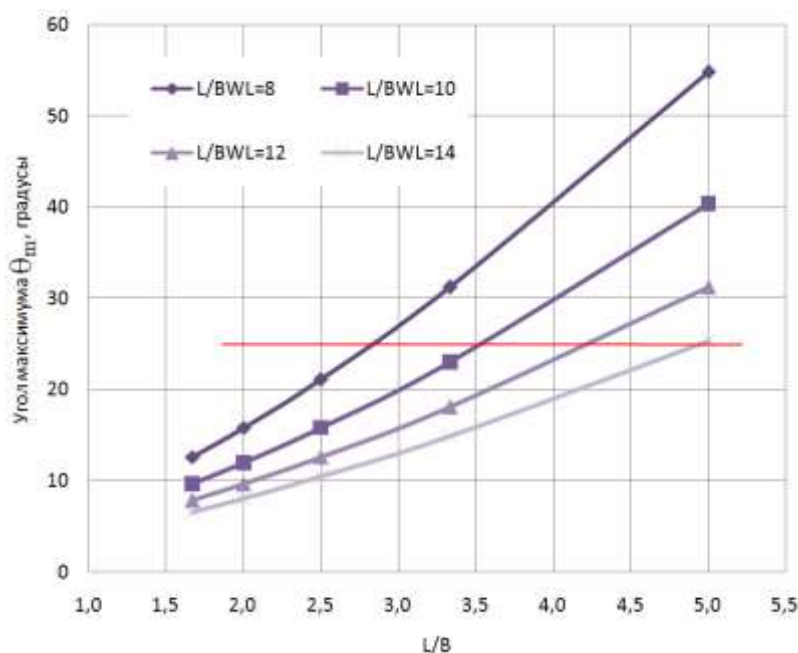


Рис.3. Оценка θ_m при варьировании L/B катамаранов.

Fig.3. Estimates of θ_m with variation of L/B of catamarans.

Проблемы нормирования остойчивости

Несмотря на перечисленные очевидные преимущества катамаранов, иногда наиболее трудновыполнимыми для них оказываются именно требования к остойчивости. Происходит это в случае, когда к катамарану предъявляются требования для однокорпусных судов; подобные требования заимствуются, например, из IMO IS Code [9] и аналогичных документов. Проблемными в этом случае становятся требования к углу максимума θ_m , реже - к углу заката θ_d или заливания θ_v .

Рассмотрим, как влияют пропорции катамарана на возможность удовлетворения критерия $\theta_m \geq 25 \dots 30^\circ$. Угол крена θ_m , соответствующий максимуму диаграммы статической остойчивости (ДСО) катамарана можно приблизительно оценить через осадку корпусом T_C и расстояние между центрами величины корпусов B_{CB} . Величина k зависит от относительной аппликаты центра масс и от типа обводов (симметричные или асимметричные корпуса); для одноярусных катамаранов можно принять $k=1.7$. Ширину катамарана B можно представить через B_{CB} и ширину одного корпуса по ватерлинии B_{WL} :

$$\theta_m = \arctan\left(\frac{kT_C}{B_{CB}}\right); \quad B = B_{CB} + B_{WL}$$

На практике минимальная ширина B_{WL} ограничена необходимостью размещения двигателей либо помещений в корпусах, а соотношение $T_C \approx 0.5B_{WL}$ продиктовано соображениями снижения смоченной поверхности. Удлинение $L/B_{WL}=8$ встречаются только у катамаранов $L < 12$ м рекреационного назначения с помещениями в корпусах. Соотношение $L/B_{WL} \approx 10$ характерно для $L < 24$ м, для более крупных судов достигается $L/B_{WL} \geq 12$. На рис.3 представлена диаграмма, связывающая пропорции катамарана с оценкой θ_m . Как можно заметить, условие $\theta_m \geq 25^\circ$ может быть выполнено на катамаранах, имеющих $L/B \geq 3.5 \dots 4.0$, что более характерно для однокорпусных судов.

Требования к углу θ_m , если они применяются к катамарану, вынуждают либо уменьшать его ширину, либо повышать аппликату центра масс. Оба способа не имеют ничего общего с повышением остойчивости и безопасности, а представляют собой "подгонку" катамарана под искусственно навязываемые требования к остойчивости однокорпусных судов.

На рис.4 представлены статистические данные по L/B катамаранов различной длины. Данные собраны из трех источников: а) проекты AMD, б) катамараны рекреационного назначения из каталогов производителей, в) крупные пассажирские катамараны из [10]. Наиболее узкие катамараны на рис. 4 — это суда с ограниченным габаритом для перевозки на трейлере либо железнодорожным транспортом, либо суда сравнительно большой длины, где ширина ограничена из условий швартовки и докования. Из рис.4 следует, что позволяющие обеспечить $\theta_m \geq 25^\circ$ величины $L/B \geq 3..4$ (где верхние значения соответствуют катамаранам большей длины), наблюдаются достаточно редко.

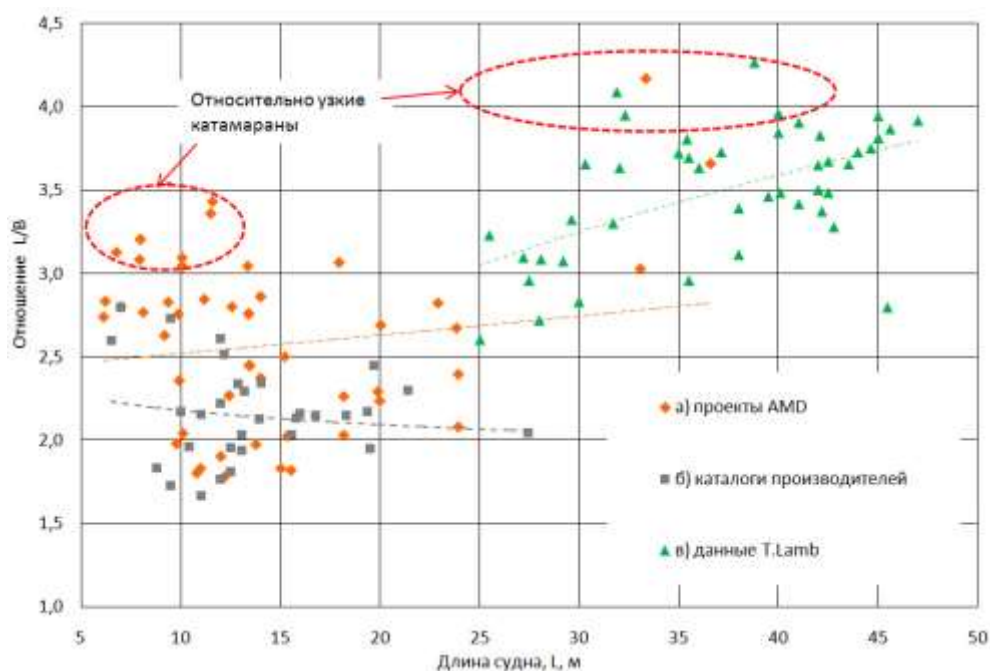


Рис.4. Статистические данные по пропорциям катамаранов.

Fig.4. Statistical data on catamaran proportions.

Таблица 1

Стратегии обеспечения остойчивости судов

Тип судна	Стратегия	Средства достижения
Однокорпусное	Обеспечить спрямление	Параметры ДСО должны обеспечивать восстановление судна после прекращения действия кренящей силы
Многокорпусное	Минимизировать наклонение	Максимизируется требуемая работа внешних сил по накрению судна, за счет значительной площади ДСО.

Примечание: к "узким" катамаранам может применяться стратегия для однокорпусных судов.

Общий подход к нормированию остойчивости

Исторически нормы остойчивости создавались именно для однокорпусных судов; еще до широкого появления на рынке катамаранов они получили окончательный вид и были закреплены в действующих конвенциях. В то же время, по мнению автора, стратегии обеспечения остойчивости принципиально различны - см.табл.1.

Разность стратегий определяет различия в подходах к нормированию остойчивости. У многокорпусных судов, обладающих избыточной начальной остойчивостью, противодействие наклонению обеспечивается за счет максимизации работы внешних сил по накрению судна.

Подходы нормативных документов

IMO IS Code [9] является основой при создании норм остойчивости для национальных нормативных документов, однако изначально эти требования не предназначены для многокорпусных судов. Применение подобного рода критериев к ДСО катамаранов нельзя считать оправданным.

HSC Code [11] содержит наиболее продуманную структуру требований к остойчивости высокоскоростных катамаранов. Требования для многокорпусных судов применяются в случае, если $h > 3\text{м}$, и $\theta_m \leq 25^\circ$; также они могут применяться в случаях $h \leq 3\text{м}$, и $\theta_m \leq 25^\circ$ или $h > 3\text{м}$, и $\theta_m > 25^\circ$. Заметим, что в пределах указанных значений возможно применение «многокорпусных» требований к однокорпусным судам. Структура требований приведена в табл.2.

Таблица 2

Сравнение требований к остойчивости многокорпусных судов

Критерий	HSC Code	MCA MGN280	NSCV
	[11]	[12]	[13]
Угол максимума $\theta_m \geq$	10°	15°	10°
Площадь ДСО до максимума θ_m или $30^\circ \geq$	$0.055 \times 30 / \theta_m$, м \times рад	$0.055 + 0.002 \times (30 - \theta_m)$, м \times рад	$3.15 \times 30 / \theta_m$, м \times градусы
Площадь ДСО от 30° до 40° или $\theta_d \geq$	-	0.03, м \times рад	-
Плечо остойчивости при угле крена 30° , $I_{30} \geq$	-	0.2м	-
Крен от скопления людей \geq	10°	$7(10)^\circ$	10°
Совместное действие скопления людей, поворота и порыва ветра	+	-	+
Остаточная площадь ДСО с учетом ветра и качки	-	-	+
Начальная метацентрическая высота $h \geq$	-	0.35м	-

MCA MGN280 [12] представляет собой правила морской администрации Великобритании к судам длиной до 24м, используемых в коммерческих целях. Документ содержит специальные требования к остойчивости многокорпусных судов - см.табл.2. Следует отметить также, что документ допускает применение ISO12217-1 в качестве альтернативных требований к остойчивости.

NSCV [13] австралийский стандарт для коммерческих судов представляет значительный интерес в качестве примера для разработки нормативных документов,

поскольку он предъявляет весьма разумные дифференцированные требования в зависимости от размера судна, пассажировместимости, района плавания и т.д. Документ применяется для судов местного сообщения без ограничения длины и пассажировместимости. Для многокорпусных судов и широких однокорпусных судов предусмотрены специальные требования к остойчивости. Следует заметить, что требования во многом дублируют HSC Code, но применяются независимо от скорости судна.

ГОСТ/ISO12217-1 [14,15] применяется для судов с длиной корпуса $L_H \leq 24$ м и содержит разумные требования к остойчивости многокорпусных судов. Наиболее критичным оказывается требуемый угол заливания, который определяется по формуле и составляет $\theta_d = 25 \dots 40^\circ$. Для судов с $\theta_m < 30^\circ$ (многокорпусные суда и широкие однокорпусные) площадь ДСО нормируются косвенно, через следующие величины:

Максимальный восстанавливающий момент $M_m \geq (750/\theta_m)$ для категории А или $M_m \geq (210/\theta_m)$ для категории В, кН×м.

Максимальное плечо остойчивости, $l_m \geq (6/\theta_m)$, м.

Угол максимума θ_m как таковой в [14,15] не нормируется. Кроме этого, нормируются угол крена при смещении людей к борту, и критерий погоды с учетом бортовой качки. Однако, эти критерии для большинства катамаранов не являются определяющими. В целом, опыт применения автором ISO12217-1 для большого количества катамаранов убедительно свидетельствует, что суда с развитыми двух- и даже трехъярусными надстройками могут уже при $L_H > 15$ м получить категорию А (скорость ветра 28 м/с и значительное волнение до $H_{1/3} = 7$ м).

Таким образом, специализированные требования для многокорпусных судов подразумевают $\theta_m \geq 10 \dots 15^\circ$, в то время как неспециализированные правила эти особенности не учитывают. Например, технический регламент ТР026 [16] содержит требования к $\theta_m \geq 25^\circ$ и $\theta_v \geq 60^\circ$, невыполнимые на подавляющем большинстве реально существующих катамаранов. Подобный же подход применяется для маломерных судов РС [17], где $\theta_m \geq 25^\circ$. Российский Речной Регистр [18] содержит метод определения бортовой качки катамаранов (который сам по себе нуждается в верификации для более легких судов современных типов), однако не содержит альтернативных требований к ДСО катамаранов.

Практическая реализация на примере проектов

Типичные ДСО для относительно «широких» и «узких» катамаранов представлены на рис.5 на примере нескольких проектов. Проект SY60 представляет собой судно $L=18.2$, $B=9.0$ м с электродвижением, оптимизированное на скорости 8 уз, $\theta_m = 14.2^\circ$ с минимальной нагрузкой (МО) и $\theta_m = 15.9^\circ$ в полном грузу (LDC). Судно сертифицировано по ISO12217-1 и имеет высшую категорию А (волнение $H_{1/3} = 7$ м, ветер 27 м/с); суда этой серии совершали трансокеанские переходы. Следует заметить, что ширина подобных судов выбирается из условий а) размещения максимального количества солнечных батарей и б) минимизации буксировочного сопротивления на малых скоростях. В отсутствие адекватной нормативной базы для катамаранов, постройка подобных перспективных судов была бы невозможна.

Проект H48 представляет собой рекреационный катамаран $L=14.8$ м, $B=7.2$ м имеет категории В/А по ISO12217-1 [14]. Судно также имеет класс 1D для коммерческой эксплуатации с 36 пассажирами по NSCV [13].

Проект ASV1500W - высокоскоростной катамаран на 54 пассажира, $L=15.3$ м, $B=4.4$ м. Остойчивость судна соответствует требованиям HSC Code Annex 7 [11] при расчетной скорости ветра 15 м/с.

Проект PV99 - маломерный рекреационный катамаран L=9.9м, B=3.6м серийно строится в России с сертификацией TP026 [16]; при этом для нормирования его остойчивости применен стандарт ГОСТ/ISO12217-1 [15].

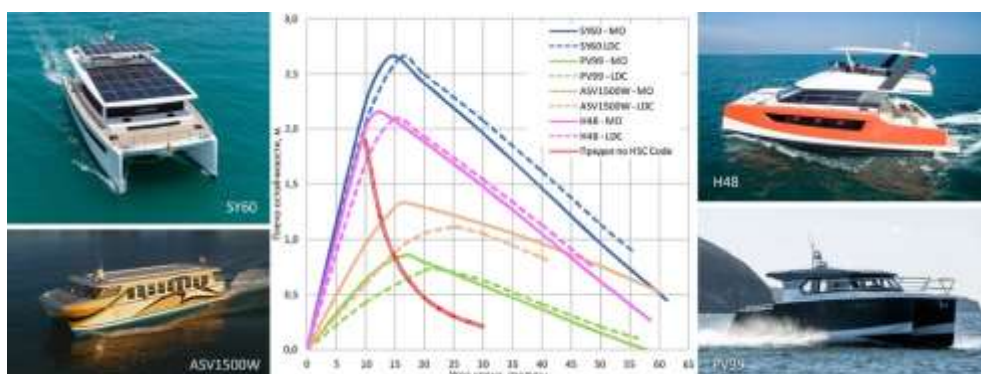


Рис.5. Диаграммы остойчивости катамаранов при минимальном эксплуатационном водоизмещении (МО) и в полном грузу (LDC).

Fig.5. The catamarans stability diagrams at minimal operational load (MO) and at loaded displacement (LDC).

На рис.5 также нанесена ограничительная линия для θ_m по HSC Code [11], полученная из зависимости, представленной в табл.2. Значения θ_m выше и правее линии удовлетворяют критериям HSC Code, на нее удобно ориентироваться при практическом проектировании катамаранов.

Заметим, что ни одно из представленных на рис.5 судов не соответствует критерию $\theta_m \geq 25...30^\circ$ во всех случаях нагрузки; тем не менее, суда обладают высокими мореходными качествами, проверенными опытом их эксплуатации.

Представители классификационных обществ часто нуждаются в рекомендациях от проектировщика при оценке остойчивости катамаранов. Так, в ходе разработки пассажирского катамарана проекта BNTM16 для Андаманских островов Индийским регистром IRS [19] было предъявлено требование соответствия критериям остойчивости из IMO IS Code [9], как известно, предназначенным для однокорпусных судов. Инспекторы IRS при рассмотрении проекта исходили из того, что катамаран при проектной скорости 12уз не был высокоскоростным, чтобы применить к нему HSC Code Annex 7 [11]. В предыдущих аналогичных проектах, индийские коллеги добивались соответствия требованиям IS Code [9] путем герметизации пассажирского салона, балластирования и снижения ширины судна. Таким образом, ДСО катамарана искусственно приводилась к виду, характерному для однокорпусных судов: крайне небезопасное решение, особенно учитывая известные проблемы с перегрузом пассажирских судов в Индии. Автором было предложено, несмотря на скорость судна, применять к нему требования HSC Code [11], разработанные специально для многокорпусных судов. В результате позитивного решения, построенное судно имеет адекватные пропорции и обеспечивает комфорт и безопасность пассажиров, которые могут перемещаться по палубам во время морской прогулки.

В работе с зарубежными классификационными обществами и РС получает распространение разумная практика применения требований из Annex 7 HSC Code [11] для катамаранов, даже формально не являющихся высокоскоростными. С другой стороны, известны и абсурдные ситуации, когда ради соответствия "однокорпусным" требованиям к остойчивости на катамаранах искусственно уменьшают L/B, загружают балластом надстройку и/или герметизируют салон.

Заключение

Катамараны обладают неоспоримыми преимуществами в части комфорта и безопасности и являются перспективными судами для рынка РФ. Одновременно применение критериев остойчивости для однокорпусных судов «навязывает» катамаранам пропорции, при которых двухкорпусные суда не только теряют свои преимущества, но и снижается их безопасность.

Действующие подходы РС [17], PPP [18] и TP026 [16] нуждаются в уточнении с привязкой к международному опыту и реально судействующим судам. Вновь разрабатываемые нормативные документы должны содержать альтернативные требования для многокорпусных судов.

В качестве меры для исправления ситуации и основываясь на опыте реализованных проектов, автором предлагается использовать при нормировании остойчивости катамаранов:

для коммерческих судов - применение Annex 7 HSC Code [11], в том числе и для катамаранов, не являющихся формально высокоскоростными;

для судов рекреационного и служебного назначения - применение ГОСТ/ISO12217-1 [15].

Применение адекватно соответствующих типу судна требований позволит в полной мере обеспечить безопасность рассматриваемых судов при сохранении их эффективности и привлекательности для судовладельцев и пассажиров.

Список литературы

1. Yun L. High Speed Catamarans and Multihulls/ L.Yun, A.Bliault, H.Zong Rong// Springer (2019) - 746 p.
2. Nazarov A. Small Passenger Boats and Water Taxis: Aesthetic and Functional Aspects of Design/ A.Nazarov, A.Jabtanom, N.Charatsidis //Marine Design Conference, RINA, 2014 - Coventry, UK. p.83-94.
3. Bruce P. Heavy Weather Sailing - 7th Edition/ P.Bruce// Bloomsbury Publishing (2016) - 310 p.
4. Report of the Commission of Inquiry into the Collision of Vessels near Lamma Island on 1 October 2012. Government of Honkong, April, 2013.
5. Назаров А.Г. Особенности обеспечения непотопляемости малых судов/А.Г.Назаров //Научно-технический сборник Российского Морского Регистра Судоходства, №58/59, 2020 с.38-49.
6. Nazarov A. Small craft freeboard and stability: approaches to assessment and perspective improvements/A.Nazarov// Transactions of RINA, Vol 159, Part B1, Intl Journal of Small Craft Technology, Jan-Jun 2017 - p.1-13. <https://doi.org/10.3940/rina.ijst.2015.b2.164>
7. Nazarov A. Application of catamaran concept for small commercial, special and pleasure craft/A.Nazarov// 16th High Speed Marine Vessels Conference (HPMV-2011) - Shanghai, China, 2011. – E18.
8. Nazarov A. HOME Catamaran: Cost Efficient Superyacht/A.Nazarov, J.Wijnants //Design & Construction of Super and Mega Yachts, RINA, 14-15 May 2019, Genoa, Italy.p.31-37. <https://doi.org/10.3940/rina.smy.2019.04>
9. Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments - Resolution A.749(18).
10. Ship Construction. Vol.1-2. Edited by Lamb T. SNAME, 2003.
11. International Code of Safety for High Speed Craft (2000 HSC Code) – IMO, 2008 Edition
12. Small Vessels in Commercial Use for Sport or Pleasure, Workboats and Pilot Boats – Alternative Construction Standards. MSN 280 – SCV Code - Maritime Coastguard Agency, UK.
13. National Standard for Commercial Vessels, Stability – Australian Maritime Safety Authority, 2016.
14. ISO12217-1:2015 – Small Craft - Stability and Buoyancy Assessment and Categorization. International Standards Organization.
15. ГОСТ/ISO12217-1:2016 Суда малые - Оценка остойчивости, запаса плавучести и определение проектной категории. Часть 1 - Непарусные суда с длиной корпуса 6 м и более.
16. Технический Регламент о безопасности маломерных судов. TP TC 026/2012.

17. Правила классификации и освидетельствований маломерных судов. НД № 2-020101-133. Российский морской регистр судоходства, 2020
18. Российский Речной Регистр. Правила (в 5-и томах). – Правила классификации и постройки судов (ПКПС). –М.: Российский Речной Регистр, 2019 – 1506 с.
19. Rules and Regulations for the Construction and Classification of High Speed Crafts and Light Crafts. Indian Register of Shipping. 2016.

References

1. Yun L. High Speed Catamarans and Multihulls/ L.Yun, A.Bliault, H.Zong Rong// Springer (2019) - 746 p.
2. Nazarov A. Small Passenger Boats and Water Taxis: Aesthetic and Functional Aspects of Design/ A.Nazarov, A.Jabtanom, N.Charatsidis //Marine Design Conference, RINA, 2014 - Coventry, UK. p.83-94.
3. Bruce P. Heavy Weather Sailing - 7th Edition/ P.Bruce// Bloomsbury Publishing (2016) - 310 p.
4. Report of the Commission of Inquiry into the Collision of Vessels near Lamma Island on 1 October 2012. Government of Honkong, April, 2013.
5. Nazarov A. Specifics of unsinkability of small ships/A.Nazarov// Proceedings of Russian maritime Register of Shipping, #58/59, 2020, p.38-49.
6. Nazarov A. Small craft freeboard and stability: approaches to assessment and perspective improvements/A.Nazarov// Transactions of RINA, Vol 159, Part B1, Intl Journal of Small Craft Technology, Jan-Jun 2017 – p1-13. <https://doi.org/10.3940/rina.ijstc.2015.b2.164>
7. Nazarov A. Application of catamaran concept for small commercial, special and pleasure craft/A.Nazarov// 16th High Speed Marine Vessels Conference (HPMV-2011) - Shanghai, China, 2011. – E18.
8. Nazarov A. HOME Catamaran: Cost Efficient Superyacht/A.Nazarov, J.Wijnants //Design & Construction of Super and Mega Yachts, RINA, 14-15 May 2019, Genoa, Italy. p.31-37. <https://doi.org/10.3940/rina.smy.2019.04>
9. Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments - Resolution A.749(18).
10. Ship Construction. Vol.1-2. Edited by Lamb T. SNAME, 2003.
11. International Code of Safety for High Speed Craft (2000 HSC Code) – IMO, 2008 Edition
12. Small Vessels in Commercial Use for Sport or Pleasure, Workboats and Pilot Boats – Alternative Construction Standards. MSN 280 – SCV Code - Maritime Coastguard Agency, UK.
13. National Standard for Commercial Vessels, Stability – Australian Maritime Safety Authority, 2016.
14. ISO12217-1:2015 – Small Craft - Stability and Buoyancy Assessment and Categorization. International Standards Organization.
15. GOST/ISO12217-1:2016 Suda malye - Otsenka ostoichivosti, zapasa plavuchesti i opredelenie proektnoi kategorii. [Small craft – assessment of stability, floatation and deign category] Chast' 1 - Neparusnye suda s dlinoi korpusa 6 m i bolee.
16. Tekhnicheskii Reglament o bezopasnosti malomernykh sudov. [Technical regulation on safety of small lcraft] TR TS 026/2012.
17. Pravila klassifikatsii i osvidetel'stvovaniia malomernykh sudov. [Rules of classification and survey of small craft] ND № 2-020101-133. Rossiiskii morskoi registr sudokhodstva, 2020
18. Rossiiskii Rechnoi Registr. Pravila (v 5-i tomakh). – Pravila klassifikatsii i postroiiki sudov (PKPS) [Rules of classification and construction of ships]. –М.: Rossiiskii Rechnoi Registr, 2019 – 1506 s.
19. Rules and Regulations for the Construction and Classification of High Speed Crafts and Light Crafts. Indian Register of Shipping. 2016.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Назаров Альберт Георгиевич, к.т.н., FRINA, CEng, MSNAME директор, конструкторское бюро "Albatross Marine Design", Таиланд, email: an@amdesign.co.th

Albert G. Nazarov, Cand Sci (Tech), FRINA, CEng, MSNAME director, design bureau «Albatross Marine Design», Thailand, email: an@amdesign.co.th

Статья поступила в редакцию 08.06.2021; опубликована онлайн 15.09.2021
Received 08.06.2021; published online 15.09.2021