

Океанский катамаран для жизни на борту

заметки о проектировании катамаранов

Альберт Назаров,
Канд. техн. наук



Кто не грезил бросить суетную и серую городскую жизнь и поселиться в тропическом раю? Кто не мечтал идти, подгоняемый легким бризом, под парусом за горизонт или наслаждаться закатом солнца на экзотических островах? Помечтаем? Конструкторы катамарана «J60» тоже позволили себе помечтать, правда – как подобает профессионалам – под конкретного заказчика и возможности реализации проекта. На примере этого судна нам хотелось познакомить читателей с особенностями проектирования мореходных парусных катамаранов и их основными достоинствами.

Реальность современного парусного «катамараностроения» такова, что большинство серийных судов строятся в первую очередь для чартера*, а «хозяйская» версия является приложением, при этом проектировщик ограничивается, по сути, «втискиванием» каюты владельца в заданные чартерным вариантом объемы. В рассматриваемом проекте «J60» все наоборот – «хозяйская» концепция поставлена во главу угла – все для владельца, «для него, любимого» (табл. 1).

* Ряд компаний (например, молодая польская фирма «Sungeef», о которой мы писали совсем недавно) строит парусные катамараны, ориентированные как раз на владельца. – Прим. ред.

Действительно, существуют потребители, которые предпочитают инвестировать в судно и жить на нем, нежели приобретать сверхдорогую недвижимость, особенно в центре мегаполиса. Подобная практика существует, например, в урбанизированных Гонконге и Сингапуре. Здесь при наличии достаточного количества марин и стоянок некоторые граждане решают проблему жилья, приобретая live aboard – судно для жизни на борту, в том числе после выхода «на пенсию». Еще одно применение такого судна – чередование стоянок и переходов от одного живописного острова к другому.

Собственно, под описываемые задачи и разработан проект «J60», а, конкретно – для сингапурца, желающего сочетать жизнь на борту с походами по живописным островам Юго-Восточной Азии. Итак, судно должно было быть:

- длиной 18.3 м и шириной 9 м с учетом стоянки в выбранной марине;
- комфортабельным, т. е. никакой тесной чартерной планировки, а нормальные каюты «квартирного» размера с соответствующей обстановкой и эргономикой;
- полноценным океанским парусно-моторным судном;
- в варианте со скегами становиться днищем на грунт и обладать минимальной осадкой;
- в варианте со швертами – обладать полноценными лавировочными качествами.

Концепция интерьера

В проекте применен ряд новых компоновочных решений, которые редко встречаются на серийных моделях. Необычны кормовая каюта владельца и просторный флайбридж**, вносящие отличия в архитектуру судна.

Салон вмещает диваны, обеденный уголок, а также камбуз и брекфаст-бар. По левому борту у входа находится штурманский стол с постом навигации и связи.

Кормовая каюта владельца размерами 3.8×3.6 м расположена в наиболее благоприятной зоне с точки зрения качки и ускорений. Сдвижная дверь каюты выходит прямо на кормовую часть моста, образуя своеобразный балкон шириной 0.85 м. Это позволяет любо-

** Нельзя не отметить, что проект катамарана с кормовым расположением хозяйской каюты в надстройке на мосту можно видеть в офисе вышеупомянутой компании «Sungeef». Очевидно, новые компоновочные идеи, что называется, «носятся в воздухе», и, возможно, они в скором времени станут стандартом для «хозяйских» катамаранов. – Прим. ред.

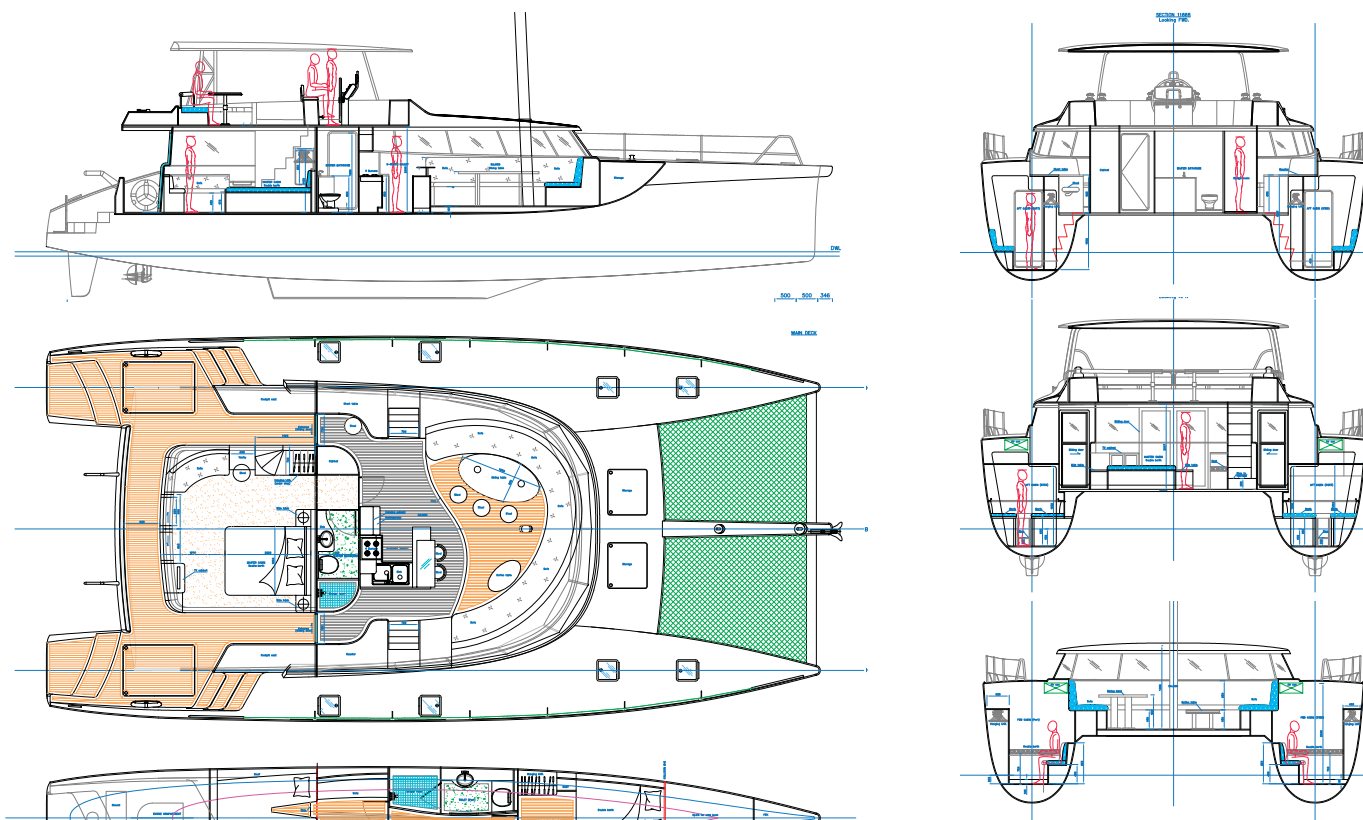


Рис. 1. Чертежи общего расположения, план парусности и поперечные разрезы корпуса катамарана «J60»

Таблица 1

Основные характеристики	
Длина наибольшая, м	18.33
Ширина наибольшая/корпуса по КВЛ, м	9.00/1.79
Осадка корпусом/максимальная осадка, м	0.69/1.09
Полное водоизмещение, кг	18 800
Двигатели, номинальная мощность, кВт(л.с.)	2×55.2(75)
Скорость тах/крейсерская в полном грузу, уз	12.0/10.0
Запас топлива, л	2×600
Запас воды, л	2×600
Сточная цистерна, л	2×300
Площадь парусности, м ² :	
– грот	98.9
– гюня	74.2
– внутренний стаксель	33.8
Пассажиры/экипаж, чел.	12

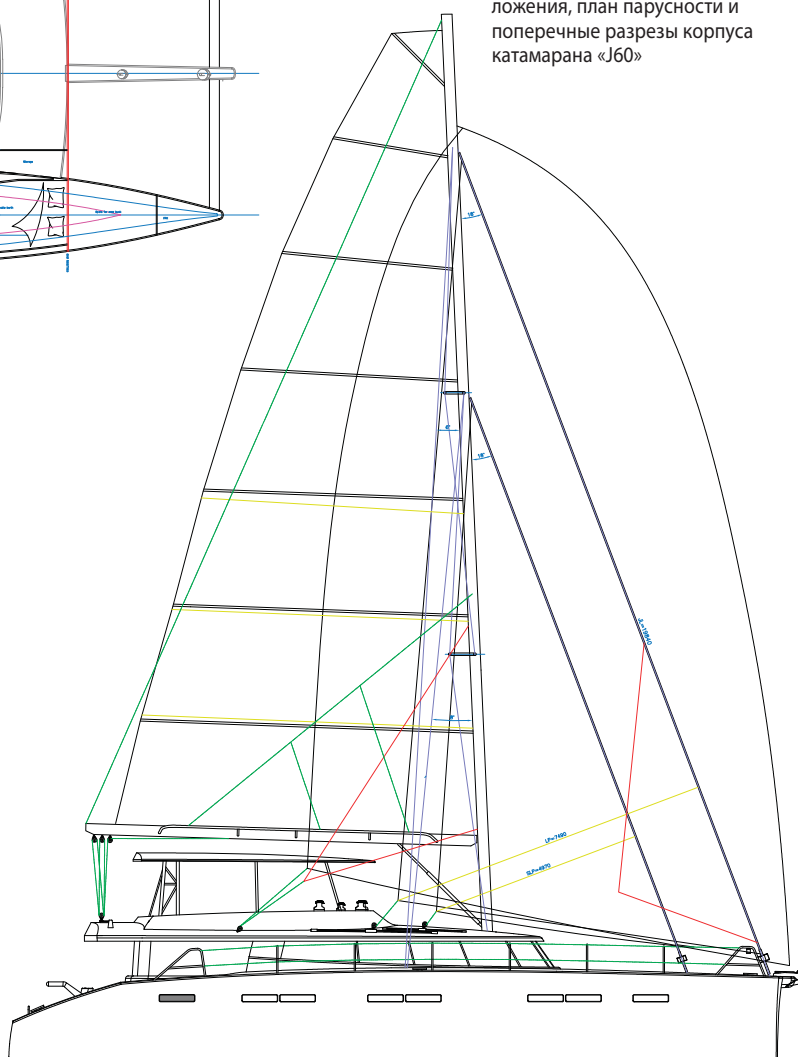




Рис. 2. Трехмерное изображение катамарана «J60»

ваться закатом на море прямо из каюты с двуспальной кровати. Она также оборудована гардеробом, санузлом с туалетом и душевой кабиной.

Кроме того, на судне имеются четыре гостевые каюты, расположенные в корпусах. Одна из них при необходимости становится офисом, мастерской или библиотекой. Каюты довольно просторные и оборудованы диванами и платяными шкафами, а также местами для хранения личных вещей. Предусмотрена опция с закладной доской между койками, позволяющая образовывать две одноместные или одну двуспальную кровать.

В мидельной части корпусов расположены просторные санузлы, один на две каюты, эти же санузлы используются гостями в салоне при коротких выходах.

В форпиковых отсеках находятся запасные койки и санузел для наемного экипажа (иначе называемые «тещина каюта»).

Двигатели установлены в изолированных отсеках с удобным доступом через палубные люки. Никаких «дизелей под койкой» – это шумно, жарко и малопригодно для ремонта! В машинных отделениях также размещаются генератор, опреснитель, водонагрева-

тель, батареи, помпы пресной воды и прочее оборудование – все подчинено идее снижения шума и легкости обслуживания.

Архитектура палубы

Архитектура палубы отражает современные тенденции максимизации полезных площадей при некоторой «квадратности» стилистических решений экстерьера. Кокпит выполнен на одном уровне с салоном и каютой владельца. Расположенные побортно входные двери из кокпита в салон «прикрыты» комингсами рубки, поэтому их можно держать открытыми на ходу даже в дождь.

Остекление рубки (салона) близко к вертикальному. Конечно, «азимутно» зализанные формы с лихо наклоненными стеклами выглядят впечатляюще и нравятся неискушенной публике, особенно после того вклада, который внесли в яхтенный дизайн автомобильные стилисты. Но, во-первых, это – потерянные площади, а во-вторых, жара в салоне из-за проникающих прямых солнечных лучей (прежде всего в тропиках). Поэтому у каюты владельца имеется эффективный козырек по периметру, защищающий помещение от солнца.

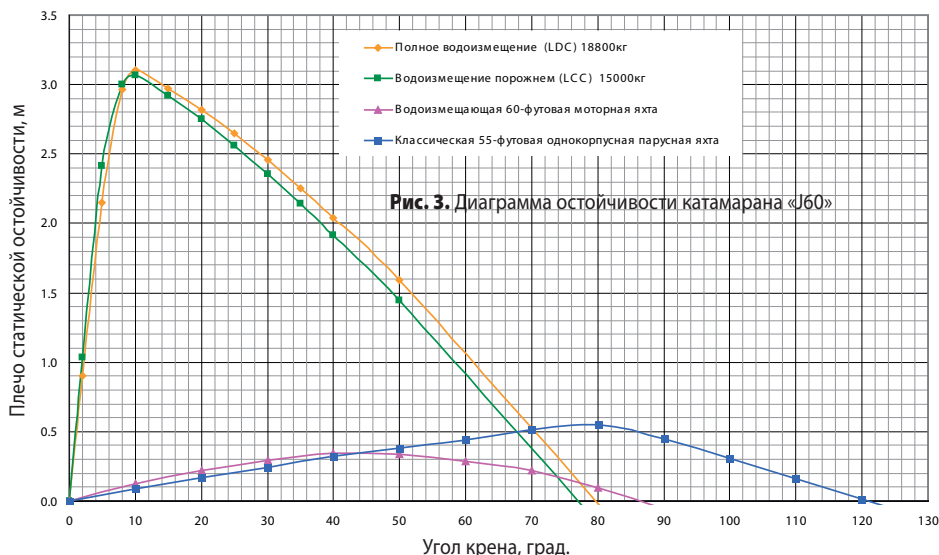
Флайбридж размерами 4.9×4.8 м «утоплен» в крышу рубки и снабжен комингсом. В носовой его части устанавливаются лебедки шкотов и фалов, при этом снасти к фаловым лебедкам проведены в коробе крыши рубки. Пост управления представляет собой консоль со штурвалом и дублирующей станцией карт-плоттера и основных приборов, а также средств связи. По правому борту находится небольшая камбузная стойка с барбекю и мойкой, в кормовой части флайбриджа – огромный диван с обеденным столом.

Такое насыщение оборудованием объяснимо, ведь флайбридж – основное место пребывания людей на ходу, когда все предпочитают сидеть наверху и быть единой компанией, а не смотреть на переборку из-под сиденья рулевого, будучи в кокпите.

Крыша флайбриджа жесткая, что оправданно в условиях тропических ливней и интенсивного ультрафиолетового излучения: при необходимости она обеспечивает доступ к гикю и размещение солнечных батарей.

Остойчивость и живучесть многокорпусников

Вопросы остойчивости многокорпусников – одни из наиболее обсуж-



даемых среди яхтсменов. Формально остойчивость катамарана на больших углах крена ниже, чем у однокорпусных судов (рис. 3). Но нужно рассмотреть практическую сторону вопроса – что бы перевернуть катамаран потребуются очень большой опрокидывающий момент, приблизительно равный половине расстояния между корпусами, умноженной на весовое водоизмещение судна. Этот момент в разы превышает момент, достаточный для опрокидывания однокорпусного судна.

Поэтому основной фактор, определяющий возможность опрокидывания катамарана, это – размер судна. Скажем, в используемом в настоящее время стандарте ISO12217-2 формула для «фактора размера многокорпусника» выглядит так:

$$SF = 1.75 m_{\text{МОС}} \sqrt{L_H B_{CB}},$$

где $m_{\text{МОС}}$ – масса судна при минимальном эксплуатационном водоизмещении, кг; L_H – длина корпуса, м; B_{CB} – ширина между центрами величины корпусов, для симметричных корпусов – расстояние между ДП корпусов.

Категория судна назначается согласно полученному «фактору размера», но обычно достичь соответствия категории А (океанская) на катамаранах длиной более 40 футов не представляет проблем. В частности, для «J60» при необходимом значении $SF = 40\ 000$ фактически имеем $SF = 250\ 000$, что многократно превышает минимальные требования.

Немаловажно также, что построенный в соответствии с требованиями стандартов катамаран в случае аварии не утонет, а останется на плаву, и жизнедеятельность экипажа будет обеспечена благодаря обязательным эвакуационным люкам. Таким образом, можно утверждать, что большие многокорпусники надежны в океанских условиях, и их живучесть в экстремальных обстоятельствах весьма высока.

Форма корпуса и ходовые качества под парусами

Основным фактором, определяющим буксировочное сопротивление катамаранов, является относительная длина, или ее британский эквивалент D_{LR} – фактор водоизмещение/длина. Для круизных катамаранов (далее используется водоизмещение обоих корпусов, но иногда ее считают для одного

корпуса) значения $D_{LR} = 100-120$ соответствуют тихоходным катамаранам, $D_{LR} = 50-70$ – быстроходным судам. У «J60» эта величина составляет 83.5 в полном соответствии с выбранной концепцией (рис. 4).

Форма корпуса круизного катамарана – это всегда компромисс между необходимостью обеспечения высоких ходовых качеств и пространством, требуемым для обитаемости. Установлено, что удлинение корпусов $L_{WL}/B_{WL} < 8:1$ нежелательно для катамарана и существенно сказывается на его буксировочном сопротивлении. Удлинение 12:1 и более характерно для быстроходных катамаранов. Коэффициенты продольной полноты современных катамаранов составляют около 0.6.

«J60» обладает достаточно эффективными корпусами с относительным удлинением $L_{WL}/B_{WL} = 10:1$ и довольно высоким значением призматического коэффициента $C_p = 0.59$.

Вертикальный клиренс моста, т. е. расстояние от его поверхности до плоскости ватерлинии, и продольная профилировка моста – важнейшие факторы, определяющие дополнительное сопротивление катамарана на волнении.

Как показывает опыт, мост должен быть достаточно высоким, корпуса и мост могут иметь только продольные выступающие элементы жесткости, не увеличивающие сопротивление. Вертикальный клиренс «J60» составляет 870 мм в полном грузу – достаточно хорошее значение для мореходного катамарана. Например, известный австралийский конструктор катамаранов Джефф

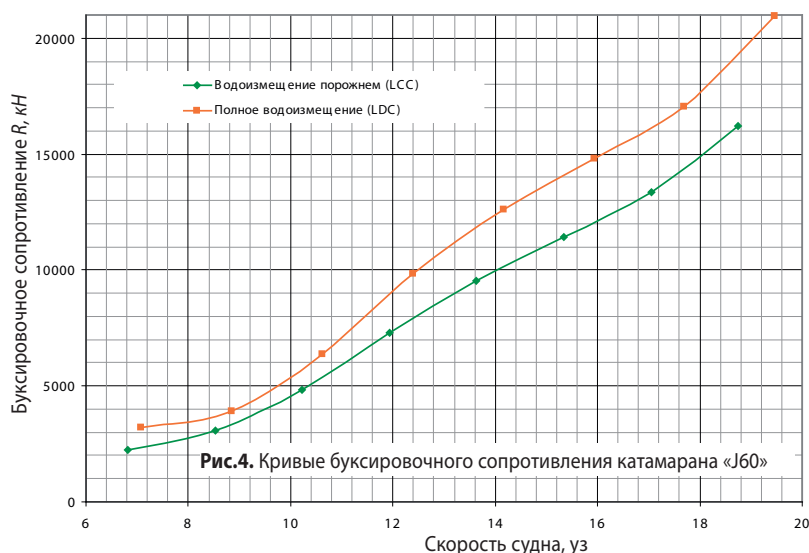


Рис. 6. Схема армирования конструкций катамарана «J60»



Шайонинг рекомендует (для катамаранов длиной 40–60 футов) следующие значения вертикального клиренса: 600–800 мм для круизного катамарана, 700–900 мм для быстроходного и 800–1000 мм для гоночного.

Важно отметить, что высокий катамаран с высоким клиренсом моста предпочтительнее и обладает лучшими ходовыми качествами по сравнению с «низкопрофильным» катамараном с низким клиренсом, даже при лучшей аэродинамике последнего.

Часто на катамаранах можно встретить различные ящики и выступы, выдающиеся в пространство между корпусами. Их существование обосновывается необходимостью вписать койки, трапы и т. д. Более того, встречается так называемый «pacelle» – развитый клиновидный волнорез, расположенный низко над водой по всей длине моста. На мореходном катамаране всех этих излишеств следует избегать – они заметно тормозят судно на волнении, подвергаются ударам и делают пребывание на нем некомфортным.

Энерговооруженность катамаранов принято оценивать с помощью такого параметра, как «число Брюса», которое составляет 1.0 у тихоходных катамаранов, 1.3–1.4 – у круизных, 1.5–1.9 – у быстроходных. У «J60» этот параметр равен 1.35.

Однако все приведенные коэффициенты и параметры предназначены лишь для очень приблизительной оценки ходкости (способы их вычисления допускают спекуляции, чем нередко пользуются производители судов!), реальный всесторонний анализ ходовых качеств парусного судна возможен только с помощью полярных диаграмм скоростей.

Необходимо подробнее остановиться на влиянии выступающих частей на ходовые и особенно лавировочные качества. Нами выполнены расчеты полярных диаграмм скоростей «J60» со скегами (их также называют LAR keels, или low aspect ratio keels – кили малого удлинения) и со швертами высокого удлинения. Результаты расчетов позволяют сделать

закономерный вывод – скеги малого относительного удлинения не создают достаточной подъемной силы для обеспечения полноценных лавировочных качеств, но с увеличением курсового угла ходовые качества обоих вариантов выравниваются.

Вариант «J60» со скегами, наверное, выберет яхтсмен, проводящий много времени на мелководе или в маринах, а вариант со швертами – владелец, желающий иногда участвовать в гонках. Установлено также, что наличие флайбриджа оказывает пренебрежимо малое влияние на лавировочные качества.

Еще одно преимущество катамарана, на котором хотелось бы заострить внимание, это более благоприятная качка (рис. 5).

Пропульсивная установка и ходовые качества под мотором

Выбирая пропульсивную установку, мы первым делом отговорили заказчика от установки электродвигателя. К сожалению, в настоящее время на



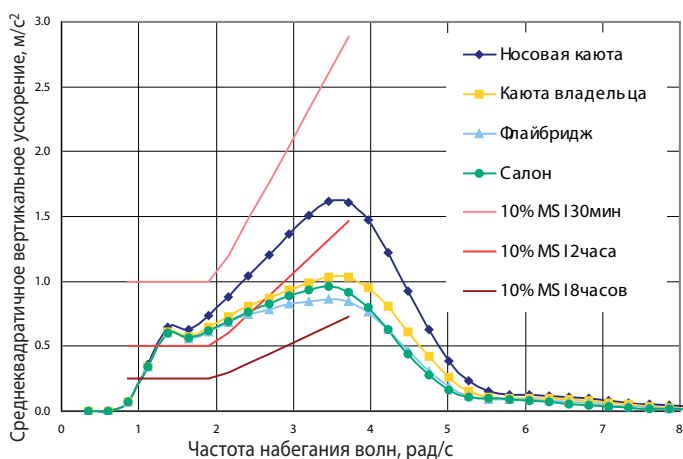


Рис. 5. Характеристики килевой качки катамарана «J60» на встречном волнении с высотой волн $h_{1/3} = 2$ м на скорости 10 уз. Запись «10% MSI 2 часа» означает, что у 10% людей на борту через два часа появляются признаки укачивания. Обратите внимание на благоприятные параметры качки в каюте владельца.

эту удочку производителей «экологически чистых, малощумных и экономичных электродвигателей» попадает все больше судовладельцев. Тут нужно однозначно отделять правду от «маркетинговых сказок» об экономичности и «большой мощности» по сравнению с двигателями внутреннего сгорания. Реальность такова, что ни по надежности, ни по экономичности, ни по дальности хода электродвигатели пока не могут конкурировать с морским дизелем.

На «J60» предусмотрена установка двух дизелей «Yanmar 4JH3-TCE» с приводами типа сейлдрайв SD50-T. Она позволяет совершать длительные переходы под одним двигателем со крейсерской скоростью 8–10 уз и обеспечивает необходимый резерв мощности для сложных условий плавания. Это важно при учете парусности надводной части многокорпусников. Исходя из этого, для современных парусных катамаранов рекомендуется принимать мощность двигателя 6–10 л.с. на тонну водоизмещения. Для «J60» эта величина составляет 8 л.с. на тонну в полном грузу. Дальность хода под двигателем – не менее 1200 миль.

Конструкция корпуса

Рациональное проектирование конструкции корпуса видится основным резервом снижения веса судна путем повышения его ходовых качеств. Ана-

лиз вариантов конструкции, выполненный на основе правил ISO12215-5, позволил выбрать вариант армирования корпуса, близкий к оптимальному по весу, причем без существенного увеличения стоимости. В конструкции «J60» широко применяются мультиаксиальные ткани китайского производства из E-стекла – квадраксиальные и биаксиальные, а также однонаправленные ткани для усиления и балок набора. В качестве связующего используется полиэфирная смола, за исключением двух наружных барьерных слоев и встроенных топливных танков, в которых применяется винилэфирная смола. Ключевой момент создания легкой и прочной обшивки – применение сэндвичевых конструкций с включением пенопластов Divinycell плотностью от 60 до 130 кг/м³ (рис. 6).

Приведенный вариант армирования, скажем – европейский, разработан под действующие в Европе требования стандартов ISO/RCD. Большинство австралийских и американских конструкторов предпочтут более легкий вариант, но необходимо учитывать, что в этих странах отсутствуют обязательные требования к прочности малых прогулочных судов.

Оборудование и вес катамарана

Часто говорят, что тяжелый катамаран теряет преимущества многокорпусника в ходовых качествах. Это дей-

ствительно так, но даже в этом случае сохраняется его важнейшее преимущество – полезные площади. Более того, те катамараны, которые изначально проектируются сверхлегкими (например, некоторые австралийские модели) нередко оказываются перегруженными оборудованием, которое добавляется владельцем в процессе эксплуатации. Результат такого дооборудования – перегруженное судно и перегруженные конструкции, которые рано или поздно начинают давать трещины.

При проектировании «J60» мы исходили из того, что катамаран для жизни на борту должен иметь соответствующий уровень отделки, быть оборудован системами кондиционирования, водонагревателем, опреснителем и прочими необходимыми вещами. Поэтому водоизмещение «J60» «честное» – это не тяжелый чартерный катамаран, но и не пустой внутри сверхлегкий пенопластовый аппарат (табл. 2).

В целом задуманный для одного конкретного заказчика катамаран вызвал интерес широкого круга яхтсменов от Новой Зеландии и Австралии до Испании. Видимо, концепция уединенного и спокойного отдыха в кризисные времена пришлась по душе многим. В настоящее время готовится постройка головного судна, а каким будет «J60», спущенный на воду, покажет будущее.

Таблица 2

Укрупненная весовая нагрузка катамарана «J60»	
Группа	Масса, кг
Конструкция корпуса, палубы, переборки, встроенная мебель	8590
Интерьер и оборудование помещений	2800
Палубное оборудование и снабжение	910
Парусное вооружение	710
Механизмы	620
Электрооборудование	460
Общесудовые системы	410
Балласт	0
Запас водоизмещения	500
Судно порожнем/в полном грузу	15 000/18 800
Нагрузка	3800