



Борис и Валерий Синильщиковы

Глиссирующий катер для дальних походов

Часть вторая. Пути экономии веса корпуса. Начало см. «Кия» № 219

Толщину обшивки и силовых связей выбирают, исходя из гидродинамических нагрузок (удары волн) и местных нагрузок, возникающих при посадке на мель и при соударении с топьяками. Основные силовые элементы корпуса работают на изгиб, поэтому сравним удельную прочность различных материалов при работе на изгиб одинаковой массы сравнимых элементов с прочностью стеклопластика ручной формовки на основе стеклотканей. Удельная прочность прессованных стеклопластиков (стеклотекстолитов) выше в 1.5 раза и более. Удельная прочность стеклопластика на основе инфузионных технологий также в 1.2–1.3 раза выше. А вот удельная прочность стеклопластика с применением стекломата или поликормата в 1.5–2 раза меньше. Еще значительно уменьшается удельная прочность обшивки катеров, если наружные и внутренние (наиболее нагруженные) слои обшивки покрыты толстым слоем гелькоута, топкоута, шпаклевкой или другим декоративным покрытием* («Кия» № 185). Удельная прочность фанерной обшивки – 0.6 от прочности стеклопластика на основе стеклотканей. Отметим, что для того, чтобы фанера долго сохраняла свою прочность, необходимо защитить ее от намока-

ния – оклеить стеклотканью. Дополнительным достоинством древесины является весьма высокая сопротивляемость развитию усталостных трещин. Прочность обшивки из свариваемых алюминиевых сплавов составляет 0.45 от прочности стеклопластика.

При ударных нагрузках необходимо, чтобы материал не только имел прочность на изгиб, но и поглощал энергию удара, т. е. надо сравнивать материалы по удельной энергии для разрушения элемента конструкции при работе на изгиб. При сравнении алюминия со стеклопластиком на основе стеклотканей алюминий уже будет иметь некоторое преимущество по этой характеристике. Впрочем, после удара на стеклопластиковом корпусе останутся царапины, а на алюминиевом – глубокая вмятина. Ударные характеристики обшивки серийных стеклопластиковых катеров могут быть ниже раза в три, чем характеристики стеклопластика на основе стеклотканей. Фактическая удельная прочность трехслойных стеклопластиковых конструкции хуже, чем листового стеклопластика, так как при точечном приложении нагрузки совместная работа трехслойной конструкции нарушается, и наружная обшивка легко пробивается, хотя обшивка при этом может сохранить герметичность. Ударные характеристики фанеры составляют 0.5 от характеристик стеклопластика на основе сте-

клотканей. Вместе с тем у фанеры имеется дополнительное ценное свойство – даже при получении сквозной трещины обшивка забухает (иногда настолько, что течь прекращается).

Все эти рассуждения справедливы, если обшивка опирается на разветвленный набор из стрингеров и шпангоутов. В алюминиевых и фанерных катерах он предусматривается. Но для стеклопластиковых катеров элементы набора существенно усложняют конструкцию, и, следовательно, технологию изготовления. По этой причине при серийной постройке часто используется минимум набора, что вынуждает производителей для сохранения минимальной прочности дополнительно увеличивать толщину днища, причем некоторые не очень добросовестные фирмы рекламируют этот шаг как заботу о прочности катера, хотя на самом деле он обладает минимальной прочностью при значительном весе. Поэтому прочность фанерных катеров выше, чем большинства серийных стеклопластиковых судов (при одинаковом весе корпуса).

Рекомендации по выбору толщин днища и размеров основных элементов набора приводятся в различных справочниках. Учитывая описанные выше условия эксплуатации туристского катера, для днища эти размеры следует выбирать максимальными. Так, при наличии развитого набора толщину

* Напомним, речь здесь идет об удельной прочности, и наличие покрытия на абсолютной прочности конструкций не сказывается. – Прим. ред.

днища из стеклопластика на основе стеклотекстолита можно принимать равной 4–5 мм, из фанеры – 10 мм (с учетом оклейки), из свариваемого алюминиевого сплава – 4–5 мм. Соответствующая по прочности толщина днища стеклопластиковых катеров серийной постройки (с ограниченным набором) должна быть не менее 8–12 мм, что и приводит к увеличению массы корпуса.

Толщину бортовой обшивки и элементов бортового набора, особенно расположенных выше ватерлинии, целесообразно выбирать по нижнему пределу. Автор при постройке катамарана «Крузиз» (длина – 10 м, ширина – 2,85 м, водоизмещение – до 3,5 т, макс. скорость – 30 км/ч) при постройке не смог приобрести фанеру толщиной 6 мм. Борты и палубы пришлось обшивать 4-мм фанерой (плюс один-два слоя стеклоткани). Правда, в связи с этим расстояние между стрингерами уменьшилось с 20 см до 12–15 см. Тем не менее 30-летняя эксплуатация, в том числе более 40 тыс. км пройденных фактически в морских условиях (Финский залив, Ладога, Онега, Белое море), подтвердили работоспособность такой обшивки.

Таким образом, для рассмотренного катера вполне достаточно использовать фанерную обшивку толщиной 6 мм (по нашему мнению, оптимальный вариант – фанера хвойных пород марки ФСФ толщиной 6,5 мм). Толщину обшивки из стеклопластика на основе стеклотканей можно ограничить 2,5 мм. Если такой борт покажется вам слишком гибким, то обшивку борты можно выполнить с уступами, имитирующими обшивку «кромка на кромку», или использовать трехслойную обшивку (1,5 мм – наружный слой, 10–15 мм – твердый пенопласт, 1,0 мм – внутренний слой) или усилить деревянными стрингерами. Толщину бортовой обшивки из алюминиевых сплавов можно принять равной 2,0–2,5 мм (из Д16 – 1,5–2,0 мм). Для сравнения: на КПК «Волга» толщина бортовой обшивки – 1,0 мм.

Аналогично целесообразно минимизировать размеры палубных конструкций. Основная нагрузка, действующая на палубу катера, – вес находящего экипажа (или вес снега зимой). Под этим весом облегченная палуба может получить значительный прогиб, хотя напря-

жения при этом будут очень далеки от опасных. Один из гостей «Крузиза» даже испугался, когда подволок каюты под весом другого гостя прогнулся более чем на 1 см. Но я объяснил, что катер сделан по авиационным технологиям, и под нагрузкой его конструкции изгибаются так же, как крылья у самолета. После этого гость успокоился.

Еще большая весовая дисциплина должна соблюдаться при изготовлении внутренней мебели и переборок. Для этих целей желательно использовать фанеру толщиной 3 мм; для внутренней зашивки – пластик толщиной 1 мм, а для полоков – бакфанеру толщиной 5 мм. В стремлении облегчить корпус катера можно брать пример со строителей судов на подводных крыльях, которые для обшивки надстроек используют алюминиевые листы толщиной всего 1,5 мм. Кстати, это было одной из причин, по которой чиновники от судостроения препятствовали запуску в серию алексеевской «Ракеты».

Заметим, что эти рекомендации относятся к катерам, для которых попадание на волны высотой волн более 3 м исключается. При плавании в условиях значительного волнения, когда при обрушении волны образуется мощный стекающий поток, гидродинамические силы, действующие на борты и палубу судна, многократно увеличиваются. Прочность бортов и палуб катеров и яхт, плавающих в таких условиях, должна быть существенно увеличена (см. приложение, подготовленное А. А. Оскольским в книге К. А. Колса).

Учитывая специфику эксплуатации туристского катера – плавание вне фарватера (пусть и на малых ходах) и стоянки носом в берег – необходимо усилить конструкцию киля и установить наружный фальшкиль. Наилучшим решением является установка выклеенного из реек ели или сосны фальшкиля 36 (см. часть первую в № 219, рис. 1, стр. 58) высотой не менее 50 мм на клею к наружной фанерной или пластиковой обшивке. Для крепления этого фальшкиля применять шурупы нецелесообразно. Только наружная нержавеющая полоса крепится к фальшкилю шурупами. Такой фальшкиль, особенно после намокания, – идеальный амортизатор при ударах – он сминается иногда до 30–40 мм и защищает основные конструкции от динамиче-

ских нагрузок. За время эксплуатации «Крузиза» смятый фальшкиль в районе форштевня заменялся несколько раз. Для уменьшения динамических нагрузок при ударе о подводные препятствия угол форштевня относительно горизонта в районе ватерлинии не должен превышать 40° (см. рис. 1, ледокольный форштевень). В этом случае при соударении нос лодки отскакивает вверх, что значительно лучше, чем мгновенная остановка катера. Также целесообразно дополнительно оклеить днище около киля в носу несколькими слоями стеклоткани, так как оно интенсивно царапается галькой и песком во время стоянок.

Если следовать приведенным выше рекомендациям, то чистый вес корпуса не превысит 900–1000 кг, вес оборудованного катера с четырехтактным ПМ (без массы снабжения) – 1,1–1,2 т, а полностью загруженного катера – 2,1–2,3 т. По-видимому, это – минимальные цифры для глиссирующего катера. Для сравнения заметим, что масса корпуса мотосейлера «МакГрегор», имеющего близкие размеры (7,65×2,39 м) – 1,1 т. При правильном выборе обводов и винта средний расход бензина составит 60–75 л на 100 км. При установке легкого дизеля водоизмещение несколько увеличится, расход топлива в литрах немного уменьшится, но в килограммах практически не изменится. (Для туристов расход в килограммах не менее важен, так как при заправке переносятся «килограммы», а не «литры».)

Скорость и обводы

При выборе обводов туристского глиссирующего катера, плавающего по крупным рекам и озерам, как правило, используются обводы «моногодрон» с повышенной килеватостью (12–14° на транце), и с небольшим увеличением килеватости носовых шпангоутов. В отличие от катеров с «закрученным» днищем, имеющих острые носовые шпангоуты, катера с обводами «моногодрон» более жестко идут против короткой и крутой речной волны, но лучше себя ведут при плавании на волнах высотой более 1,0–1,5 м, особенно на попутной волне, так как реже теряют управляемость. Необходимо иметь в виду, что плавания на таком катере по озерам отличаются от плаваний на прогулочном или рыболовном катере. При крат-

ковременном выходе на прогулочном катере вы можете позволить добавить «газу» так, что он будет кратковременно вылетать в воздух. При многочасовых переходах с семейным экипажем подобный режим неприемлем. Скорее всего, вы либо отложите выход в ожидании хорошей погоды, либо снизите скорость, чтобы плавание проходило в приемлемых условиях. Так, при плавании против волны высотой 0.8 м скорость, обеспечивающая приемлемый уровень комфорта, находится в диапазоне 20–25 км/ч, а при более высокой, особенно крутой, волне и до 15 км/ч. При плавании вдоль волны или по ней в этих условиях комфортная скорость также 20–25 км/ч.

Весьма заманчивый способ озерного плавания – «гонка за лидером». Катер держится сзади и несколько сбоку от крупного судна, которое, как уют, сглаживает озерную волну. Скорости сухогрузов находятся в диапазоне 15–20 км/ч, а пассажирских судов – не более 22 км/ч. Самое неприятное в этих цифрах то, что они находятся в диапазоне скоростей выхода на глиссирование. Плыть на волнении на большинстве прогулочных глиссирующих катеров, которые тяжело выходят на этот режим, с такими скоростями очень утомительно – придется все время работать ручкой газа: то прикрывать дроссель, когда катер вышел на глиссирование и продолжает разогнаться, то открывать, когда из-за взаимодействия с волной его скорость падает. К тому же такое движение возможно только при повышенной мощности двигателя, обеспечивающего уверенный выход на глиссирование в этих условиях, и сопровождается существенным увеличением расхода топлива.

Для уменьшения сопротивления прогулочных катеров на высоких скоростях конструктор вынужден уменьшать длину глиссирующей пластины (длина по ватерлинии некоторых скоростных катеров равна 60% габаритной длины корпуса). Длина по КВЛ большинства прогулочных катеров близкого водоизмещения (2 т) находится в районе 5.5 м. И это не случайно: при такой длине катер имеет оптимальную центровку и высокое гидродинамическое качество в диапазоне скоростей 35–50 км/ч. Однако на пониженных скоростях его сопро-

тивление возрастает (на минимальной скорости устойчивого глиссирования (26 км/ч) – на 30–40%, а на скоростях, соответствующих горбу сопротивления, – еще больше), что в сочетании с падением КПД винта приводит к замедленному выходу на глиссирование и росту расхода топлива на этих скоростях в 1.5–2 раза.

Если увеличить длину корпуса до 7 м, а длину по КВЛ выбрать при этом максимально возможной – 6.5 м (как на рис. 1), то рабочие скорости (с высоким гидродинамическим качеством и пониженным расходом топлива), будут в диапазоне 29–41 км/ч. При этом на пониженных скоростях (25–28 км/ч) расход топлива более длинного катера возрастает всего на 5–10% по сравнению с расходом на рабочих скоростях. Такой катер будет значительно легче выходить на глиссирование, но «горб сопротивления» окажется у него весьма заметным.

Если увеличить длину катера по КВЛ до 7.7–8.0 м (не изменяя его водоизмещения), то рабочие скорости будут равны 25–36 км/ч. Особенностью такого катера будет резкое увеличение потребляемой мощности на скоростях, превышающих 40 км/ч. Уменьшение нагрузки (например, при эксплуатации длинного катера в прогулочном варианте) по этой причине приведет лишь к незначительному приросту скорости. Катер практически не будет иметь «горба сопротивления», и расход топлива на скоростях выхода на глиссирование – 16–25 км/ч – окажется не намного выше, чем при глиссировании. Другим достоинством длинного катера будет то, что при перегрузке он сможет поддерживать скорость 26–28 км/ч, хотя и при повышенном расходе топлива. В таких же условиях короткий катер на глиссирование не выйдет и вынужден будет двигаться в переходном режиме.

Транцевые баки

Однако увеличение длины катера приводит к увеличению водоизмещения, усложняет транспортировку. В связи с этим определенным преимуществом будет обладать удлиненный катер, в котором в качестве элемента, обеспечивающего увеличение длины, используется купальная платформа (транцевые баки – своеобразные транцевые

плиты). Такая платформа совершенно необходима также для посадки на бортовую лодку, а также для смены и очистки винта, чистки рыбы и т. д. На катере, показанном на рис. 1, купальной платформой служили транцевые баки, (фактически – две платформы, установленные справа и слева от откидной колонки или ПМ). Транцевые баки могут принимать два положения: верхнее и нижнее. В нижнем положении (крепление бака к нижней оси) днище транцевого бака продолжает линию днища катера, а верхняя поверхность бака располагается примерно на 10 см выше КВЛ. Бак крепится к транцу шарнирно и фиксируется наклонными раскосами. Изменяя длину раскосов, можно подобрать положение бака, обеспечивающее минимальное сопротивление на крейсерской скорости. Более того, если предстоит длительное плавание на малой скорости, то, повернув баки (уменьшив осадку их кормовой части), можно заметно улучшить экономичность и для этого режима. В верхнем положении бака (крепление к верхней оси) дно бака располагается на 15 см выше дна катера. При этом баки продолжают выполнять функции купальной платформы, помогают выходить на глиссирование, но после выхода на этот режим нижняя поверхность баков с водой не соприкасается.

Самое простое конструктивное решение – установка на транце двух комплектов узлов крепления. Баки переставляют либо с бона, либо на мелководье. Для повышения эффективности ширина баков должна быть максимально возможной, а вот их ширина и форма внутренней вертикальной стенки не должны препятствовать повороту колонки или подвесного мотора на максимальный угол. Конструкция баков – максимально облегченная, поскольку отремонтировать бак (сняв его) несложно даже в походных условиях. Конечно, эффективность двух баков длиной 1 м с достаточно большим промежутком между ними меньше, чем удлиненного на 1 м корпуса, однако при этом не возрастают габариты катера (баки при перевозке и хранении можно снимать), не ухудшается гидродинамика на повышенных скоростях и при малой нагрузке, да и масса катера практически не увеличивается.

Продолжение следует