

Александр Богдашевский, инженер-кораблестроитель

# Из чего построить мечту?

Многие неопытные строители яхт полагают, что корпус является главной статьёй расходов и краеугольным камнем всего мероприятия. В реальности доля расходов, приходящаяся на корпус, редко превышает 20% общих затрат на строительство судна. Однако для судостроителей-любителей именно корпус является важным психологическим рубежом и ключевой позицией во всем затеянном мероприятии. И это мнение имеет под собой серьезное основание.

**В** этой статье приведены рекомендации по выбору материала корпуса, которые, возможно, помогут людям, начинающим самостоятельную постройку своего судна. Чтобы не уйти в общие фразы, не буду затрагивать все аспекты строительства яхт, попробую лишь высказать несколько конкретных соображений именно о корпусе.

Выбор материала предопределяет долговечность яхты, надежность, стоимость ее в глазах окружающих и

эксплуатационные расходы. Есть три базовых варианта: дерево, стеклопластик и металл (алюминиевые сплавы и сталь).

*Дерево* в качестве конструкционного материала притягательно и обаятельно как уличный котенок, однако потребует в дальнейшем содержании большого и постоянного к себе внимания. Для изготовления качественного корпуса необходимы не только очень высокие профессиональные навыки, но и весьма недешевые экзотические

породы дерева, импортные клеи и лаки. Отечественные породы дерева, да и качество пиломатериалов, к сожалению, не соответствуют современным судостроительным требованиям. Очень недальновидной будет попытка экономии на качестве корпуса, как на фундаменте всей затеи.

Стоит учитывать и то, что обязательно наступит день, когда захочется продать уже поднадоевшую лодку, и в этот момент можно оказаться обладателем вещи, которую все хвалят, но по-

Постройку стального судна можно с успехом вести под открытым небом. На фотографии шхуна проекта 82870 в процессе постройки (постройка ООО «Амета»)



купать не торопятся. Покупателей на поддержанную деревянную яхту найдется немного. Кроме того, деревянная конструкция склонна со временем коробиться, растрескиваться, подтекать и очень быстро терять вид, удешевляя таким образом все судно.

Фанера и технология «Сшей и склей» (stitch & glue) привлекательны своей технологической незатейливостью. Количество готовых проектов для самостроителя достаточно, чтобы свободно выбирать. Здесь очень важно отметить, что все современные проекты под технологию S&G подразумевают по своей сути сэндвичевую конструкцию, в которой фанера выполняет роль заполнителя. Бюджетные и удобные для ламинирования полиэфирные смолы имеют недостаточную адгезию к фанере, и их использование в данном случае недопустимо, поскольку со временем приведет к расслаиванию конструкции. Судостроителю придется потратиться на «эпоксидку», работа с которой требует относительно высокой квалификации и очень внимательного отношения к средствам индивидуальной защиты – ввиду ее высокой токсичности.

Стеклоткани, используемые в работе, также должны быть специально адаптированы (аппретированы) для эпоксидных смол. Скуловые швы, вследствие возникающих в этих местах касательных напряжений, потребуют использования биаксиальных лент. Все это – не самые доступные и дешевые вещи. Однако если речь идет о качестве, учитывать эти аспекты надо.

К недостаткам следует отнести необходимость в подходящем помещении для строительства и непривлекательность лодки при продаже. Слово «фанера» в русском языке ассоциируется с чем-то недорогим и не подлинным.

Таблица 1. Характеристики основных материалов, используемых в малотоннажном судостроении\*

Наименование материала	Плотность, т/м³	Модуль упругости, ГПа	Опасные напряжения**, МПа	Стоимость***, руб./кг
<b>Сталь</b>				
ВСт3сп	7.78	200	245	28
09Г2С	7.85	210	300	30
10ХСНД	7.80	210	390	37
РСА	7.78	200	245	32
РСВ	7.78	200	245	34
РСД32	7.80	210	315	43
<b>Алюминиево-магниевые сплавы</b>				
АМг 3	2.66	70	120	160
АМг 5	2.65	71	130	220
АМг 6, 1561	2.65	71	220	245
АМг 1575	2.65	72	430	—
5052	2.68	70	200	—
5059	2.65	71	270	—
5083	2.65	71	220	180
5383	2.66	72	250	—
<b>Стеклопластик</b>				
Отдельные материалы				
Гелькоут	1.2	3.2	60	430
Смола винилэфирная	1.2	3.5	80	410
Смола полиэфирная	1.1	3.2	55	110
Стекломат	—	—	—	110
Стеклорогожа	—	—	—	110
Стеклоткань, сатинового плетения	—	—	—	250
Стеклоткань, диагональная	—	—	—	400
Ткани высокомодульные (углеткань, кевлар и комбинированные)	—	110	3 200	7 600
<b>Комплект материалов для ламината</b>				
Препрег (на основе углеткани)	1.6	120	1 860	9 000
Приведенный ламинат №1 (винилэфирная смола / стекломат)	1.5	7.5	180	325
Приведенный ламинат №2 (полиэфирная смола / рогожа)	1.6	8.0	130	125
Приведенный ламинат №3 (полиэфирная смола / стекломат)	1.5	7.5	120	125
<b>Дерево</b>				
Дуб	0.70	13	53	85
Ироко (Iroko)	0.54	8.9	34	167
Махагон (Mahogany)	0.45	9.2	30	422
Мербау (Merbau)	0.64	13.9	46	180
Сапели (Sapele)	0.55	10.3	35	127
Сосна	0.50	11	35	15
Тик	0.63	13	71	460
Ясень	0.65	12	52	70
Фанера импортная	0.51	8	29	440
Фанера импорт. декоратив. (рубашки из Сапели)	0.50	7	26	700
Фанера ФСФ	0.68	8	31	26
Фанера бакелизированная	1.2	13	80	64
Клей эпоксидный	—	—	—	700
Грунт эпоксидный	—	—	—	820
Лак полиуретановый	—	—	—	1 480

\* В таблице приведены ориентировочные значения, реальные величины могут отличаться в зависимости от условий поставки, сорта материала и величины партии

\*\* Приведены пределы текучести для сталей, пределы пропорциональности для легких сплавов и пределы временного сопротивления для пластика и дерева.

\*\*\* Для обеспечения сопоставимости цены древесины и армирующих материалов стеклопластика также приведены к одной базе – руб./кг, в отличие от принятых измерителей для этих материалов (руб./м³, руб./п.м., руб./м²).



На яхте с металлическим корпусом фальшкиль вваривается в конструкцию, составляя с ним единое целое. На фотографии фальшкиль яхты Forna 37 (постройка ООО «Амета»)

Таблица 2. Сравнение весовых и стоимостных показателей материалов корпуса яхты Forna 37 (длина яхты наибольшая – 11.15 м, длина по КВл – 9.50 м, ширина наибольшая – 3.65 м)

	Основной материал корпуса		
	Сталь	Алюминий	Дерево
Водоизмещение, т	8.6	7.0	7.0
Масса материала корпуса, т	4.9	2.6	2.9
Масса свинцового балласта, т	2.5	3.1	3.1
Стоимость материала корпуса, тыс. руб.	147	520	435
Стоимость материала балласта, тыс. руб.	163	202	202
Общая стоимость основных материалов корпуса и балласта, тыс. руб.	310	722	637
Сравнительная стоимость материалов, %	100	233	205
Стоимость готового корпуса с балластным килем, тыс. руб.	1 200	2 200	2 300
Сравнительная стоимость готового корпуса, %	100	183	192

Стеклопластик наиболее часто применяется для серийной постройки лодок, катеров и яхт. При создании корпусов гоночных лодок используются специальные материалы и технологии, позволяющие достичь экстремальных весовых и прочностных характеристик, когда можно не обращать внимания на бюджет. Изготовление стеклопластиковой яхты требует не только дорогостоящих импортных материалов, но и помещения со стабильным отоплением и эффективной вентиляцией. Использование традиционной стеклопластиковой технологии подразумевает создание оснастки, которая окупится при изготовлении как минимум 30 корпусов. Запах стирола или выделения аминов будут попутчиками в ваших

странствиях на протяжении многих лет, а кожа, покрытая стеклянной пудрой, начнет зудеть уже сразу. Если вы намереваетесь построить одну яхту для себя, то, очевидно, стеклопластик – это не ваш вариант. Хотя в серийном производстве материал хорош и позволяет изготовителю, как теперь принято, сокращать расходы. Заказчик не будет сверлить новый корпус, чтобы проверить его толщину, схему армирования, соотношение смолы и стекла, а о скрытых дефектах, прочности и долговечности конструкции он узнает со временем по осмосу, трещинам и расслоениям. К сожалению, стеклопластик, вследствие своей анизотропности (неоднородности) – наиболее склонный к образованию скрытых дефектов материал. Вес

конструкции в какой-то мере может служить критерием качества и долговечности. На Западе искушенный потребитель при выборе стеклопластиковой лодки считает, что чем корпус тяжелее, тем он качественнее, но в России – что чем легче, тем лучше, и это получается на руку «экономному» строителю.

Тем, кто рассматривает строительство стеклопластиковой лодки как возможный старт в бизнесе, необходимо учитывать огромную разницу в ценах на основные материалы у нас и в Европе. Для сравнения, стоимость одного килограмма полиэфирной смолы для среднего европейского производителя обходится в 1.3–1.5 евро, тогда как у нас доходит до 4! Еще не начав дело, будущий предприниматель уже находится в крайне невыгодном положении.

Металл в качестве материала корпуса имеет ряд неоспоримых преимуществ. Алюминиевые сплавы и сталь производятся в России или ввозятся по толлингу. Корпус, изготовленный из отечественного материала, будет заведомо более конкурентен, чем корпус, материалы которого уже обложены таможенными сборами. Металлический катер или яхта всегда выглядит предпочтительнее в глазах потребителя, и это не случайно. Запас прочности у металлической конструкции больше. Важные конструктивные элементы, такие как путенсы, крепление фальшкиля, дейдвуд, гелмпорт и фундаменты, выполняются как единое целое с конструкцией корпуса, обеспечивая наивысшую надежность. Возможные дефекты как при изготовлении, так и в ходе эксплуатации легко распознаются. Ремонт выполняется легко и понятно. Пожаростойкость самая высокая. Конструкция неприхотлива в эксплуатации, а расходы на содержание минимальны.

На мой взгляд, стоит особо остановиться на стали как самом распространенном судостроительном материале. Доступность этого материала как в технологическом, так и в финансовом аспектах не имеет себе равных. При выборе между сталью и легким сплавом следует учитывать, что постро-

Дейдвуд и кронштейн вала сварены в корпус, исключая возможность расшатывания и течи. На фотографии валовиния яхты Forna 37



ить стальной корпус из готового кроя, нарезанного на CNC-станке, можно прямо на улице. Для этого не нужны ни плазовые работы, ни матрицы и отопление. Из оборудования достаточно будут «болгарка» и бытовой сварочный инвертор.

Алюминий привлекателен своим видом и малым весом, но цена многих обескуражит. Сварка алюминия потребует более сложного оборудования, расходных материалов и помещения, защищающего как минимум от ветра,

сдувающего газовую защиту. Кроме того, специалисты, умеющие варить легкие сплавы, встречаются значительно реже, чем обычные сварщики. Стоит учесть, что материал подвержен невидимой поверхностной коррозии и для своей защиты потребует качественной окраски. Поэтому применение алюминия оправдано лишь для ограниченной номенклатуры быстроходных судов.

Судостроитель-любитель в целях снижения общей себестоимости сво-

его изделия всегда стремится максимум деталей, узлов, элементов изготовить самостоятельно. В этом отношении именно работа со сталью предоставляет ему наибольшее преимущество.

Полностью сваренный корпус, не обремененный потенциально ненадежными клеевыми соединениями, позволит выполнить заодно с ним палубные ограждения, путенсы, швартовные элементы, дейдвуды и якорные клюзы. Все это не придется заказывать на стороне и потом пытаться соединить с конструкцией из совершенно другого по свойствам материала.

Имея за спиной более 20 лет опыта применения всех вышеперечисленных материалов в постройке судов и их эксплуатации в разных частях планеты, я пришел к однозначному выбору в пользу металла. Если нужно изготовить единственный корпус, получить его быстро и чувствовать себя в море уверенно, если вам важно, чтобы уменьшение стоимости яхты с годами было минимальным, советую использовать металл. Даже если вы сами очень опытный краснодеревщик, то следует рассмотреть вариант с покупкой готового металлического корпуса, а самому сосредоточиться на обстройке — конечный результат будет значительно лучше, а ценность яхты в глазах окружающих существенно выше. **✍**

**инновационные методы  
проектирования и строительства  
яхт, катеров и коммерческих судов**

**WWW.METALBOATS.RU**

**ООО "АМЕТА"**

**(812) 715 2733**

**8 904 512 9999**