

# Деревянные конструкции и современность

**Анатолий Кузнецов** ▶ Все привыкли относиться к построечным правилам Английского Ллойда (РЛ), изданным в середине прошлого века для деревянных и композитных конструкций малых судов, как к истине в последней инстанции (в русском переводе они изданы МП «Паруса России» в 1993 году под названием «Правила и технические нормы классификации яхт и малых судов. Часть 2. Конструкция корпуса. Глава 4. Дерево и композиты. Регистр судоходства Ллойда. Отделение яхт и малых судов».

**Б**езусловно, огромная аналитическая работа, проведенная при создании этих правил, заслуживает бесконечного уважения. Практически все классификационные общества содержат эти нормативы в качестве базовых, не меняя ни одного из пунктов требований – они стали своего рода «библией» для проектантов малого деревянного флота. Никто не скажет, что данные нормативы прочности и жесткости деревянных конструкций малых судов (до 24 м длиной) недостаточны или завышены, но следует соотносить их с уровнем технологий, доступных на момент создания правил. Особенность же современных условий состоит в возможности применения клеевых соединений с гарантированной прочностью.

Правила РЛ ориентированы на обеспечение прочности соединений посредством преимущественно механических креплений (болты, шурупы, заклепки), а клеевые соединения рассматриваются скорее как средство герметизации. Недоверие естественно: правила обобщали многовековой опыт проектирования деревянных конструкций без учета появления качественных долгоживущих синтетических клеев. В настоящее время технологии соединения деревянных конструкций существенно изменились. Никого не удивляет, что при применении качественных эпоксидных клеев разрушение при испытаниях образцов происходит «по живому», т.е. разрушается древесина, а не соединение. Происходит это из-за

того, что клеевой компаунд, проникая в поры древесины на глубину более 5 мм, создает полимерную структуру, более прочную, чем массив древесины. С точки зрения проектирования в этом есть и положительные, и отрицательные моменты.

Оставим в стороне требования иных национальных правил, местами существенно неадекватные, и будем считать, что с принятием документа «О порядке введения в действие технического регламента Таможенного союза «О безопасности маломерных судов» требования приблизятся к международным, пусть и не сразу. Следовательно, при проектировании можно ориентироваться с одной стороны на нормативы европейских стандартов группы ISO Small Craft, вежливо умалчивающих свое признание правил РЛ, с другой стороны – принимать требования данной группы стандартов о корректировке параметров конструкций, регламентированных РЛ. Причины, по которым указанная

группа стандартов признает, но оставляет в стороне вопрос «детального регламентирования» конструкций, достаточно просты: деревянные

суда – это «штучный продукт», в отличие от пластиковых, стальных и алюминиевых.

## Почему старые деревянные яхты живут так долго?

25 лет назад автору довелось видеть в Сеуте деревянную парусную шхуну длиной 32 м в возрасте 110 лет, прожившую без капитальных ремонтов. Я уверен, что и сейчас она в строю. Дубовый набор, тиковые обшивки и настилы. На момент встречи с этим судном ни один пояс обшивки, кроме получивших механические повреждения, заменен не был. Конечно, для деревянного судна очень важен уход, но никакой уход не гарантирует такой долгой жизни, если он не подкреплён конструктивными решениями. Никто не возразит против аксиомы «если жива деревянная обшивка – живо судно». Тик – тиком, но причины долгожительств не только в нем.

Особенность деревянной обшивки состоит в способности ее элементов менять свои размеры – набухать при увеличении влажности и усыхать при ее уменьшении. Общеизвестна необходимость замачивать яхту с реечной обшивкой после зимней стоянки и ремонта. При этом



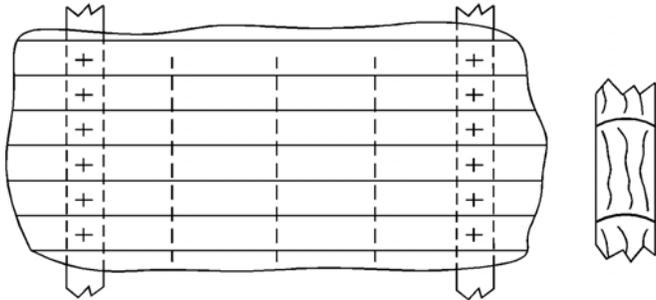


Рис.1. Классическая однослойная реечная обшивка, выполненная по требованиям Правил RL. Сквозные крепления к набору и скрепления поясьев между собой крепежом в шпации

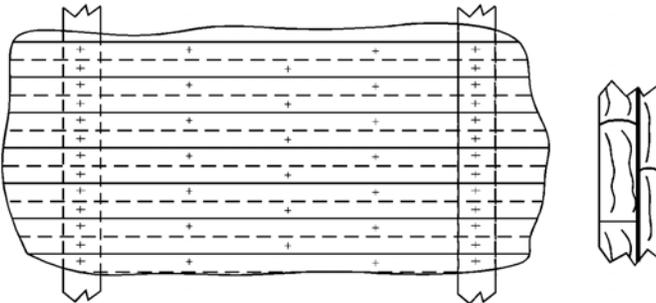


Рис.2. Классическая двухслойная реечная обшивка, выполненная по требованиям Правил RL. Сквозные крепления к набору и скрепления поясьев между собой крепежом в шпации с межслойной прокладкой из ткани, пропитанной натуральной олифой

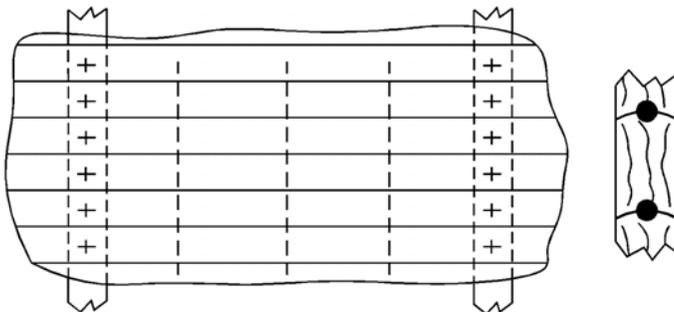


Рис.3. Элитная однослойная реечная обшивка. Сквозные крепления к набору и скрепления поясьев между собой крепежом в шпации с укладкой шелкового шнура, пропитанного натуральной олифой

щели, возникшие в результате «рассыхания» и ликвидируемые шпатлевкой, приводят к короблению обшивки. Если используются «мягкие» варианты шпатлевки (типа масляной или герметиков), то ее выдавливание все равно приводит к необходимости дополнительной обработки наружной обшивки. Попытки намертво скрепить поясья между собой приводят к разрывам реечной обшивки «по живому» и необходимости их замены с течением времени. Аналогичные неприятности свойственны и многослойным вариантам обшивок.

Конструктивные меры, применяе-

мые во избежание этих неприятностей, сводятся к трем вариантам конструктива наружной обшивки:

**1. Вариант, рекомендуемый правилами RL** (рис. 1). Соединение поясьев происходит по выпуклой и вогнутой кромкам. При этом точечные крепления к набору шурупами или заклепками допускают угловые перемещения поясьев относительно точек крепления при изменении их размеров. И в случае бесклеевого (механического) крепления поясьев друг к другу, и в случае применения резорциновых клеев податливости соединений достаточно для предотвращения опас-

ности разрыва реек «по живому». Недостатком бесклеевого соединения является необходимость предсезонного «замачивания» судна. Это вариант широко применяемый, рекомендуемый, проверенный практикой.

По этой же схеме правила предлагают применение двухслойной реечной обшивки с горизонтальным расположением реек и перекрытием пазов, с двумя диагональными слоями, с внутренним диагональным и наружным продольным слоем (рис. 2). Наружный, более толстый слой является несущим, а внутренний – уплотняющим (с учетом требования обязатель-



Ламинирование элементов закладки на шпангоутных рамах. Проект ДГ «АЛА» НКИ 103 «Лагуна», постройка Lagoon Royal



Укладка диагональной реечной трехслойной обшивки. Проект ДГ «АЛА» НКИ 103 «Лагуна», постройка Lagoon Royal



Трехслойная реечная обшивка с продольным расположением поясьев и перекроем пазов. Наружный слой толщиной 8 мм установлен только на клею. Проект ДГ «АЛА» НКИ 102 «Ностальгия», постройка Lagoon Royal

ного наличия между ними тканевой прокладки, пропитанной натуральной олифой). Эффект рассыхания в этом случае нивелируется, а все преимущества, свойственные однослойной обшивке, сохраняются полностью.

**2. Вариант «элитный».** Применялся в конце XIX – начале XX века при строительстве крупных яхт из качественных пород древесины (украинские «Орион», «Альбатрос»). Соединение поясьев производится так же, как и в первом случае, но без склейки, а в стыкуемых кромках поясьев делается продольная радиальная выборка. В образовавшуюся цилиндрическую продольную канавку укладывается шнур из натурального шелка, пропитанный льняной олифой. Этот дорогой вариант обеспечивает необходимую податливость, одновременно герметизируя пазы независимо от влажности поясьев обшивки (рис. 3).

3. Вариант многослойной диагональной обшивки; в основном применялся при строительстве быстрходных судов. Многослойная (2–3 слоя) реечная или из полос бакелизированной фанеры обшивка крепилась механическим крепежом (шурупы, заклепки) к набору и междуслойно. Между слоями прокладывалась ткань, пропитанная натуральной олифой или свинцовым суриком (по схеме, показанной на рис. 2). Податливость сое-

динений и герметичность достаточны для обеспечения нужного уровня долговечности.

Почему эти проверенные рецепты нам не подходят? Надежно, веками проверено, но очень дорого и, к сожалению, несовместимо с современными клеями. При применении эпоксидных или полиэфирных клеев обшивка по варианту 1 превращается в оболочку, ничем не отличающуюся от клееной реечной обшивки с плоскими прималкованными кромками. Эта «скорлупа» будет иметь слабые звенья в зонах локальных дефектов реек, и при рассыхании обшивку будет рвать со всеми вытекающими последствиями. Не спасет и оклейка стеклопластиком в два слоя, его порвет тоже.

Варианты 2 и 3 могут без ущерба применяться с проклейкой только по набору, но количество и стоимость крепежа и материалов будут приводить в ужас. Следовательно, при проектировании необходимо сохранить то, что проверено веками, и адаптировать к современным материалам и технологиям.

### Некоторые рекомендации из современной практики

Оставим за кадром технологии Speed Strip. Мало еще времени прошло, да и деревянными эти конструкции называть сложно. Будем ближе к классике.

Что бы мы ни придумывали, набор останется набором, а вариантов конструкции обшивки всего четыре:

1) однослойная реечная обшивка вгладь,

2) многослойная реечная обшивка (2–3 слоя) с продольным расположением поясьев и перекрытием пазов,

3) многослойная реечная обшивка с диагональным расположением поясьев, или диагонально-продольная,

4) многослойная ламинированная обшивка из полос шпона.

Набор. Качественные балки набора, особенно при больших размерах сечений, можно получить только при применении ламинированных конструкций. Следует помнить, что балка, склеенная из нескольких реек, жестче, надежнее и менее подвержена влияниям изменения влажности, чем цельная. Чем больше размер цельной деревянной детали, тем больше вероятность появления трещин в процессе эксплуатации. Попилите ее на части и склейте. Кроме того, неоспоримы преимущества ламинирования шпангоутов двойной толщины с последующим их роспуском – в этом случае получается идеально симметричный корпус.

Кроме того, криволинейные балки, например килевой брус, при постройке корпуса «вверх килем» можно ламинировать на установлен-

ных шпангоутных рамах практически в чистый размер.

**Однослойная реечная обшивка вгладь.** Клинкерную обшивку применять не рекомендуем. Если уже без этого никак, тогда предстоит индивидуальная профилировка и подгонка каждого пояса обшивки, высокие требования к точности исполнения и качеству древесины, которые смогут окупиться только при серийном производстве при наличии соответствующей оснастки и изготовлении шаблонов на каждый пояс. Применение рекомендованных РЛ радиальных выборок для гладкой обшивки при современных технологиях теряет целесообразность. Склейка малкованных кромок поясов гораздо технологичнее. Основной недостаток такой оболочки – разрывы «по живому» при усыхании – связан с общими размерами клееной оболочки и может быть существенно уменьшен введением демпфирующих пазов через несколько поясов клееной обшивки

(4–5). В демпфирующем пазу склейка заменяется заполнением эластичным герметиком (Sikaflex, Emfi или аналогичные).

**Многослойная реечная обшивка.** Применение схем многослойной реечной обшивки по рекомендациям Правил нецелесообразно по указанным выше причинам. Современные технологии сборки и склейки позволяют создать практически герметичные и не подверженные рассыханию многослойные реечные оболочки, которые не нуждаются в создании демпферных элементов. Исследования образцов и контроль в процессе сборки корпусов деревянных яхт, проведенные в Херсоне на верфи Lagoon Royal, показали, что при применении эпоксидных клеев West System с жестким контролем предписанной схемы применения пропитка поясов обшивки компаундом происходит до 10 мм вглубь реек. Технологическая толщина реек (из условия жесткости на изгиб и возможностей укладки по кривизне без

разрушения) меньше 20 мм. При этом образуется практически монолитная оболочка. Толщина реек и количество слоев являются технологическими параметрами. Механический крепеж применяется для крепления обшивки к набору, а межслойный отсутствует.

**Многослойная ламинированная обшивка из полос шпона.** Все особенности, присущие многослойной реечной обшивке, в данном случае присутствуют в полном объеме. Но малая изгибная жесткость указанного материала может вызвать локальные «непроемы». В результате может возникнуть водотечность обшивки по извилистым каналам внутри оболочки. Ликвидировать такую водотечность крайне сложно, пример – польские «Таурусы» постройки 70-х. Рассматриваемый метод формирования обшивки гарантирует ее хорошую прочность и жесткость, но требует высокой культуры производства и наличия соответствующей оснастки, включая вакуумные оболочки.

**Крупнейший в Санкт-Петербурге производитель гребных и моторных лодок из стеклопластика длиной от 2.5 до 8.5 м**



**«Стрингер БЛ-1200»**

Катер для профессиональных применений  
Длина – 11.7м, ширина – 3.7 м

**«Стрингер 510Р»**

Моторная лодка с рубкой  
Длина – 5.1 м, ширина – 1.95 м



196641, Санкт-Петербург, пос. Металлострой, дорога на Металлострой, д.5, лит. Ж

(812) 331- 8818, (921) 950-1543



stringerltd@list.ru  
www.stringerboat.ru

Реклама