Часть IV

Ремонт деревянных яхт

Замена килевой балки, замена и ремонт шпангоутов на примерах яхт «Сириус» и «Арго»

Вадим Манухин, Александр Кульцеп

Ремонт деревянных яхт

(окончание)

В предыдущих номерах журнала была опубликована серия статей, посвященных ремонту деревянных яхт класса «Л-6», способы которого ранее неоднократно обсуждались на семинарах Ассоциации яхт этого класса.

Основной целью создания в 2001 г. Ассоциации яхт класса «Л-6» было сохранение и развитие «шестерок». Благодаря распространению опыта ремонтно-восстановительных работ на многих яхтах силами и средствами экипажей удалось выполнить такие сложные работы, как замена или ремонт килевой балки, контртимберса, шпангоутов, обшивки, палубы, комингсов кокпита и рубки и т. д. В этой статье хотелось бы остановиться еще на одном важном вопросе.

Напомним, что с 1963 по 1978 г. в Ленинграде было построено более сотни серийных деревянных крейсерско-гоночных яхт национального класса «Л-6». Благодаря надежной конструкции и хорошей ремонтопригодности эти деревянные яхты до сих пор активно участвуют в соревнованиях и совершают дальние спортивные плавания, хотя расчетный срок их эксплуатации без капитального ремонта составлял 15 лет. До сих пор спускается на воду и «шестерка» № 1 – «Ангара» (1963 г.), всего же в Петербурге и Ленинградской области активно эксплуатируются и ремонтируются 36 яхт класса «Л-6» и родственных им «Алькоров». Подобные работы ведутся и в Эстонии, Литве и Латвии, на Дальнем Востоке и на Черном море.

При изготовлении гнутых деталей корпусов деревянных яхт раньше обычно распаривали заготовки и устанавливали их в горячем сыром состоянии по месту на заклепках или болтах. Например, дубовые шпангоуты на яхтах класса «Л-6» в распаренном виде приклепывались к предварительно склеенной на лекалах обшивке медными гвоздями. При таком способе сборки между деталями оставался зазор из-за усадки распаренной детали при ее высыхании. Это снижало как прочность и жесткость конструкции, так и ее долговечность, так как внутренняя поверхность распаренной детали оставалась незащищенной от влаги.

В настоящее время вместо распаривания для изготовления изогнутых деталей широко используется ламинирование, т. е. склейка нескольких слоев древесины на специальном стенде. Во многих случаях при ремонте яхты таким стендом является корпус яхты или его часть. Например, при замене гнутых дубовых шпангоутов на яхтах «Л-6» ламинирование обычно выполняется прямо на обшивке по месту установки шпангоута. При этом новый ламинированный шпангоут в отличие от цельного оригинального приклеивается к обшивке, что повышает прочность, жесткость и долговечность конструкции. Однако выклеить гнутую ламинированную деталь «по месту» удается не всегда. В некоторых случаях при ремонте яхт целесообразнее заранее склеить новую деталь или ее часть на стенде, а затем подгонять по месту взамен удаленной части. Причем кривизна удаленной старой и новой детали должна быть идентичной. Речь идет, например, о замене части привального бруса, стрингера, комингса рубки или кокпита.

Не останавливаясь на известных преимуществах ламинирования, отметим только, что при предварительной склейке на стенде изогнутой де-

тали после высыхания клея и снятия нагрузки в детали неизбежно появятся остаточные деформации, вызываемые упругостью древесины и клеевого слоя. Поэтому при изготовлении стенда важно, чтобы в склеенной заготовке детали кривизна с учетом остаточных деформаций в точности совпадала с кривизной оригинальной детали. В связи со сказанным становится ясно, что даже если в качестве стенда используется целая или вырезанная часть старой детали, то склеенная на ней из слоев новая деталь будет иметь несколько меньшую кривизну, а это усложнит ее подгонку и приведет к остаточным напряжениям при вклеивании.

Рис. 1. *Комингс рубки яхты «Ника»*

Как же определить величину остаточных деформаций? С этой проблемой мы столкнулись при ремонте комингсов рубки на «Л-6» «Ника». В специальной литературе рекомендаций на этот счет найти не удалось. Может, недостаточно искали, но времени, как всегда, на все не хватает. Советы знатоков были противоречивы, и мы решили эту задачу сами.

Как известно, рубка на «Л-6» собрана отдельно от корпуса и притянута к карлингсам и бимсам через резиновую прокладку оцинкованными болтами. Изнутри щель между рубкой и палубой закрыта планкой на шурупах и густотертых белилах. Там, где болты проходят под иллюминаторами из-за некачественной герметизации последних, влага проникала под болты и вызывала гниение комингсов и частично карлингсов. Естественно, появлялась раздражающая течь сверху. Не имея возможности заменить комингсы рубки целиком, пришлось вырезать и менять их участки только под иллюминаторами (рис.1).

В зависимости от числа склеиваемых слоев заготовки величина остаточных деформаций будет различной. Детали с небольшой кривизной обычно склеивают из двух-трех слоев в зависимости от толщины детали и имеющегося материала. На «Л-6», например, комингсы склеены из двух слоев толщиной по 17 мм каждый. При хорошей подгонке слоев податливостью клеевых швов можно пренебречь, а при небольших изгибах можно считать, что древесина работает линейно-упруго, т. е. напряжения в ней прямо пропорциональны деформациям. Кроме того, древесина – анизотропный материал, но при нескольких слоях этим обстоятельством также можно пренебречь. Предположим, что слои заготовки выполнены из одного вида дерева, их толщина и ширина одинаковы и равны соответственно t и b, а число слоев – n. В процессе склеивания при изгибе на стенде слои деформируются отдельно друг от друга, и их суммарная жесткость на изгиб равна сумме жесткостей отдельных слоев $n \times t^3 \times b/12$. После затвердевания клея, при разгрузке слои работают совместно как один. Их суммарная жесткость будет уже равна $(n \times t)^3 \times b/12$. Допуская, что при нагружении во время склейки и при разгрузке после нее древесина работает линейно-упруго (рис.2), можно составить выражение для нагрузки Q, требующейся для изгиба отдельных слоев заготовки до прогиба W в виде $Q = k \times [n \times t^3 \times b/12] \times W$, где k – размерный коэффициент, зависящий от длины заготовки, устройства стенда и вида древесины. Разгрузка после склейки от нагрузки Q до нуля описывается зависимостью $Q = k \times [(n \times t)^3 \times b/12] \times (W - W_0)$, где W_0 – остаточный прогиб после разгрузки. Из этих выражений можно найти соотношение $W/W_0 = n^2/(n^2-1)$. Таким образом, при двух слоях получаем $W = 1.333W_0$, при трех $W = 1.125W_0$, при четырех $W = 1.067W_0$, при пяти $W = 1.042W_0$, при шести $W = 1.028W_0$ и т. д.

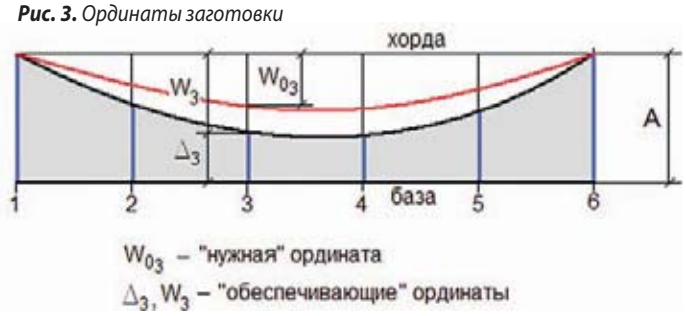
Рис. 2. *Диаграмма «нагрузка–разгрузка» клееной заготовки*

Другими словами, чтобы получить, например, «нужный» прогиб заготовки W_0 при двух слоях ламината, надо создать на стенде «обеспечивающий» прогиб W в 1.333 раза больший, тогда после отверждения клея и разгрузки мы получим требуемый остаточный прогиб W_0. Из формулы видно, что при пяти слоях и больше разница между W и W_0 становится незначительной, поэтому при ламинировании сильно изогнутых многослойных деталей «обеспечивающие» ординаты можно не вычислять. Стоит отметить, что данное соотношение не зависит ни от вида древесины, ни от ширины и длины заготовки, ни от способа нагружения заготовки на стенде.

На практике при ремонте следует измерить несколько ординат криволинейной исходной детали W_{0i} в намеченных сечениях i по ее длине от хорды, затем на стенде обеспечить в этих же сечениях ординаты $W_i = [n^2/(n^2-1)] \times W_{0i}$ от хорды или $D_i = A - W_i$ от принятой базы, где A – расстояние от хорды до базы (рис.3). Заметим, что жесткость базы, на которой выполня-

ется склейка, например, стола должна быть значительно больше жесткости заготовки. При ремонте комингса мы склеили заготовку из трех дубовых досок по толщине, предварительно вычислив ординаты по приведенной выше формуле. Кривизна склеенной заготовки практически точно соответствовала кривизне комингса, и после заусовки и подгонки она была вклеена в комингс без дополнительного изгиба.

Рис. 3. Ординаты заготовки



В заключение стоит отметить основные причины, по которым деревянные яхты, например, класса «Л-6», выводятся из эксплуатации и требуют ремонта. Их можно разделить на две группы.

1. Строительные и конструктивные:

– некачественная сборка на верфи (в корпусе встречаются оставленные монтажные железные гвозди, плохая подгонка деталей под склейку и др.);

– использование крепежа и силовых элементов из оцинкованной стали (шурупы и болты палубы и рубки, штевней, килевой балки; ридерсы, стальные шпангоуты и флоры, вантпутенсы и заклепки, крепящие эти детали к обшивке и деревянным шпангоутам);

– применение верфью второсортной древесины (наличие сучков в рейках обшивки, использование реек обшивки тангенциального распила, использование в ватервейсах, комингсах рубки и кокпита ясеня вместо дуба и т. п.);

– использование клея ВИАМ Б3, который при недостаточно хорошей подгонке и запрессовке склеиваемых деталей со временем под действием нагрузок охрупчивается и разрушается;

– некачественные пропитка олифой и лакокрасочное покрытие;

– наличие проблемных узлов и соединений, которых можно было бы избежать при разработке проекта (и которые надо улучшать при ремонтах), например, соединение фанерной палубы с ватервейсом, соединение ахтерштевня с килевой балкой, устройство гельмпорта (рис. 4–6) и др.

2. Эксплуатационные:

– некачественный ежегодный навигационный ремонт (на реечном корпусе ежегодно следует восстанавливать лакокрасочное покрытие всех наружных поверхностей качественными материалами; раз в четыре-пять лет полностью обновлять покрытие наружных поверхностей с предварительной зачисткой, просушкой и пропиткой древесины антисептиками и грунтовками; ни в коем случае не оклеивать деревянные поверхности из реек и массива дерева стеклотканью, оклеивать можно только фанеру и то, если ее хорошо зачистить, высушить, удалить «черный» крепеж и пропитать жидкой эпоксидной смолой; постоянно контролировать состояние покрытия внутренней поверхности корпуса, особенно трюма, и при необходимости его обновлять);

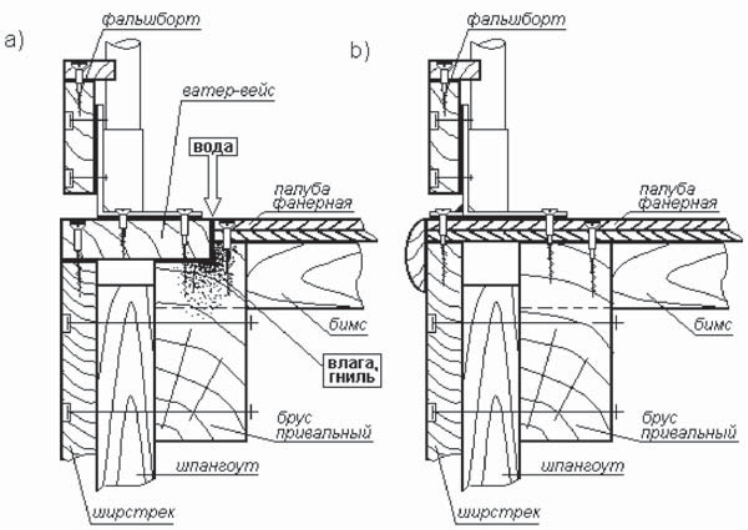


Рис. 4. Узел соединения палубы и борта: а – оригинальная конструкция, б – рекомендуемая конструкция

– поздние спуски на воду и поздние подъемы яхты на берег (первое приводит к рассыханию корпуса, разрушению некачественных клеевых соединений и лакокрасочного покрытия, излишнему проникновению влаги в древесину, второе – к недостаточной просушке корпуса после сезона и замерзанию зимой излишней влаги в древесине и ее разрушению);

– хранение яхты зимой без чехла под открытым небом или некачественное зачехление (яхта должна хорошо проветриваться внутри, в том числе и в трюме, и снаружи, но на нее не должны попадать снег и вода; между чехлом и кромкой фальшборта должно оставаться вентилируемое пространство; в идеале деревянную яхту следует хранить на улице под большим навесом с открытыми люками и трюмом);

– загрязнение и застой влаги (попадание песка и грязи с обуви на палубу и внутренние поверхности, особенно в трюм, приводят к истиранию покрытия палубы, загрязнению труднодоступных мест и застою влаги; при заходе на яхту следует тщательно мыть и вытирать обувь, а в идеале переобуваться);

– плохая вентиляция корпуса (на яхте обязательно должны быть установлены пассивные вентиляторы, как можно дальше разнесенные в оконечности корпуса);

– отсутствие регулярной чистки, просушки и проветривания внутренних помещений, в первую очередь трюма и труднодоступных мест, например, под двигателем;

– в теплых морях – некачественная защита подводной части и поражение древесины древоточцем teredonavalis;

– эксплуатационные повреждения.

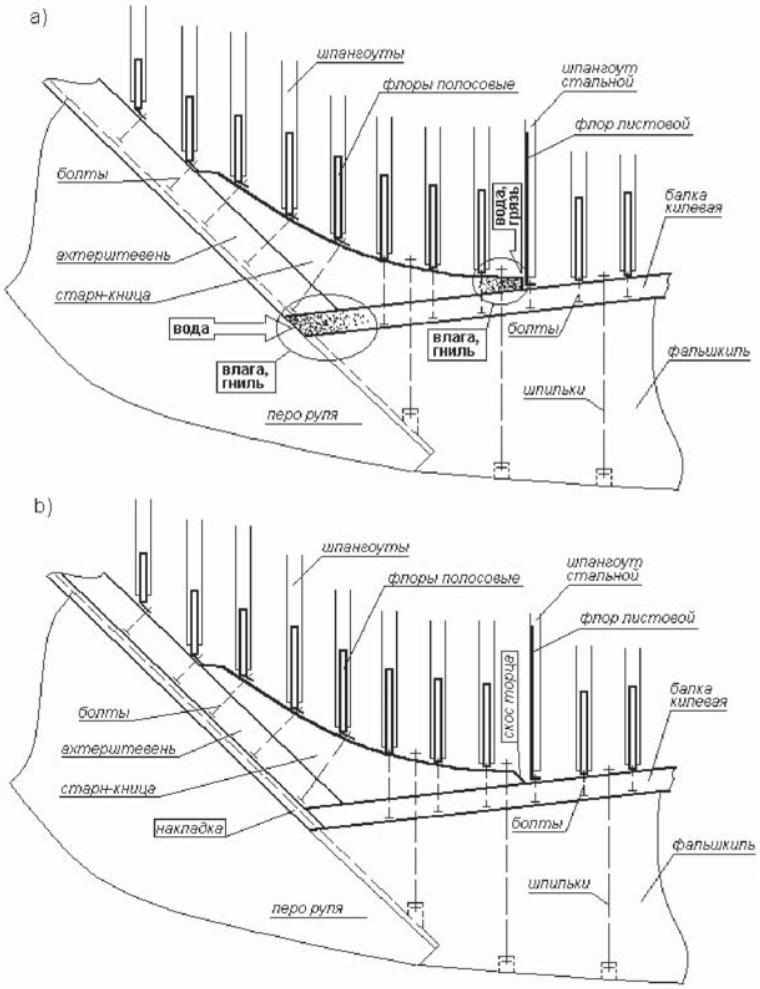


Рис. 5. *Соединение килевой балки и ахтерштевня: а – оригинальная конструкция, б – рекомендуемая конструкция*

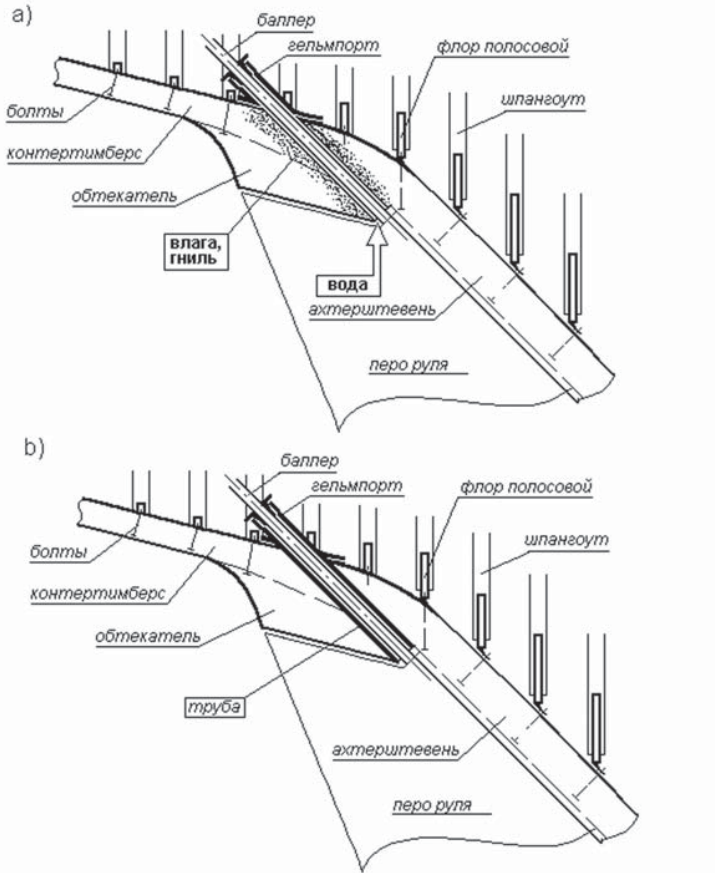


Рис. 6. *Конструкция гельмпорта: а – оригинальная конструкция; б – рекомендуемая конструкция*

Дерево – специфический естественный материал. Оно требует к себе заботливого отношения как при постройке и эксплуатации яхты, так и при ее ремонте. При должном отношении к деревянной яхте она может служить очень долго. Достаточно вспомнить яхту «Мираме» из Санкт-Петербурга, которая была построена в Финляндии, и в 2010 г. отметила свое 100-летие. Хорошо известны петербургским яхтсменам немецкие яхты «Мальва» и «Нева», построенные из отборного дерева в 30-х гг. прошлого века в Германии и реквизированные Советским Союзом после окончания Второй мировой войны. До сих пор они – в строю и совершают плавания по Балтике. «Нева», например, участвовала в регате учебных парусников «The Tall Ships' Races 2009 Baltic». На этой же регате можно было увидеть деревянные парусники класса B, построенные в конце XIX – начале XX вв. Это – «Skiblander II» (1897 г.) из Дании, «Gratitude» (1903 г.) из Швеции, «Moosk» (1906 г.) из Великобритании и др. В классе D среди участников этой регаты были и пять деревянных яхт типа «Л-6», и «Алькор» из Санкт-Петербурга: «Арго» (1966 г.), «Былина» (1975 г.), «Варяг» (1973 г.), «Диана» (1967 г.) и «Ника» (1975 г.). Участвуя на «Нике» в 2010 г. в регатах деревянных яхт в Троса (Швеция) «Trosa Tullgarn Royal Palace Regatta» и в Хельсинки (Финляндия) «Hss Baltic Classic Master Cup», мы видели множество великолепно сохраненных деревянных яхт различных классов и размеров. В Котке в Центре деревянного судостроения Финляндии, где мы побывали в этом году, нам показали находящийся в капитальном ремонте построенный в 30-х гг. прошлого века 12-метровик «Blue Marlin», который готовят для участия в 2011 г. в чемпионате мира в классе «Rm12». В связи с этим хочется привести цитату из книги «Постройка яхт» К. Рейнке, Л. Лютьен, И. Мус (Пер. с нем., Л., Судостроение, 1982), которую не следует забывать ни тем, кто проектирует и строит яхты, ни тем, кто на них ходит и кто их ремонтирует: «Дерево – самый старый судостроительный материал, который сохраняет свое значение, несмотря на широкое применение многих новых материалов. Более того, в последние годы деревянные яхты вновь стали приобретать популярность. В Германии (в оригинале ФРГ) – стране, где постройка деревянных яхт всегда отличалась высоким качеством, считают, что вряд ли можно построить яхту из другого материала, кроме дерева, которая имела бы такое благоприятное отношение водоизмещения к длине по ватерлинии и такую долговечность».