

## Реконструкция сопряжения мачты и корпуса.

Тема этой статьи звучит туманно. Но название темы не может занимать несколько строк. О чем пойдет речь: речь пойдет о решении комплекса проблем в центральной части набора, связанных с тем, что в этом месте установлена мачта и находится поперечная часть стоячего такелажа. Проблем здесь не просто много, а очень много:

- мачта установлена на степс, то-есть проходит сквозь крышу рубки;
- переборка не является целостной, гниет снизу и не имеет связей с корпусом;
- совмещенные вантпутенсы основных и топовых вант имеют конструктивный недостаток, по сути конструкторский просчет по прочности;
- из-за наличия струны крыша рубки локально продавлена; наполнитель (бальса) весь сгнил;

В основном перечисленным проблемы касаются 2-го поколения – так называемых «ярузелек». Однако почти половина проблем является общей для всего проекта. С какими столкнулись именно вы надо смотреть конкретно – по месту.

### Детальное описание задач

#### Основная беда

Начнем с мачты, точнее с нагрузок которые мачта выдает на корпус.

Немного теории. Возможно она вызовет улыбку у профессиональных яхтостроителей, но... я не строю новую яхту и не попрекаю Картера за недочеты – я описываю реальные проблемы и варианты их решения.

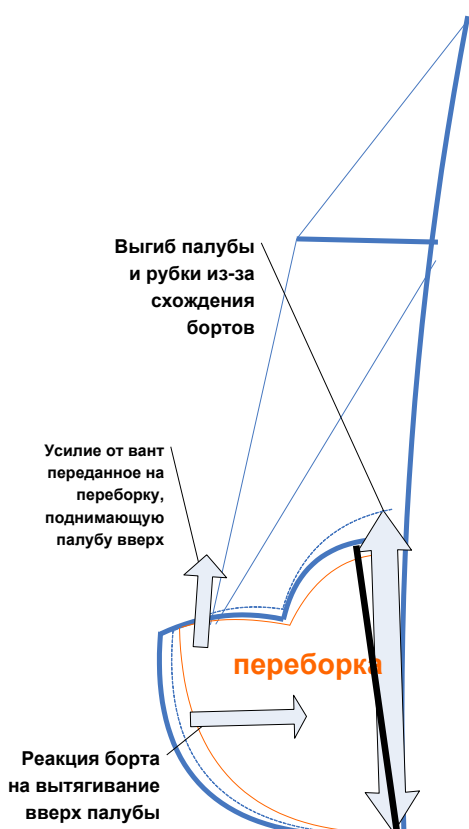


Рис. 1 Силы сводящие борта.

Но так как у переборки существует куча своих проблем (о них ниже), переборка в данном случае не может выступать полноценным элементом жесткости, препятствующим деформации корпуса.

Что происходит в итоге: за счет нагрузок от мачты в степс и вантпутенсы корпус начинает складываться в поперечном направлении – борта идут навстречу друг другу. При

При несении парусов на острых курсах, мачта вантами наветренного борта тянет палубу, борт и корпус грубо говоря вверх. По сути, учитывая тот факт, что мачта сама упирается в корпус, эта конструкция отдаленно напоминает лук. В этом «луке» роль тетевы отведена вантам, мачта является собственно дугой лука, а часть корпуса между степсом и наветренной вантой является (точнее должна являться) жесткой частью дуги лука. Все было бы хорошо, если бы та часть лука, которая должна быть жесткой, была бы жесткой. И если бы в этом месте были бы правильно установлены правильно рассчитанные элементы силового набора, то корпус успешно противостоял бы нагрузкам и не деформировался (см. рис. 1)

Но в реальности это не так. И самый податливый и деформируемый элемент, это как ни странно корпус - скорлупа. В этом месте на картере-30 установлена переборка. И если бы она была жестко связана по всему периметру со всей скорлупой, то «лук» изгибался бы там где и должен – в мачте, чьи характеристики можно настроить с помощью такелажа адекватно условиям хождения.

этом крыша рубки естественно выгибается вверх – периметр сечения скорлупы в этом месте неизменен и крышу «выпирает» вверх. С одной стороны мачты этому противостоит продольная переборка – выгородка гальюна, связывающая дно и крышу рубки. Но связь эта недостаточно хороша и для усиления жесткости в этом месте корпуса, на поколениях начиная со второго, слева от мачты стал устанавливаться дополнительный элемент стоячего такелажа – так называемая «струна». С одной стороны струна крепится к основанию степса, а с другой рым-болтами к крыше рубки. Таким образом крыша рубки вроде бы не имеет возможности выгнуться вверх и как следствие рубка и палуба препятствуют схождению бортов (см. рис. 1).

Увы – это тоже не работает. Здесь уже дефект изготовления: рым-болты устанавливаются на верфи без подкладывания или отформовки дополнительной пластины-площадки. Более того - под них не подкладывают даже шайбы: головки рым-болтов напрямую упираются в обычный пластик палубы рубки. Вследствие работы струны, пластик палубы в этом месте локально деформируется, прогибается. Через микротрещины в наполнитель проникает вода, бальса начинает гнить, и в итоге внешний и внутренний слои пластика сходятся без зазора – бальсы там уже нет и держать расстояние между слоями нечему. Рым-болты добросовестные капитаны подтягивают каждый год и в результате через 5 лет после выхода с верфи струна не работает – пластик без промежуточного наполнителя изгибу практически не противостоит.

А больше скорлупе помогать нечему. Итог извесен – некоторые рулевые для достижения быстрого эффекта ставят в распор между бортами кусок трубы на время проведения гонок. Но это безусловная временка, а мы занимаемся перманентной ликвидацией проблем.

#### *Сопутствующие болезни.*

Теперь, когда разобрались с основным, пришло время добавить ложку дегтя в эту бочку грязи.

1. Для того чтобы заставить работать переборку одного только приформования ее к корпусу по периметру недостаточно. Дело в том, что в силу некоторых причин, о которых можно только догадываться (скорее всего из-за упрощения технологии изготовления),



переборка не является единой, а состоит из двух частей, выпиленных из фанеры, причем не собранных на ус, а просто состыкованных торцами. Место стыка скрыто под фанеровкой и находится по левой кромке отверстия прохода. Таким образом переборка, и так ослабленная наличием прохода справа, реально ничего не связывает в единый контур: левоцентральная и правая части переборки практически независимы друг от друга (см. рис. 2)

*Рис.2. Части переборки*

2. У переборки есть настоящая «ахилесова пята» - табуретка, о которой я вскользь упоминал во время описания ремонта системы подвеса кия. Табуретка, будучи приформована к дереву переборки, создает великолепные условия для гниения переборки снизу в полную труху. Внизу всегда есть некая сырость (вода идет в килевую яму и с мачты из-за дождя, и из гальюна при мытье рук, и т.д.); условия для проветривания отсутствуют – этого уже более чем достаточно. На большинстве «ярузелек», где не углядели этой проблемы, переборка как объект полностью отсутствует до уровня верхней подушки табуретки. Видимость дерева есть, а дерева уже нет. По-этому если вы еще не опоздали – отрывайте табуретку немедленно. Если «уже рано», то все равно отрывайте – переборку все равно восстанавливать и табуретка будет мешать (см. фото 1).

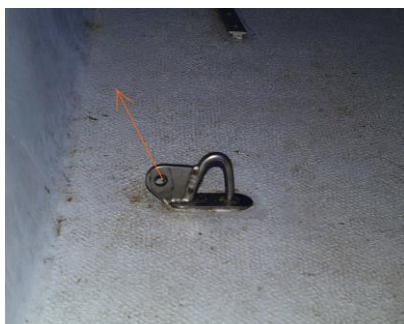
### 3. Проблемный вантпутенс. Посмотрим на конструкцию вантпутенса, к которому



приходят основная ванта и топ-ванта. Только безоглядная вера в непогрешимость настоящего, а также прославленного яхтостроителя не дает глазу увидеть вопиющую прочностную ошибку: к вполне нормальному U-образному рыму, держащему топ-ванту, сбоку приварено ухо для крепления основной венты. Таким образом, даже если не обращать внимание на ослабление сваркой прочности прутка, здесь уже заложена проблема – основная ванта (которую обычно набивают изрядно) создает своим присутствием ненормальный момент на разрыв той ноги U-образного рыма, к которому это ухо приварено (см. фото 2).

*Фото 1. Снятая табуретка. Видны уголки для монтажа табуретки на штатном месте.*

К сожалению я не настолько сообразителен, чтобы это смог “углядеть глазом”: о реальной аварии (разрыве) этого рыма на короткой азовской волне мне рассказал известный капитан московского “Норда” Ростислав Александрович Новодережкин. Причем процесс разгибания U-рыма (вторая нога выдержала рывок после разрыва первой) был не мгновенным, а растянутым по времени: экипаж успел лечь на другой галс, скинуть паруса, после чего вернулся в порт выхода. Там они заменили этот рым на другой из подручных материалов, проверили (!!!!) рым по другому борту и на следующий день опять пошли из Керчи в сторону Таганрога. И практически в том же самом месте у них лопнул рым другого борта! И они опять успели скрутиться и опять вернулись в Керчь.



Тут каждый решает сам, что делать. Мне этой истории более чем достаточно, чтобы всерьез задуматься о необходимости превентивно заменить этот рым на два отдельных нормальных, U-образных. Но этих работ мы еще не проводили, хотя подход уже сделали.

*Фото 2. Сила от основной венты, разрывающая рым топовой.*

Первичный осмотр показал, что дело не ограничивается просверливанием дополнительных четырех отверстий  $d 10$  в десятимиллиметровой же нержавейке (что само по себе в полевых условиях не просто): запас длины горизонтальной части путенса, прилегающей снизу к палубе, маловат: головки талрепов могут не влезть в близкостоящие U-рымы. По-этому скорее всего придется изготовить еще одну пару вантпутенсов и поставить их на переборку со стороны каюткомпания. Сдвиг точки крепления одной пары вант назад на 20-40мм не является критическим.

4. Мачта, установленная сквозь рубку также создает серьезную проблему. По существующим ныне нормам обеспечения безопасности, и в частности по требованиям, предъявляемым к корпусам яхт, внутренний объем каюты должен быть герметичным. При наличии пяртнерса это невозможно принципиально и никакой брюканец этому не поможет. Забивка свободного пространства в пяртнерсе между мачтой и стенками каким либо плотным материалом является односторонним решением, так как в этом случае мачта теряет свободу в этом месте и по сути испытывает от крыши рубки переламывающие нагрузки.

Наиболее правильным решением является перенос мачты на палубу с созданием нового степса-стандеса и установкой пиллерса. Это и идеологически и технически достаточно сложное решение. Такая переделка настолько кардинальна, что далеко не всякий на это решится. В качестве примера могу сказать, что, не смотря на то, что

понимание крайней желательности такой реконструкции было у меня практически с момента получения лодки, сразу пойти на этот шаг я не решился. Были очень серьезные сомнения в том, что с появлением такой заведомо нерасчетной системы нагрузок корпусу не будет нанесен необратимый урон: рубка по проекту не должна испытывать никаких (!!!) нагрузок от мачты. По-этому описание этой операции будет выделено в отдельную главу или статью, с максимальным освещением всех возникающих вопросов.

На этом перечисление проблем этого узла можно считать законченным. Приступим к ремонту.

### ***Восстановление переборки.***

Для обеспечения хоть какой-то связи двух половин переборки при изготовлении яхты сделано следующее: на левую часть низа переборки со стороны кают-компании наклеена полиэфирная стеклопластиковая панель, являющаяся частью сиденья-«табуретки», расположенного в торце стола. В эту пластиковую панель заформован брус, который связан с правой частью переборки на винтах и шурупах. В виду того, что этот брус с одной стороны открыт, и в то же время постоянно находится рядом с трюмными водами, а с другой стороны заформован в стеклопластик, он гниет сам и из-за него гниет низ переборки. Как и говорилось выше, иногда гниение поднимается до уровня верхнего среза «табуретки».

Таким образом в изначальном виде переборка являет собой скорее декоративный, нежели силовой элемент конструкции лодки.

Для устранения перечисленных недостатков было сделано следующее:

- при обнаружении первых признаков гниения был вырублен изначально установленный брус, это спасло переборку;
- снизу со стороны каюткомпании с зазором в 20-30 мм над днищем был установлен красноедеревый брус сечением ~ 40x40 мм, посаженный на винты и притянутый к подстепсовой пластине, являющейся частью «паука»; получилось нечто напоминающее «висячий флор», (см. фото 3);
- к висячму флору и к переборке был прикреплен на шурупах алюминиевый уголок, которым и удалось в итоге связать низ переборки;



*Фото 3. «Висячий флор»*

- при начале работ с системой подвеса кила с переборки снята оставшаяся часть «табуретки» в которую был вформован первичный брус;
- «табуретка» была сделана съемной, для чего на переборку был установлен уголок (см. фото 1);
- после этого низ переборки был приформован к днищу со стороны гальюна на мокрый угол с оставленными отверстиями для слива трюмных вод (заводская приформовка переборки к днищу отсутствовала начисто);
- сверху была снята раскладка и с обеих сторон на переборку были приклеены на эпоксидную смолу и стянуты винтами достаточно большие по площади накладки из 16мм водостойкой фанеры;

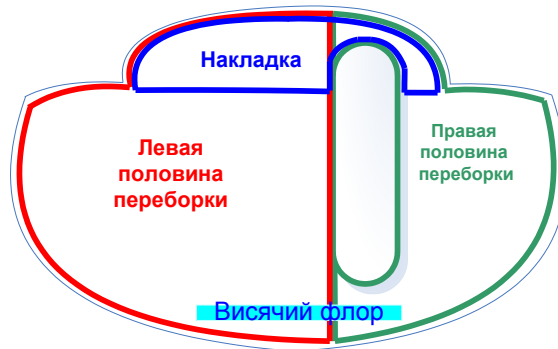


*Фото 4. Накладка, стягивающая переборку (устанавливается с обеих сторон).*

- после этого верх переборки с накладками был приформован с обеих сторон к крыше рубки;
- после этого раскладка была установлена на место, а фанерные накладки покрыты лаком с морилкой (см. рис. 4).

Приформовку бортов к переборке на мокрый угол, проведенную соседями с «Таис», мы посчитали нецелесообразной по следующим причинам:

- при передаче нагрузки с мачты и такелажа на корпус, борта испытывают нагрузки на сближение, при том что днище и палуба рубки стремятся отдалиться друг от друга;
- приформовка снизу и сверху в купе со связыванием «висячей флоры» и переборки с «пауком», плюс нормальная работа струны, противостоят удалению днища и крыши друг от друга;



То-есть приформовка снизу и сверху оправдана – имеются раздвигающие-растягивающие нагрузки; схождению же бортов переборка противостоит в силу своего наличия и целостности – здесь нагрузки на сближение-сжатие. К тому же приформовка переборки к левому борту чрезвычайно затруднена в силу плохой доступности.

Рис. 3. Элементы связывающие переборку

В случае если низ переборки не убергли, придется ее восстанавливать.

Отформовывать из пластика всю переборку целиком в данной ситуации нецелесообразно, так как ее целиком втащить внутрь рубки не удастся – нет достаточно больших проемов. Видимо это одна из причин того, что «родная» переборка также не цельная. Хотя ее-то как раз можно было бы втащить внутрь до приформовки палубы к бортам.

Что же делать? Сначала выбрать всю гниль до живого дерева. Потом приготовить шаблон и по нему изготовить опалубку для формовки стеклопластиковой пластины нужной формы. Далее формовать пластик (вне каюты), а по готовности приформовать на место потерянной части переборки.

Таким образом проведенный комплекс работ позволил достичь характеристик прочности, заложенных в проекте.

### **Восстановление работоспособности струны**

Верхний конец струны закреплен на рыме, установленном на сквозных рым-болтах на крыше рубки, нижний заведен на рым, жестко связанный винтами с металлической основой степса.

На первом поколении картеров-30 струна не устанавливалась. Там вообще много было «по уму» – и корпус формовали из стеклоткани, а не из стекломата, и вообще старались не усовершенствовать проект. Появление струны явно связано с изменением технологии изготовления в сторону упрощения и как следствие понижением качества. Насколько удалось установить, первые экземпляры изготавливались не так как последующие (так называемым «пылесосом»). То-есть процесс формовки при изготовлении скорлупы-обшивки проходил не путем безостановочного напыления смоляной смеси с кусочками стекломата, а послойно и с использованием стеклоткани. Видимо это же касается и системы переборок, которые должны были брать на себя нагрузки от рангоута и такелажа. Если нормально сделать и приформовать переборки,

то струна не нужна. Но как описано выше, переборки на «ярузельках» скорее декоративные, чем рабочие.

Основная проблема в верхней точке крепления струны. Крепление сделано следующим образом: снизу установлена пластина с двумя «ушами» для крепления оковки струны (рым). Со стороны палубы прямо в стеклопластик без каких либо разгрузочных прокладок, площадок или шайб установлены два рым-болта с кольцами, гайки которых и притягивают снизу пластину с «ушами» (см. фото 5). Конструкция крыши рубки классический сэндвич: два слоя стеклопластика толщиной 7-9 мм с наполнителем посередине. Обычно это бальза, толщиной 20-25мм. Естественно нагрузка на рым-болты, не разнесенная изначально, со временем продавливает бальзу. Далее под стеклопластик заходит вода, бальза гниет и прочность в этом месте уменьшается до нуля: слои стеклопластика сходятся вплотную.

В нашем случае для ревизии и ремонта был вскрыт наружный слой палубного пластика размерами ~ 100 x 500 мм, вытянутый в продольном направлении с центром в точке крепления струны. Сначала была удалена вся гнилая бальза (бальзой это назвать трудно – мокрая труха). Площадь полного поражения наполнителя была очень большая: она охватывала практически всю ширину палубы между пяртнерсом и



левым коробом вентиляционного воздуховода, местами еще шире. После выборки всей гнилой бальзы оставшийся наполнитель надо было высушить, выведя воду, которую он набрал за многие годы. Площадь мокрой (влажной) бальзы оценивалась нами как вся поверхность палубы рубки от носовой кромки рубки до рубочного люка. Вскрывать весь этот объем было признано нецелесообразным хотябы потому что у нас не было нового наполнителя взамен, и вообще работы преобрели бы уже катастрофические масштабы.

*Фото 5. Верхняя точка крепления «струны». Видна часть накладки и приформовка переборки к крыше рубки.*

Для просушки в течение полутора недель мы провели несколько циклов выведения воды. Каждый цикл начинался с заливки между слоями стеклопластика достаточно приличных объемов известной жидкости на базе этила, связывающей воду. После чего с помощью софитов в течение двух суток происходила сушка и выпаривание смеси. Всего было проведено несколько циклов, и израсходовано около 2.5 литров жидкости, признанной во всем остальном мире сильным ядом. Увы, в процессе сушки проводить работы по другим темам было невозможно. Причем не только нам, но и экипажам всех



лодок, находящихся в этом же эллинге: нашествия бомжей мы не ожидали в силу большой удаленности от забора и хорошей охраны в яхт-клубе, однако закусить хотелось постоянно.

После 3 или 4 циклов было принято решение считать бальзу сухой. Последующая эксплуатация не выявила проблем с потерей прочности палубы рубки, что позволяет считать данный подход правомерным.

*Фото 6. «Ошейник» на палубе. Видны кольца рым-болтов струны и дополнительные U-образные рымы.*

В качестве нового наполнителя вместо бальсы между слоями стеклопластика было положено несколько кусков красного дерева соответствующей толщины. Стыки и полости были заполнены шпаклевкой из полиэфирной смолы, краснодеревых опилок и аэросила. После чего верхний слой пластика был уложен обратно и приклеен к остальной части палубы рубки. Сверху все было защищено толстым слоем гелькоата.

Для разнесения нагрузки и укрепления этого участка палубы был изготовлен так называемый «ошейник» - прямоугольная пластина из 5мм нержавеющей стали с отверстием под пяртнерс посередине (см. фото 6, 7). Размеры ~ 500 x 700мм. Для плотного прилегания «ошейнику» была придана соответствующая погибь.

Поверхность палубы рубки под ним была залита герметиком (ушло ~ 300 мл).



«Ошейник» был протянута 6 болтами, плюс два рыма крепления струны и в противовес им U-образный рым справа от пяртнерса.

Размеры ошейника были выбраны с таким расчетом, чтобы он своей плоскостью через палубу опирался на поперечную и продольную переборки.

Последующая многолетняя эксплуатация не выявила никаких проблем с палубой в этом месте за исключением небольшого продавливания потолка каюткомпания из-за излишних усилий при протяжке винтов «ошейника».

*Фото 7. Нынешний вид стандарса с погоном, из-под которого виден край первоначального «ошейника».*

Если сразу принять решение и «тащить» мачту на палубу с первого захода, можно сэкономить не только время, но и много другого полезного материала.

### ***Итоги проведенных работ***

Таким образом:

- переборка собрана воедино и теперь может работать как единое целое;
- переборка приформована практически по всему периметру и таким образом корпусу с помощью силовых элементов набора (переборок) придана та жесткость, которая требуется по проекту;
- струна с помощью «ошейника» притягивает крышу рубки к степсу; причем с учетом калибра струны (6мм, нагрузка на разрыв 6-8 тонн) расстояние между степсом (пяткой мачты) и крышей рубки можно считать строго постоянным.

То-есть корпус в этом месте больше не будет подвержен деформациям описанным в начале этой статьи – проблема несоответствия между реальными и заложенными в проекции характеристиками решена, ремонт этого узла можно считать законченным.