

3. Волшебный пластик

Согласно замечательной книге Дэна Спюра «Сердце пластика», первая яхта, сделанная из стекловолокна, не была изобретена в одно мгновение ока, как, например, телефон Александра Грэхема Белла или вакцина против полиомиелита доктора Джонаса Солка. Напротив, многим ученым и исследовательским компаниям потребовались годы экспериментов с экзотическими клеями и смолами (формальдегид мочевины, например) и всякого рода скрепляющими материалами (хлопок, оберточная бумага, небеленый муслин) прежде чем идея стеклопластиковой яхты стала реальностью.

По словам Спюра, таинство возможно произошло в 1942 году, когда исследователь по имени Рей Грин получил галлон полиэстеровой смолы, затвердевающей в холоде, от американской цианамидной компании. В то время Грин работал над экспериментальными ракетными оболочками, используя стеклопластиковые материалы компании Оуэнс Корнинг. Грин попытался смешать смолу со стекловолокном и – вуаля! – эра яхты, построенной в одно мгновение, о которой так долго мечтали, началась⁹.

Первые пластиковые лодки, поставленные на промышленную основу, были 14-ти футовые челноки, выпущенные в 1944 году компанией Юниверсал Молдед Продактс в Бристоле штата Вирджиния. В 1948 году Грин уже конструировал 8-ми футовую шлюпку и 16-ти футовую прогулочную яхту Ребел.

Грин продал 5 тысяч таких яхт и думал, что открыл рай для яхтостроителей. Только подумайте о достоинствах этих яхт! Пластиковые яхты могут быть построены быстро и дешево, они прочные и легкие, не протекают и не гниют. Вполне возможно, что пластиковые яхты могут жить вечно. Грин вполне мог бы продать Ребел каждой семье в Соединенных штатах!

Однако согласно ветерану яхтостроения и автору книги «Ремонт пластиковых яхт» Алану Вайтсесу, предшественники пластиковых яхт были корпуса радаров, сконструированных компанией Джeneral Электрик в конце второй мировой войны. Человек по имени Каол Биттл, семья которого строила китобои в течении многих поколений, увидел радар и решил адаптировать идею его корпуса для маленьких яхт. Зимой 1946-47 года Биттл продемонстрировал свои монолитные стеклопластиковые лодки на нью-йоркской выставке катеров и яхт.

Правда состоит в том, что сведения обоих авторов верны. Люди мечтали о монолитных непротекаемых лодках многие столетия, но как и алхимики, которые пытались делать золото из железа, никто не знал как. В начале 1940-х годов ряд экспериментаторов обнаружили, что жидкая смола, затвердевая при высокой температуре и давлении, превращается в твердый, практически неразрушаемый материал. Вайтсес однако писал: «Он не очень впечатлял, будучи довольно хрупким; трудно было представить, для чего можно было бы использовать материал, похожий на несъедобную сосательную конфету янтарного цвета».

Однако когда эта смола была нанесена кисточкой на пучок ультратонких нитей стекловолокна и затвердела, она скрепила волокна в нечто жесткое с удельной прочностью, больше чем у стали. В мгновение ока, было получено замечательное новое вещество. Оно не ржавеет. Не гниет. Оно прочное и упругое, и служит очень длительное время.

Я первый раз столкнулся с пластиковыми яхтами в 1958 году, когда познакомился с яхтостроителем Фредом Колманом, который изготавливал 41-футовый шлюп (или ял) Баунти конструктора Филипа Родеса в компании Аэромарин Пластикс. Стеклопластиковые яхты там строились в выдавшем виде куонсетском ангаре, сделанном из гофрированного железа, на набережной в Саусалито штата Калифорния. Компания казалось была плохо обеспечена, но корпуса у них получались гладкими и впечатляющими, они даже делали стеклопластиковые мачты. Я написал рассказ о новом Баунти для журнала Попьюла Сайенс и сфотографировал Баунти, идущую под парусом (см. предыдущую страницу).

Время от времени мне встречаются Баунти. Конечно, им требуется покраска и их дельные вещи может быть устарели или требуют ремонта, но яхты до сих пор на плаву и возможно даже пережили своих первых владельцев. Когда я мысленно возвращаюсь в 1958 год и вспоминаю Баунти, я поражаюсь насколько эта яхта похожа на те, что строят сегодня. Конечно, были усовершенствования. Интерьер, отделка, другие показатели яхт, построенных в 21 веке, гораздо лучше. Но на расстоянии в 30 – 40 футов вы не сможете назвать не одного отличия. Блестящая Баунти и сегодня может порадовать посетителей выставки катеров и яхт в Аннаполисе или Лондоне.

Основу пластиковых яхт составляют тонкие стеклянные волокна, из которых делают разного рода материи. Когда закладывают корпус, обычно на матрице, один или два слоя этой стеклоткани пропитывают жидкой смолой, как правило, полиэфировой, в которую в качестве катализатора добавляют небольшое количество пероксида метил-этил-кетона. Вы можете сравнить ламинат из стеклоткани с железобетоном, где цементный раствор скрепляет железную арматуру. Правда, количество стеклоткани составляет где-то 30 процентов, что гораздо больше чем количество арматуры в железобетоне.

Стеклопластик, часто называемый в английской литературе ФРП (FRP – fibre-reinforced plastic или пластик, усиленный стекловолокном) – замечательный материал. Он прочный и стабильный, не подвержен влиянию морских червей и, в зависимости от толщины, может быть даже пуленепробиваемым. Срок годности пластика 40 лет (возможно даже больше) и он идеально подходит для изготовления сложных форм, которые трудно и дорого сделать из дерева. ФРП – легкий (при правильном проектировании и исполнении) и ремонтпригоден. Вам потребуется лишь сухое помещение, нагревательный элемент и шлифовальная машинка или рашпиль, чтобы сточить края ремонтируемого участка для увеличения площади склеиваемого соединения.

Почти 90 процентов всех яхт в США сделаны из пластика. Для всех же круизных яхт в мире этот показатель меньше, возможно, 60 процентов, но он, тем не менее, растет с каждым годом. В США только и говорят, что о стеклопластике, но за его пределами вы все же встретите деревянные и стальные яхты.*

У пластика есть, однако, и свои недостатки. Материал дорогостоящий и его кубический фут весит примерно 95 фунтов (поэтому делается упор на тонкостенной хорошо-продуманной конструкции).

** Майский выпуск голландского журнала Зейлен за 2000 год подсчитал, что в Карибском море из 134 яхт длиной от 28 до 80 футов, 53 процента были пластиковые, 26 - стальные, 9 – алюминиевые, 8 – деревянные, 3 – ферроцементные и 1 – композитные (стекловолокно поверх дерева).*

Обычная полиэфирная смола не является ни жаростойкой, ни водонепроницаемой. Износоустойчивость у нее тоже плохая. Работать с ней неудобно и она сильно пахнет. Если вы когда-либо использовали шлифовальную машинку для зачистки стеклопластика, то наверняка знаете, что пыль от стекловолокна очень раздражает органы дыхания и кожа потом сильно чешется. Обычно для постройки яхты требуется дорогостоящая матрица типа «мама», хотя единичные яхты могут быть построены из при помощи простой матрицы типа «папа». Наконеч, борта и палуба стеклопластиковых яхт должны быть хорошо теплоизолированы, чтобы избежать конденсации, если предполагается эксплуатация яхты в холодном климате.

Помимо стеклоткани, сделанной из супертонких волокон стекла, существуют еще легкие и тяжелые ткани, сделанные из кевлара или углеродных нитей, которые используются там, где необходима дополнительная прочность. Кевлар – это собственное изобретение Дюпонт, он широко известен своим применением для производства пуленепробиваемых желетов и сверхпрочных канатов. Углеродные волокна добавляют прочности корпусу или мачте и иногда используются вместо металлических оснований в местах крепления лебедок.

Существует несколько типов смол, употребляемых с этими материалами. Наиболее распространена полиэфирная смола, которая используется в 90 процентах случаев в яхтостроении как для производства новых, так и для ремонта старых яхт. Полиэфирная смола бывает двух видов: отделочная или ламинантная. Первая лучше подходит для небольших работ, например, чтобы наклеить несколько слоев стеклоткани или починить течь в шлюпке. Отделочная смола содержит в себе воск и поэтому хорошо растекается по поверхности, образуя при высыхании твердый участок, который можно при желании отшлифовать (если вам нужно добавить дополнительный слой стеклоткани на уже затвердевшую смолу, то вам обязательно нужно зачистить такой участок наждачной шкуркой или шлифовальной машинкой, чтобы обеспечить хорошее соединение).

Ламинантная смола, наоборот, хорошо подходит для больших работ, после высыхания твердеет, но остается липкой, и тем самым, ее нельзя шлифовать. В отличие от отделочной смолы, вы легко можете добавить необходимое количество слоев стеклоткани на уже затвердевшую смолу без дополнительной зачистки. Можно изготовить отделочную смолу из ламинантной, добавив несколько капель распространенного воскового раствора, называемого в английской литературе TFA (task-free additive, или безклеевая присадка), которая поставляется в небольших бутылочках.

Несмотря на то, что полиэфирная смола хороша, эпоксидная смола все же лучше, как для стеклоткани, так и для дерева. Соединения, выполненные при помощи эпоксидной смолы, получаются более прочными и водонепроницаемые, служат в воде более длительное время. Наиболее известна эпоксидная смола «вест систем», выпускаемая компанией Гоуджен Бразерс в Бей Сити штата Мичиган. Эта

компания также известна своими публикациями отличных пособий по ремонту для владельцев катеров и яхт. Большинство круизных яхт имеют на борту квартиру или две эпоксидной смолы «вест» как с обычным, так и с медленным отвердителем, которые применяют при различных температурах. Этот клей, который может храниться вечно, замечательно подходит для ремонта трудно доступных или слегка влажных участков. Если, однако, вы начали клеить эпоксидкой, то назад уже пути нет. Несмотря на то, что эпоксидка хорошо пристанет к полиэстеровой смоле, последняя не пристанет к эпоксидке. Точно также, гелевую облицовку на основе полиэстера нельзя использовать поверх эпоксидки.

Чудесные свойства эпоксидки отражаются на ее цене. В 2003 году кварта эпоксидки вместе с отвердителем стоила \$39, в то время как кварта отделочного полиэстера с катализатором - \$11, почти в четыре раза дешевле. Винилэстеровая смола, которую часто предпочитали полиэстеровой в строительстве новых корпусов из-за ее лучшей водостойкости и соответственно меньшему вздутию поверхности дна, стоила \$16 за квартиру. Все смолы можно было купить оптом значительно дешевле.

Проблема с эпоксидкой состоит в том, что она более токсична и у некоторых людей вызывает покраснение кожи. После продолжительного контакта с эпоксидкой у небольшого процента людей появляется аллергия на эти вещества, поэтому они вынуждены использовать другие клеи. Таким образом, при работе с эпоксидкой рекомендуют использовать перчатки и одноразовую одежду, а также работать на свежем воздухе или в хорошо проветриваемом помещении.

Давайте быстро пройдемся по этапам строительства стеклопластиковой яхты длиной 35-футов.

Сегодня практически все пластиковые лодки строятся на матрице типа «мама». Первый шаг заключается в изготовлении такой матрицы из дерева. Это можно сделать быстро и дешево, если построить деревянный корпус с диагональной обшивкой из низкокачественной сосны, сбивая и склеивая рейки и замазывая неровности шпатлевкой для создания супергладкого ровного корпуса, который в точности повторяет чертежи его конструктора. Такой деревянный корпус называют пуансон.

Корабельные плотники покрывают пуансон воском и затем укладывают большое количество стеклоткани и внешних усилителей поверх пуансона, чтобы сделать жесткую матрицу типа «мама». Пуансон потом освобождают от матрицы, часто с помощью струи воды под напором и выбрасывают. Образовавшуюся матрицу тщательно полируют и тоже покрывают воском, а потом монтируют ее на платформу на колесах, чтобы можно было ее легко передвигать по мастерской. Иногда матрицу делают из двух половинок, соединенных болтами, чтобы потом ее можно было легко разобрать и освободить готовый корпус.

Постройка новой парусной яхты начинается с напыления толстого слоя гелевого покрытия (20 мил или ½ мм). Корпуса и палубы стеклопластиковых яхт почти всегда имеют блестящее и износостойчивое гелевое покрытие, которое получают пигментацией полиэстеровой смолы; в продаже имеются белая и дюжина других привлекательных расцветок. Гелевое покрытие защищает корпус и палубу

от воздействия солнца и воды. На бортах гелевое покрытие служит 15 – 20 лет, в зависимости от обращения с ним.

После этого рабочие забираются внутрь матрицы и вдавливают слой тонкой стеклоткани в гелевое покрытие. Они, конечно же, работают с платформы, подвешенной внутри матрицы. Иногда вместо этого они или наклоняют матрицу, или разделяют ее пополам, и делают корпус из двух половинок.

Рабочие насыщают первый слой стеклоткани катализированной смолой и прикатывают его металлическими валиками, чтобы удалить попавший туда воздух. После этого они переходят к главному этапу строительства. Он состоит в чередовании толстого мата, материала с беспорядочно ориентированными короткими волокнами, и ровинга, в котором пучки длинных волокон сплетены в грубую супертолстую материю. Мат лучше клеится, но не обладает такой прочностью как ровинг, который, в свою очередь, не очень хорошо клеится. Рабочие укладывают мат и ровинг попеременно, пропитывая их смолой и удаляя пузырьки воздуха валиками до тех пор пока не достигается требуемая толщина корпуса, скажем, от 5/16 до 5/8 дюйма в зависимости от места.

Даже с хорошей вентиляцией работать с сильными химическими веществами и раздражающим стекловолокном не очень приятно. По этой причине и еще потому что трудно уследить за рабочими внутри матрицы, иногда корпуса делают из двух половинок и соединяют их потом большим количеством слоев мата и ровинга. Корпуса, изготовленные из двух частей, затем дополнительно усиливают при помощи крепких поперечных флоров, которые неплохо применять и для цельных корпусов. Некоторые строители, такие как Фрерс и Сибелс в Буэнос Айресе, устанавливают продольную двутавровую балку на всем протяжении от форштевня до ахтерштевня, чтобы корпус был более стойким к нагрузкам на такелаж. Если конструкция яхты предполагает наличие киля, то флоры просто обязательны: он будет крепиться к ним на болтах.

В любом случае внутренние элементы необходимы для крепления интерьера; почему бы не использовать их и для усиления корпуса? Вам может показаться это очевидно, но большое количество яхтостроителей делают корпуса и интерьер по отдельности, а затем просто устанавливают интерьер внутрь корпуса вместо того, чтобы надежно ламинировать в корпус переборки, банки, полки и так далее.

Некоторые строители считают, что корпус вместе со всеми ребрами жесткости и прочими укреплениями, должен быть выполнен целиком на матрице (первичная формовка), они заявляют, что такой корпус значительно прочнее. Они считают, что ламинирование, которое происходит позднее (вторичная формовка), даже несмотря на то, что поверхности шкурятся и вся работа ведется профессионалами, не столь удовлетворительно. Я, однако, лично видел много капитальных ремонтов корпусов с вторичной формовкой с использованием полиэстеровой смолы (эпоксидная, конечно, еще лучше), и результаты были абсолютно удовлетворительны.

В Соединенных штатах фобия толщины корпуса не дает никому покоя. Буквально все спрашивают: «Какая у нее толщина?». Она, конечно же, важна, но дело не только в этом. Стеклопластик - дорогой и тяжелый материал. Толщина корпуса, конечно, варьируется от киля до палубы, но, как я и говорил раньше, в

среднем толщина бортов составляет 5/16 или 3/8 дюйма (киль 5/8 или 3/4 дюйма), плюс флоры, внутренние укрепления и надежное соединение бортов с палубой кажутся вполне достаточным для размера яхты, о которой идет речь. Морские инженеры говорят нам, что тонкий, но качественно сделанный ламинат, лучше чем толстый, перенасыщенный смолой. Легкие и быстрые яхты несут меньше парусов и, соответственно, ими легче управлять.

В прошлом одна калифорнийская компания выпускала шлюп с острой кормой (симметричной носу) Вестсейл 32 и беспрецедентная маркетинговая кампания позволила им продать 800 яхт. Толщина корпуса достигала 1 дюйма (2 слоя гелевого покрытия плюс 12 слоев мата и ровинга). Таким образом, получился очень прочный корпус, сильно расхваливаемый владельцами, но вес яхты был чрезмерным. (Один из владельцев говорил о своей яхте как о сверхтяжелом танке.) Результатом всего этого была плохая скорость, особенно в слабый ветер, даже после того как морской инженер-конструктор Бил Крилок совершил героический поступок и увеличил такелаж своей яхты.¹²

Вот почему J-35 могла делать восьмерку вокруг Вестсейл 32. Одна из них была слишком легкая, другая слишком тяжелая. Ледоколу нужен колоссальный такелаж, чтобы сдвинуться с места, но в слабый ветер даже он не поможет. Для тех, кто предпочитает дальние плавания, нужно нечто среднее.

Стеклопластиковые яхты, построенные в США, имеют толстые борта, переборки и минимум других внутренних усилений. Яхты, сделанные в Европе и Великобритании, наоборот имеют тонкие борта, но более серьезный внутренний скелет. Повреждение больших неусиленных плоских частей корпуса у американских яхт нечем остановить и пробоина часто распространяется до самой переборки. Внутренние усиления и сравнительно маленький размер неусиленных плоских участков корпуса помогают локализовать повреждение, а также лучше держат форму корпуса.

Внутренние переборки легко установить после того как корпус уже готов. Если длинные шпонки из мягких пород дерева диаметром 1 1/2-дюйма разрезать по длине, и изготовить из них решетку с размером ячейки, скажем, 12 или 15 дюймов, а потом заламинировать ее в корпус, покрывая рейки 3-мя или 4-мя слоями стеклоткани, то получится корпус удивительной прочности. Дно корпуса все равно нуждается в подходящих флорах. По стандартам Ллойда для 35-ти футовой яхты требуется одна 9-ти дюймовая флора каждые 16 дюймов. Каждая флора должна иметь два шпигата (или дренажных отверстия).

Для участков корпуса, где требуется повышенная прочность, например, вокруг вантпутенсов, пера руля, степа мачты, и килля, морской инженер может задать в спецификации использование специальных материалов, таких как однонаправленный ровинг, биаксиальные или триаксиальные материи, кевлар, стекло «С» или углеродные волокна. Если вес яхты очень важен, то эти материалы могут быть использованы повсеместно, хотя, конечно, стоимость такой яхты будет немаленькая.

Стеклоткань оказывается можно не только склеить, но и сплавить, помещая корпус в вакуумный мешок. В этом случае, слои стеклоткани укладываются один на другой, пропитываются смолой, и покрываются сначала материалом, исключая прилипание к стеклоткани, а потом еще и материалом,

обеспечивающим воздушный барьер между вакуумным мешком и стеклотканью. После этого все покрывают прозрачной пленкой, края которой склеивают специальной мастикой. К вакуумному мешку подсоединяют шланг, и насосом откачивают воздух. Атмосферное давление в 14.7 фунта на квадратный дюйм равномерно сжимает стеклоткань, слои ее плотно прилегают друг к другу, пузырьки воздуха выходят наружу вместе с излишками смолы и в результате получается первоклассный ламинат.

Существует и еще более экзотичный способ постройки корпуса, когда стеклоткань заранее равномерно пропитывается смолой и как заготовка хранится в холодном месте, а затем после укладки на матрицу подается тепло и смола затвердевает. Заготовки, наполнители и методы постройки постоянно совершенствуются. Большой поклонник всего нового строитель Эрик Герц из Бристолья на Роуд Айленде создал много гоночных яхт для первенства на кубок Америки, а также других быстроходных яхт единичного исполнения. Дух захватывает, когда смотришь на его суперлегкие дорогие яхты; к сожалению, все они не подходят для рядовых яхтсменов и бродяг-путешественников.

Тем не менее, некоторые высокотехнологичные идеи постепенно находят свое применение и на рынке круизных яхт. Например, тот же Герц ламинирует вантпутенсы из углеродных волокон непосредственно в борта или палубу новой яхты. Сразу отпадает необходимость в изготовлении, полировке и установке отдельных стальных вантпутенсов. Таким образом, не только уменьшается вес яхты, но и исключается возможная течь в корпусе из-за болтов и дырок. Вантпутенсы из углеродных волокон очень прочные, за них можно поднять всю яхту; я думаю, что их стоимость все же меньше, чем стоимость стальных путенсов. Вот такого именно рода вещи могут быть с легкостью адаптированы массовыми производителями круизных яхт.

Но вернемся к нашему новому корпусу на матрице. После того как его основа готова, в нее ламинируются продольные стрингеры, поперечные флоры, опоры под двигатель и переборки. Новый корпус еще недостаточно прочен, поэтому его хорошо бы поддержать на матрице день или два, до тех пор пока клей окончательно не затвердеет. После этого, яхта точь в точь сохранит форму матрицы. Затем устанавливают металлические вантпутенсы, чтобы корпус было удобней поднимать.

Когда, наконец, его подвешат за таль и вынут из матрицы, то вам покажется, что произошло чудо, особенно в тусклой бесцветной мастерской. Неожиданно перед вами предстанет яркая и блестящая, почти как живая, яхта в своем великолепном гелевом покрытии. (Куда она отправится? Кто будет на ней плавать? Как ее назовут? Как она себя поведет на волне?)

Как такая красавица может быть сделана из безликих банок с химическими веществами и рулонов стеклоткани, вызывающей зуд во всем теле? Гелевое покрытие выглядит даже лучше чем краска на новом автомобиле или эмаль на только что распечанном новом холодильнике. Вы можете сделать себе прическу, глядя на свое отражение в ее бортах.

До сих пор мы говорили только о цельной стеклопластиковой конструкции. Другой метод постройки пластиковых яхт состоит в применении наполнителя

между слоями стеклопластика. В качестве заполнителя может выступать бальза с торцевым волокном или полихлорвиниловый пенопласт, производимый многими компаниями. Наиболее популярны три брэнда пенопласта: Айрекс, Клегсел и Дивинисел. Каждый из материалов обладает своими характеристиками: проектировщики и строители делают свой выбор, исходя из цены, долговечности и удобства в работе.

Обычно, при использовании пенопласта в качестве заполнителя, строительство начинается напылением на матрицу гелевого покрытия, как и в случае яхт из цельного пластика. Затем ламинируется внешняя оболочка корпуса. После чего большие куски пенопласта толщиной от 1/2 до 1 дюйма приклеиваются к ламинату. В заключении на пенопласт наносят слои мата и ровинга. В результате получается сэндвич, у которого внешняя стенка имеет толщину, скажем, 5/32 дюйма, 1/2 дюйма заполнитель и 3/32 дюйма внутренняя стенка. Снаружи пластик всегда более толстый, потому что яхта часто бьется бортами о стенки причала и тому подобное.

Из-за своей толщины сэндвич-конструкция имеет хорошее сопротивление на изгиб, потому что в то время как одна поверхность его находится под действием силы растяжения, другая подвергается действию силы сжатия. Заполнитель берет на себя нагрузку сдвига.

«Заполнитель придает корпусу прочность и легкость», - пишет морской инженер-конструктор Эрик Спонберг. «Легкость означает перемещение меньшего веса в воде, поэтому скорость будет больше. Вдобавок заполнители хорошо изолируют корпус от жары от холода, уменьшают вибрацию от разбивающихся о борт волн, и приглушают шум пыхтящего двигателя. Благодаря заполнителю, яхты стали более быстходными и более комфортабельными».¹³

Обратная сторона медали состоит в том, что места сквозных отверстий в корпусе и палубе должны быть сделаны из цельного пластика, металлических вставок, или прочных эпоксидных смол, чтобы болты не могли повредить заполнитель и не вызвали попадание воды внутрь заполнителя. От строителей требуется добросовестное обращение как с крепежными деталями, так и с местами крепления; если, например, вода попадет в заполнитель из бальзы, то дерево начнет гнить и превратится в что-то похожее на желе белого цвета. Если поступление воды вовремя не остановить, то весь корпус будет уничтожен и деньги, потраченные его владельцем, пойдут на ветер. Инспекторы катеров и яхт очень хорошо знакомы с проблемой заполнителей из бальзы, и кажется получают большое удовлетворение, рассказывая об одном ужасном случае за другим.

Владельцы яхт с заполнителем из бальзы должны знать о проблеме со сквозными креплениями, учиться как можно избежать ее при установке нового оборудования и постоянно следить, чтобы вода не попадала внутрь заполнителя. Если же владельцы сами не в состоянии этого сделать, то они должны обратиться за помощью к профессионалам или выбрать другой вариант постройки корпуса.

Несмотря на проблему со сквозными скелениями, существуют тысячи яхт с наполнителями из бальзы, которые успешно эксплуатируются изо дня в день.

Палуба часто делается в виде сэндвича с наполнителем из бальзы, чтобы придать ей больше жесткости. Наполнитель также уменьшает конденсацию на потолке каюты, потому что является дополнительной теплоизоляцией. К

сожалению, из-за того, что строительная практика оставляет желать лучшего и многие безалаберные владельцы, недумая, сверлят дырки в палубе под погоны, блоки и еще дюжину других вещей, возникла новая миниотрасль промышленности, которая занимается исключительно ремонтом корпусов парусных и моторных яхт с наполнителем из бальзы. В отличие от корпусов, отремонтировать палубу намного легче, потому что она более или менее плоская и к ней всегда можно получить доступ с обеих сторон (ну, почти всегда).

Сэндвичеподобное строительство используется и для создания единичных экземпляров корпусов на матрице типа «папа» (перевернутой вверх дном для удобства в работе). По одной схеме листы заполнителя изгибают нужной формы и приделывают к матрице. Потом их покрывают слоями стеклопластика, который образует внешнюю поверхность корпуса. После этого корпус переворачивают, матрицу удаляют, внутрь клеят стеклоткань, затем устанавливают шпангоуты и перебоки. Место крепления киля обычно делают из цельного стеклопластика. Все этого выглядит легко и просто, за исключением того, что требуются сотни часов скрупулезного труда (штукатурка, зачистка и покраска) прежде чем корпус станет похож на тот, который был изготовлен на матрице типа «мама» путем напыления гелевого покрытия.

Заметьте, что корпуса, заполненные пенопластом, ненамного отличаются от деревянных корпусов с диагональной обшивкой (из кедра или красного дерева), когда те покрываются снутри и снаружи слоями стеклоткани, приклеенной, а иногда и механически прикрепленной, к дереву. В 1994-95 годах во время проведения кругосветной гонки одиночников ВОС австралиец Дэвид Адамс принимал в ней участие на своей 50-ти футовой яхте (с 82-х футовой мачтой), построенной из кедра с диагональной обшивкой и покрытой с двух сторон стекловолокном «Е» и кевларом. Его корпус доказал свою прочность и хорошо справлялся с нагрузкой от высокого такелажа.

Еще один способ постройки яхты на матрице типа «папа» - это использование в качестве заполнителя патентованного материала «си-флекс», представляющего собой длинные тонкие стеклянные прутья. Эти прутья поставляются в виде широких рулонов и могут быть изогнуты в двух плоскостях для придания им требуемой округлой формы. Опять-таки этот метод напоминает нам строительство деревянных корпусов с диагональной обшивкой.¹⁵

Последнее громкое слово в стеклопластиковой промышленности – это процесс формовки с инъекцией смолы, разработанный компанией Симан Композитс (по-английски, SCRIMP – Seaman Composites Resin Infusion Molding Process). Это попытка скомбинировать легкость укладки стеклоткани с методом вакуумной формовки. В таком случае достигается высокое содержание стекловолокна: 50 процентов и выше, плюс значительно улучшаются условия труда: рабочие могут обходиться без масок и одноразовой одежды на протяжении всего рабочего дня.

Процесс формовки с инъекцией смолы начинается, как обычно, с напыления гелевого покрытия на матрицу типа «мама». Затем рабочие укладывают внутрь заранее вырезанную нужного размера стеклоткань, слой за слоем, но без смолы (за исключением небольшого количества клея, необходимого для крепления слоев стеклоткани). Потом, если надо, идет наполнитель, опять же без

смолы. И наконец, поверх заполнителя укладывают внутренние слои стеклоткани, один за другим, без смолы.

Поверх всего этого размещают шланги, с проделанными в них дырочками, для инъекции, которые подсоединяют к смоляным бочкам. Затем следуют слои материалов, исключающих прилипание вакуумного мешка и обеспечивающего воздушный барьер, и сам полиэтиленовый мешок. К нему подсоединяют вакуумные шланги и включают насос для откачки воздуха. Когда образуется вакуум, оператор открывает вентиль подачи смолы. Катализируемая смола начинает пропитывать ламинат до тех пор пока не наступит его насыщение. Избыток смолы стекает по каналцам, расположенным у края матрицы.

Все это выглядит как большой производственный кошмар, и это так, но после того как процесс пойдет, результат будет просто превосходный: либо хорошо обжатый заполнитель, либо цельный высокопрочный ламинат без воздушных карманов и избытка смолы, плюс еще и одобрении от правительственных учреждений по охране труда. На заполнитель наносят специальное покрытие, которое обеспечивает хорошее соединение, но не позволяет смоле попасть внутрь заполнителя. Дополнительно хочу отметить, что требуется специальная смола, которая сможет пропитать весь ламинат целиком и исключить образование сухих участков.*

Большое число пластиковых яхт было построено в 1960-х и 1970-х годах. К 1980-м и 1990-м годам этим яхтам исполнилось уже по 20 лет. Многие (но не все) оказались подвержены вздутию слоев дна, это касается особенно мест, где защитное гелевое покрытие было нарушено: сбито или сошкурино на нет. Вздутие было обнаружено на всех яхтах, независимо от их производителя, но больше всего пострадали яхты, находящиеся в теплых водах. Казалось, что репутация строителя не имела значения. Хинкли и Своны не были исключением.

Быстрый ремонт заключался в удалении вздутий шлифовальной машинкой, высушивании этого места нагревательным элементом, заделка дыр эпоксидной шпатлевкой и снова сушка нагревательным элементом с последующей зачисткой и покраской.

Но что все-таки же вызывает вздутие? Почему бы не лечить причину, а не следствия? Вздутия могут образовываться, если стеклоткань слишком быстро поместили поверх гелевого покрытия в матрице. Крохотные пузырьки воздуха, образующиеся при высыхании гелевого покрытия, могут оказаться в плену стеклоткани. Позднее, кто-то может шкурить корпус и обнажить уйму этих маленьких пузырьков. Если гелевое покрытие потом покрасить полиуретановой или эпоксидной краской, то каждый пузырек может превратиться в маленькое вздутие. Таким образом, мы получили один из вариантов ответа на наш вопрос.¹⁷ Это, однако, неисчерпывающий ответ, так как известны случаи образования вздутий в корпусах без гелевого покрытия.

В 1990-м году журнал Практикал Сейлор провел опрос, который показал, что вздутие имеет место на каждой четвертой яхте. Проблема вздутия (усугубленная слухами и ложными решениями проблемы) стала настолько серьезна, что строители и разработчики вынуждены были обратиться за помощью к

университетам и научно-исследовательским центрам. Даже правительство Роуд Айленда было вовлечено в это дело.

** Предсказания, конечно, рискованное мероприятие и хрустальный шар надежд может разбиться в дребезги, но следующим шагом после метода формовки с инъекцией смолы, мог бы быть тот, в котором используются уже пропитанная стеклоткань, хранимая в холодном месте. Корпус бы делали из такой стеклоткани, помещали бы в вакуумный мешок и закатывали бы в гиганскую печь для отвердевания смолы под атмосферным давлением. Это позволило бы исключить 80 или 90 процентов работы со смолой, инъекционных трубок, смешивания смолы с катализатором и еще много разных сложностей. Может быть вакуумный мешок мог бы иметь нагревательные элементы и выполнять двойную роль, т.е. создавать не только вакуум, но служить еще и печкой.*

Через какое-то время исследователи поняли, что полиэфировая смола слегка пористая. Через несколько лет погружения, вода проникает во внешние слои ламината. После этого проблема уже не только во вздутии внешних слоев ламината, но и потенциальном разрушении всего корпуса.

«Вздутия (или блистеры) образуются когда вода проникает с слои ламината и, растворяя некоторые его компоненты, скапливается в пустотах под гелевым покрытием», - говорится в недавнем исследовании компании «Вест Систем». «Образуемый раствор, за счет процесса осмоса, который пытается сделать его менее насыщенным, втягивает в себя еще больше воды. Давление воды увеличивает размер пустот, образуя блистеры».¹⁸

Жидкость внутри блистеров представляет собой кислотный раствор, которой разрушает полиэфировую смолу во всем ламинате. Кислота действует не только на химические связи самой смолы, но и на ее соединения с стеклотканью. Этот процесс называется гидролизом и может быть фатальным для пластиковых яхт, если вовремя его не заметить. Исследователи также обнаружили, что вода в трюме или просто высокая влажность могут вызывать проникновение воды в слои ламината и образование вздутий изнутри яхты. «Важно, чтобы трюм был как можно более сухим», - говорят ученые. «Мы настоятельно советуем хорошо проветривать трюмы с помощью мощных вентиляторов, особенно в тех случаях, когда блистеры на яхте уже были замечены ранее».¹⁹

Разговор о ремонте, связанном с блистерами и гидролизом, выходит за рамки данной книги. Тем не менее, я хочу привести некоторые примеры того, как это делают профессионалы.

Сначала они с помощью шлифовальной машинки бурят несколько неглубоких отверстий в гелем покрытии диаметром 5-дюймов, чтобы проверить наличие гидролиза (беловатые стекловолокна и поврежденный ламинат). Если его следы обнаружены, то обязательно делают дополнительные отверстия. Если очевидно, что гидролиз распространился на весь корпус (я видел повреждения размером 2 на 3 фута на Своне), то гелевое покрытие должно быть полностью удалено.

Это можно сделать с помощью шлифовальной машинки, но тут потребуется умение, без которого корпус может получиться неровный, с бугорками. Ямки от блистеров нужно зашпатлевать и зашкурить – и это далеко непростая работа. Второй способ удалить гелевое покрытие – это пескоструйная обработка. Третий – «сбрить» гелевое покрытие электрическими или гидравлическими насадками. Работа профессионала, выполняющего данный вид ремонта, напоминает работу фрезеровщика: его машинка с режущей головкой ходит вверх и вниз по корпусу яхты. Работа такого «брадобрея» стоит дорого, но зачастую эти расходы оправданы, потому что корпус получается гладким и ровным.

После того как гелевое покрытие удалено, весь корпус должен быть простукан маленьким молоточком и внимательным осмотрен, чтобы обнаружить пустоты и другие проблемные места.

Если корпус влажный, что можно определить с помощью измерителя влажности, то его обязательно нужно сначала хорошо высушить. Для этого яхту нужно поместить под навес и накрыть ее пленкой, доходящей до самого пола, и потом включить инфракрасные обогреватели и осушители воздуха. На сушку обычно уходит пара недель, хотя время может варьироваться. Когда яхта высыхает, в осушителях воздуха скапливается огромное количество воды, которое часто требуется удалять ежедневно. В теплом сухом климате яхта может быть просто оставлена на свежем воздухе. Это безусловно дешевле, но процесс сушки может затянуться на несколько месяцев. Время от времени, корпус нужно мыть, чтобы удалить выступающую соль и другие химические вещества.

После сушки приступают к ремонту самих блистеров, как в виде маленьких дырочек, так и в виде больших пустот, и также других повреждений гидролиза. По большому счету, ремонт - это обычное шпатлевание дыр, клейка заплат из стеклоткани, инъекция эпоксидки в труднодоступные места и зачистка корпуса. Теперь корпус должен быть гладким и в отличном состоянии. В заключение его покрывают защитным водонепроницаемым слоем краски. Это может быть эпоксидная или винилэстеровая смола или специальная двухкомпонентная краска. Она обычно содержит в себе присадки, обеспечивающие водонепроницаемость и долговечность. Одна компания рекомендует как минимум пять слоев краски для образования прочного водонепроницаемого покрытия толщиной 20 мил (1/2 мм).

Капитальный ремонт проблем, вызванных осмосом - это серьезное мероприятие и его желательно проводить в хорошо зарекомендовавших себя ремонтных мастерских, которые гарантируют на бумаге, что результаты их работы послужат вам долгое время. Если у вас возникла необходимость в таком ремонте, то поговорите с рядом таких мастерских, попросите рекомендации и обязательно позвоните и проверьте их. Избегайте незаслуживающих доверие ремонтников, обещающих манну небесную по «договорной» цене.

Когда в 1993 году мы с Маргарет купили наш теперешний «Шепоток», яхту бывшую в употреблении, ее дно уже ремонтировалось. Несмотря на это, мы обнаружили много блистеров. На Роуд Айланде я нашел ремонтную мастерскую Джеймстаун Боут Воркс, которая имела лучшую репутацию на всем восточном побережье США. В 1994 году я обратился с моей проблемой к управляющему компанией Йоно Биллингу. Через два месяца, рабочие «сбрили» с моей яхты гелевое покрытие, просушили ее и покрыли слоем винилэстеровой смолы, а потом

зашпатлевали замазкой тоже на основе этой смолы. Когда я увидел свою яхту после ремонта, она была гладкая как стекло, и даже более ровная чем новая. Йоно дал мне пять лет гарантии. Ремонт обошелся в \$7,875 (\$225 за фут x 35 футов). Моя яхта провела уже девять лет в воде и до сих пор я не обнаружил ни одной проблемы.

В начале 1990-х годов многие строители начали применять винилэстеровую смолу для постройки новых яхт. Другие же строители, покрывали готовый корпус эпоксидной смолой. Почему бы не попытаться обеспечить водонепроницаемость, используя и тот и другой способы? Постройка яхты – самое подходящее время для решения этой проблемы, лучше это делать в начале, а не годы спустя, когда вода уже проникнет в ламинат и ремонт яхты обойдется в копеечку. Если вы покупаете новую яхту и вам факультативно предлагают покрыть ее эпоксидкой, обязательно соглашайтесь.

Много новых яхт сейчас продаются с 10-летней гарантией на дно корпуса. Конкуренция, вероятно, заставит строителей применять водонепроницаемые материалы для корпуса и это станет стандартом. Я очень надеюсь, что проблемы с блистерами, гидролизом и деламинацией корпуса, уйдут в прошлое.

Несколько лет назад, компания Валиант в Сиэтле строила яхты из огнеупорной смолы. Это была единственная компания, которая применяла такую смолу, и поэтому они громко себя рекламировали: будто бы вы почувствуете себя на Валианте 40 гораздо безопаснее, чем на других яхтах. К сожалению, присадка, используемая для обеспечения огнеупорности, способствовала деламинированию. Обманутые владельцы подали в суд на компанию и в конце концов заставили ее заплатить. Позднее Валиант была продана новому владельцу из Техаса и сейчас выпускает отличные яхты, построенные по традиционным технологиям. Мораль этой истории такова, что несмотря на то, что производство стеклопластиковых яхт – простой и очевидный процесс, отклонения от базового алгоритма, который хорошо себя зарекомендовал на деле, довольно рискованная затея. Для покупателя, вероятно, имеет смысл приобрести то, что проверено опытом в течении нескольких лет.

Еще хочу уделить немного внимания расположению балласта. По моему мнению, самым лучшим является болванка из литого свинца, привинченная болтами к массивному цельному стеклопластику или надежным флорам, хорошо ламинированным к корпусу. Если у вас будет такой внешний киль, то масса свинца примет все удары на себя. Заливка свинца внутрь стеклопластика – это простой, дешевый и быстрый процесс, но такой киль менее удовлетворителен с точки зрения капитана яхты, который вынужден плыть в труднопроходимом месте и рискует сесть на мель.

Стеклопластик менее износостойчив, чем свинец, особенно, если весь вес яхты расположен с одним месте. Если вы сядите на мель и вам не повезет, так что вы пробудете на мели несколько часов, то камни сотрут стеклопластик в порошок. Отремонтировать такую яхту будет тоже нелегко, потому что ее нужно поднять довольно высоко, чтобы можно было починить киль. И поскольку чинить будет неудобно, результат будет посредственный, независимо от того, кто это делал.

Никому не нравится шлифовать медную краску и стеклопластик у себя над головой.

Яхта на мели всегда рискует; тем не менее, яхты с внешним свинцовым или железным килем, как правило, отделяются лишь небольшими царапинами и вмятинами, в то время как владельцы яхт с внутренним балластом оказываются менее удачливыми.

Если балласт яхты расположен внутри ламината, то эта часть корпуса должна быть сделана в виде отдельного отсека. Это позволит избежать заполнения всей яхты водой, если вы получите пробоину в киле. Внутренние свинцовые блоки обычно заливают смесью смолы со стружкой или другими волокнами, чтобы заполнить все пустоты. Однако умельцы-полупрофессионалы, которые зачастую и выполняют подобную работу, иногда оставляют большие пустоты, которые выходят прямо в трюм. Тогда даже малейшая пробоинка или трещинка в киле может наводнить всю яхту. Верх киля должен быть плотно закрыт от трюма толстым стоем стеклопластика. Поскольку эта часть корпуса находится вне видимости и там вскоре будут установлены деревянные флоры и пайолы, то часто просто забывают это сделать.

Иногда строители используют свинцовый порошок в качестве балласта. Я слышал об одном неудачнике-англичанине, который получил маленькую пробоину в киле и потерял весь свой балласт, который просто вытек из киля как жидкое мыло. Как я уже говорил раньше, строители устанавливают балласт внутри ламината только потому, что это обходится им дешевле. Сейчас много разговоров по поводу течи через килевые болты, но на самом деле мощные болты из монеля или нержавеющей стали (их нужно не больше дюжины), проходящие через крепкие флоры или толстый цельный стеклопластик, или через то и другое, если хорошо посажены на герметик при установке киля, течь просто не должны.

Вторая причина, по которой мне нравится внешний киль – это то, что при подъеме яхты из воды он берет на себя все удары и нагрузки. В некоторых местах рамы подъемника шаткие и плохо оборудованы. Свинцовый блок 3 или 4 фута длиной может защитить от возможных неприятностей, если рама окажется в неправильном месте, когда яхта выйдет из воды.

Дело было в удаленном Пичидонгви, в Чили. Владелец мастерской послал подводника проверить хорошо ли стоят спусковые салазки на рельсах. Тот выполнил свою работу, но, к сожалению, он не заметил другого. Когда яхта, наш первый «Шепоток» вышла из воды, она всем весом стояла на ребре тонкой металлической рейки, которая скрепляла салазки в поперечном направлении. Часть стеклопластикового киля треснула и помялась. Ушло очень много времени на то, чтобы просушить киль, прежде чем я смог зачистить повреждение и заклеить его эпоксидкой и стеклотканью.

Третья причина, по которой я предпочитаю внешние кили внутренним – это возможность установки обухов на концах нескольких болтов, которыми крепится киль ко дну. Потом всегда можно пропустить через них прочный канат и вывести его наружу через световой люк или вентилятор в потолке и соединить с подъемным крюком. Во многих местах можно найти 25-тонный (или больше) кран, который поднимет вашу яхту для покраски дна. Если медная краска наносится распылителем или валиком на гладкое, хорошо зачищенное дно, то возможно

получить отличный результат покраски бортов и всего киля за один проход без необходимости перемещения опорных блоков и тому подобного.

Такое приспособление идеально, потому что на свежую краску потом не ложатся ремни или тросы подъемника и вы просто избавлены от ненадежных спусковых салазок. Когда мы были, например, в Каллао, Перу, то на судостроительной верфи не было ни одного подъемника кроме нескольких 50-тонных подъемных кранов. В Буэнос Айресе аргентинские яхтсмены довели эту систему до совершенства и используют ее изо дня в день для двухчасовой чистки дна. В Японии я видел похожую систему. Иногда бывает возможно попросить капитана грузового судна поднять вашу яхту на борт, если судно ничем не занято в тот момент. Преимущества при транспортировке яхт морем здесь тоже очевидны.

Эти две главы о постройке яхт оказались длинными и утомительными. Мы увидели, что дерево гниет, а сталь ржавеет, что электричество может быть фатально для алюминия, что постройка яхты из ферроцемента очень трудоемка и в большинстве случаев неудовлетворительна, и что каждый год строительство стеклопластиковых яхт становится более сложным и дорогостоящим.

Какой же материал является самым лучшим? Теперь вы легко сможете привести все аргументы за и против. Только не забывайте, что весь смысл не в том, из чего сделана ваша гордость и радость, а в том, что с ней будете делать вы сами.