

Некоторые пояснения к применению эпоксидных смол при реставрации старых судов.

Техника эпоксидных композитов, существенно усовершенствовавшая методы строительства судов, не менее эффективно применяется и при их ремонте. Во многих случаях традиционные методы реставрации оказываются либо вовсе не применимыми вследствие большой степени разрушения, либо весьма и весьма дорогостоящими. Сегодня, однако, мы сможем отыскать немало старых деревянных судов, которые не просто используются, но и успешно участвуют в соревнованиях. И они никогда бы не смогли обрести вторую молодость, не приди к ним на помощь эпоксидная смола.

Суда, построенные традиционным методом, рождались в те времена, когда сильные морские адгезивы попросту не существовали. Соединения между деревянными элементами сводились к минимуму путем тщательного отбора дерева. Даже если приходилось делать соединения, они вообще не обрабатывались, либо заполнялись продуктами достаточно эластичными для того, чтобы позволять соединению двигаться вместе с остальной деревянной конструкцией, приспособливая его под обычные цикличные подвижки дерева, впитывающего и теряющего воду во время пребывания на плаву и на суше. Аналогично, защитные покрытия должны были так же быть достаточно эластичными, что сводило к минимуму растрескивание и отслаивание. Эти покрытия изготавливались в основном на основе натуральных масел. От таких покрытий не требовалось быть эффективным барьером на пути воды, проникающей во внутренние слои дерева.

Из всех деревянных корпусов, изготовленных в те времена, до нашего времени дожили очень немногие. Большинство из них находятся в состоянии полной непригодности к плаванию и хранятся своими владельцами на берегу, ожидая своего часа снова выйти в море.

Существуют два основных подхода для возвращения старинных судов к жизни:

1. Обновление уменьшает время, требуемое на ремонт и его стоимость, позволяет только поддерживать судно в его текущем состоянии
2. Реставрация- кардинальное устранение структурных проблем, которые развиваются с течением времени и однажды могут привести к потере судна.

Практика показывает, что применение эпоксидных материалов для судов первой категории для изоляции и консервации конструкции, как правило, не дает желаемого результата. Совсем другой результат можно получить, применяя эти самые материалы в хорошо просчитанной и спланированной программе сокращения объемов годовых ремонтов путем кардинальной перестройки и реставрации, вдохнув в старое судно новую жизнь.

Применяемые при ремонте способы и степень подготовки зависят от изначального метода строительства и состояния корпуса. Для того, чтобы извлечь все плюсы от применения эпоксидной смолы, необходимо провести две операции:

1. Сделать корпус жестким, т.е. использовать эпоксидный адгезив для склейки всех отдельных деревянных элементов друг с другом.
2. Все открытые деревянные элементы должны быть покрыты эпоксидным покрытием для создания водонепроницаемой «пластиковой» мембраны для сведения к минимуму подвижки деревянных конструкций вследствие изменения влажности.

Совместное проведение этих операций очень важно. Если не скрепить соединения, но нанести покрытие, оно в скором времени начнет трескаться на кромках досок обшивки из-за подвижности корпуса. А поступление воды тем временем продолжится и даже увеличится благодаря тому, что пропитанное дерево потеряет способность «забухать» путем впитывания влаги. С другой стороны, непропитанные, но склеенные между собой деревянные детали обшивки будут деформироваться под воздействием впитываемой влаги, что, в конце концов, приведет к их разрушению.

Обзор различных методов строительства и возможных скрытых дефектов.

Клинкерная обшивка

Это конструкция из частично перекрывающихся тонких планок, располагающихся впритык друг к другу параллельно линии палубы и киля. Как правило, они прикрепляются насквозь к набору и друг к другу заклепками и гвоздями. В воде такая обшивка «забухает» и перестает пропускать воду. Набор, устанавливаемый позже во время строительства, помогает зафиксировать форму корпуса и придает прочность всей конструкции. Для изготовления обшивки используются различные породы дерева, имеющие различные прочностные характеристики. Традиционно такой метод применялся для экономии веса небольших корпусов.

С течением времени дерево неизбежно стареет. Выпадает крепеж, трескаются шпангоуты, корпус становится подвижнее и даже начинает течь. Надо сразу быть готовым к тому, что ремонт клинкерной обшивки будет весьма и весьма трудоемким.

Гладкая обшивка

Наиболее типичная конструкция обшивки, при которой кромки продольных досок подогнаны друг к другу и законопачены неким материалом, имеющим способность сжиматься и расширяться вместе с деревом, впитывающим воду. Обшивка также крепится к набору при помощи шурупов или гвоздей. Как и клинкерная обшивка, гладкая обшивка подвержена износу, поэтому ремонт также будет трудоемким. На таких корпусах краска регулярно трескается в районе стыков, и конопатка требует регулярной замены. Вследствие постоянной водотечности, в плохо проветриваемых местах образуются постоянные лужи, которые будут способствовать усилению процесса гниения. Из-за этого в обшивках такого типа чаще применяются твердые породы дерева - различные виды красного дерева, иногда тик, поэтому вес такого корпуса при равных размерах будет больше, чем при использовании клинкерной обшивки. Гладкая обшивка была весьма популярна при строительстве «классических» яхт.

Многослойная диагональная обшивка.

При таком типе обшивки полная толщина стенки корпуса будет такой же, как при гладкой обшивке для одинаковых размеров корпусов, однако толщина индивидуальной планки меньше.

Обычно планки укладываются под углом 45°, но иногда встречается комбинация диагональных и продольных планок. Между планками часто кладут хлопчатобумажную мембрану, пропитанную льняным маслом, иногда склеивают планки между собой.

Соседние слои планок обычно соединяются между собой через мембрану расклепанными гвоздями или шурупами, также они присоединяются к набору. Конопатка почти не используется, хотя ее все же можно обнаружить в местах стыковки обшивки с форштевнем и транцем.

Такая обшивка имеет тенденцию к гниению в местах соединения планок, т.е. там, откуда вода выводится очень трудно. Очень часто отслаивается мембрана, используемая в качестве водяного барьера. После 1950го года для таких типов судов стали применяться адгезивы, а планки стали тоньше, однако крепеж все еще применялся. С течением времени клееная обшивка всегда подвергается деламинации из-за недостаточной эластичности адгезива, на это нужно обращать особое внимание при покупке судна с таким типом обшивки.

Фанерные корпуса

Обычно такие корпуса имеют форму «шарпи» с одной или несколькими скулами. Листы фанеры изгибаются и приклеиваются к деревянному набору. Фанерные корпуса были чрезвычайно популярны в 50ые-60ые годы, незадолго до рождения пластикового судостроения.

Несмотря на то, что фанера- весьма легкий для работы и надежный материал, она очень сильно гниет при намокании. Вода почти всегда проникает через незакрытые кромки фанерного листа и свободно распространяется внутри него, и высушить такой лист полностью практически невозможно. Вода разрушает в первую очередь адгезив, которым проклеен фанерный шпон, из-за чего происходит расслоение листа. Поэтому в таком корпусе всегда есть зоны риска- кромки палубы, кромки скул, кромки транца. У швертботов всегда сильно страдает нижняя кромка фанерного шверта.

Общая подготовка.

Содержание воды в дереве- вопрос первостепенной важности, как для оценки жизнеспособности дерева, так и для поведения эпоксидных адгезивов и покрытий. Ранее упоминалось, что главной целью реставрации является такая обработка дерева, при которой поры дерева полностью закрываются, чем достигается полный запрет на проникновение влаги внутрь деревянной конструкции. Старинные покрытия пропускали воду, что, в принципе, было не слишком существенно, поскольку дерево для строительства корпуса само содержало достаточно много влаги (относительная влажность доходила до 25%). Считалось хорошей практикой изготавливать корпуса из дерева, обладающего естественной способностью сопротивляться гниению. Это могли быть плотные тяжелые сорта древесины с естественной плохой впитываемостью воды и с большим содержанием натуральных смол. Корпус подвергался сжатию и расширению каждый раз при подъеме и спуске на воду. Эпоксидные материалы были изначально предназначены для устранения этой проблемы. Для большей эффективности их применения влажность дерева требовалось довести до уровня, неблагоприятного для процесса гниения. Этот уровень составляет 15% и может поддерживаться на постоянном уровне правильно подобранным эпоксидным покрытием.

С другой стороны, все адгезивы и покрытия наиболее эффективно работают на сухом дереве, а некоторые могут эффективно работать при влажности около 20%. В эту категорию попадают ресорсинол-формальдегиды, такие как AERODUX, а также покрытия на базе масел. Эпоксидные

продукты, особенно на основе без растворителя, особо чувствительны к влажности до полного отверждения. При влажности дерева 7-12% и температуре 20-25° эпоксид может проникать внутрь древесных волокон на 1-2мм. Увеличение влажности уменьшит проницаемость, и, следовательно, адгезию клея или покрытия. Также влажность влияет на саму химическую реакцию. Все достоинства эпоксидной смолы проявляются только тогда, когда реакция между двумя компонентами полностью завершилась и сформировалась твердая пластиковая структура. Излишняя влага вмешивается в процесс отверждения, разрушая аминную структуру отвердителя еще до того, как все перекрестные связи сформируются. Следует помнить, что эпоксид эффективно работает на сухом дереве в теплых условиях.

Очистка поверхности.

С обшивки должны быть сняты все покрытия, как наружные, так и внутренние. Используйте циклевочный инструмент, фен или смывки. Смывки не должны быть на основе уайт-спирита, лучше использовать продукты на основе спирта или воды. Феном удобно удалять масляные покрытия. Наиболее эффективный метод- пескоструйная очистка. Однако необходимо следить, чтобы пескоструйка не слишком повреждала деревянную поверхность, работать должен квалифицированный оператор. Шероховатая поверхность, оставленная пескоструйкой, идеальна для адгезии с эпоксидным покрытием, поскольку такая поверхность, будучи хорошо просушенной, способна впитывать смолу на глубину 3-4мм. Перед нанесением эпоксидного покрытия поверхности должна быть прошкурена шкуркой 60, пыль удалена пылесосом и протерта растворителем SP SOLVENT A или другим быстро испаряющимся растворителем, который перед нанесением эпоксидного покрытия или клея должен полностью испариться.

Техники ремонта с использованием эпоксидных смол.

1. Склейка адгезивом.

Для непосредственной склейки большинства деревянных конструкций пригодны следующие эпоксидные материалы- смола SP106, клей SPABOND, смола SP320.

Различие, однако, проявляется, если склеивать приходится тик или, например, дуб. Для крепких плотных пород дерева больше подойдет SPABOND 370, который обеспечит лучшую адгезию и прочность склейки. Все эти материалы не содержат растворителей, низковязкие, имеют консистенцию «жидкого сиропа», почти не подвержены усадке (меньше 2%), почти не пахнут и отлично заполняют все выбоины и трещины, особенно, если в него добавлены наполняющие порошки. Выбирая быстрый или медленный растворитель, можно существенно регулировать время работы. Характеристика «время гелевания», присущая каждому отвердителю, покажет в относительных цифрах, как быстро полученная смесь отвердеет при комнатной температуре. Время гелевания 11-12 минут характеризует адгезив для быстрой склейки (2-5 часов на прижатие), 35-40 минут характеризуют адгезив для склейки больших деталей с долгим временем работы. В ассортименте SP обычно любая из смол перекрывает упомянутые диапазоны времени при помощи двух типов отвердителей, которые так же могут предварительно смешиваться между собой для получения средних временных характеристик. Добавка наполняющих порошков модифицирует свойства смеси. Для 90% всех операций склейки используется микроцеллюлоза, которая увеличивает прочность адгезива и одновременно уменьшает его текучесть. Обычно добавляется 10-30% объема, меньшее количество для пористого дерева и большее для твердых пород. Коллоидный кремнезем (Colloidal Silica) предназначен только для увеличения вязкости адгезива. Нужно, однако, учитывать, что увеличение вязкости ведет к уменьшению впитываемости смолы деревом. Поэтому при использовании этого загустителя лучше всегда

изначально пропитывать деревянную поверхность чистой смолой, в противном случае адекватная адгезия может не обеспечиваться. Впрочем, это не касается пластиковых и металлических поверхностей.

Сферические типы порошков (микросферы и фенольные сферы) иногда используются вместо микроцеллюлозы, особенно если соединения не требуют высокой прочности, например, склейка мягких пород дерева в направлении волокон, или если склеиваемая поверхность достаточно большая, например, приклейка шпона. Также они используются с целью уменьшения веса адгезива. Для косметических работ часто применяются окрашенные в коричневый цвет фенольные сферы. Так, стандартный филлер для красной древесины может состоять из 30% микроцеллюлозы для прочности и 5-10% фенольной сферы для придания клею соответствующего оттенка. Добавка фенольной сферы уменьшит время гелевания, и, соответственно, время отверждения, поскольку фенол способствует ускорению реагирования смолы с отвердителем.

2. Склейка в тавр с протяжкой галтелей.

Такой тип склейки очень эффективно использует эпоксидные техники из-за их непревзойденной прочности. Однако необходимо обращать внимание на две важные вещи: размер галтелей и плотность адгезива(тип филлера).

Существует соотношение между размером галтелей и толщиной соединяемых деревянных панелей, при соблюдении которого можно с уверенностью сказать, что под воздействием нагрузки сначала сломается дерево, а не склейка. Определяется оно методом эксперимента. Если говорить про тип филлера, здесь также существуют определенные зависимости. Наиболее прочные склейки делаются из наиболее тяжелых адгезивов, преимущественно с добавкой микроцеллюлозы и немного коллоидного кремнезема. Это филлер высокой плотности. Можно также использовать смесь микросферы или фенольной сферы с коллоидным кремнеземом (филлер низкой плотности), но делать галтели большего размера для эквивалентной прочности. Добавка коллоидного кремнезема обеспечивает тиксотропность адгезива, а так же «смягчает» полученный состав, при этом появляется возможность делать галтель более гладкой и аккуратной, избегая дополнительной шкурочки. Размер галтели из филлера низкой плотности, как правило, должен превосходить размер галтели из филлера высокой плотности вдвое для обеспечения одинаковой прочности. Филлеры низкой плотности обычно не используются в прочных структурных соединениях, и, наоборот, применяются, к примеру, для склейки тонкой фанеры или вклейки панелей в корпус, где основная структура обладает относительно низкой прочностью поперек волокон, обычно это мягкое дерево типа кедра. После отверждения галтели слегка шкурятся и покрываются парой слоев эпоксидной смолы для предотвращения проникновения влаги.

Усиленные галтели.

Галтели могут быть усилены приклеиванием стеклотканевых лент обычно 50-150мм шириной поверх адгезива. Стекланная лента RET 160/50 160г/м² 50мм шириной подойдет для усиления склейки, например, листов фанеры толщиной 4-6мм. Но для склейки 12мм фанеры уже потребуется лента шириной 150мм. Нужно постараться приклеивать ленты таким образом, чтобы основа ткани шла под углом 45° к оси соединения, поскольку усилия в соединении чаще всего распределяются именно под этими углами. Для создания прочного структурного соединения здесь больше подойдут биаксиальные ленты ХЕТ300, 300г/м². Так же вместо лент можно использовать порезанную на полосы ткань.

3. Покрытие

Для покрытий дерева можно рекомендовать SP106, SP320- смолы на основе без растворителя, а так же грунт SP EPOSEAL300 или любой эпоксидный праймер, имеющие в своем составе органический растворитель. Комбинация грунта, смолы и праймера или лака обеспечивает достаточную степень защиты для любого дерева. В качестве прозрачного покрытия особо рекомендуется SP320, обладающая высокой прозрачностью и способная создать на поверхности дерева прочное защитное покрытие. Степень защиты покрытия обычно зависит от толщины пленки и степени отверждения, и в этом плане эпоксидным смолам на основе без растворителя трудно найти замену. Хорошую степень защиты обеспечивает покрытие толщиной в 300-400 микрон, которое получается наложением 3-5 слоев SP320 или SP106, а в случае грунта или праймера это количество нужно умножить на 2. В случае правильного смешивания компонентов корректное отверждение гарантируется, даже при наложении слоев «на отлип» через 1-2 часа, поскольку отверждение происходит во всем объеме и растворителю не нужно испаряться. Испаряющийся растворитель влияет на реакцию отверждения и оставляет после себя каверны и пузырьки. Адгезионные свойства продуктов без содержания растворителя также, как правило, выше. Интерьеры можно покрывать теми же материалами, толщину покрытия при этом можно делать меньше (200-300 микрон), за исключением пайол и трюмного пространства. Эпоксидные смолы на основе без растворителя не могут применяться в местах, где остались масляные покрытия, или если в качестве очистителя использовался продукт на основе масел (например, уайт-спирит). Если основа оставшихся на поверхности продуктов не известна, можно протереть поверхность SP Solvent A и нанести SP EPOSEAL300, продукт, более толерантный к посторонним примесям. После прошкуривания можно наносить покрытия SP 320 или SP106 после 7-дневного перерыва, поскольку содержащийся в EPOSEAL300 растворитель должен полностью испариться. Вообще, перед тем как покрывать каким-либо материалом весь корпус, всегда желательно проводить небольшие тесты на небольшой поверхности, особенно, если эта поверхность уже имеет какое-либо покрытие. Эпоксидные праймеры обычно используются больше не как покрытие, защищающее от проникновения влаги, а как база под покраску после выравнивания поверхности с применением шпатлевок.

4. Оклейка дерева стеклотканью

Деревянные корпуса, нуждающиеся в упрочнении, часто оклеивают стеклотканью. Seriously ослабленные корпуса часто используются только в качестве матрицы, поверх которой делается новый пластиковый корпус. Также можно использовать существующий деревянный корпус, как сердцевину сэндвича, закрыв дерево пластиковыми корками с обеих сторон. В этом случае дерево должно обладать лишь достаточной прочностью для передачи распределенной нагрузки с одной пластиковой корки на другую. Обычно для корпусов до 35фт достаточная толщина корок до 2мм. Ориентация волокон ткани выбирается с учетом направления деревянных волокон, но обычно укладывается в направлениях +45/-45/0/90. Биаксиальные и квадраксиальные ткани ассортимента SP идеально подходят для такого применения, поскольку они могут обеспечить необходимую прочность при меньшем количестве слоев. Вес одного слоя обычно 450, 600 или 900г/м². Иногда используются однонаправленные ткани весом 250 или 500г/м². При создании настоящей сэндвичевой конструкции внутренняя корка играет значительную роль. На практике, однако, внутренняя корка формируется редко, интерьер получает лишь покрытие. При хорошем состоянии несущего набора, игнорирование внутренней корки структурно допустимо. Многие лодки оклеиваются плетеными тканями с направлениями волокон 0/90, чья прочность одинакова в этих направлениях. Такая оклейка способна лишь увеличить местное ударное сопротивление

обшивки, но не общую распределенную прочность. При оклейке не используются маты CSM, которые практически абсолютно не используются с эпоксидом из-за избыточного поглощения связующего. Кроме того, беспорядочная ориентация волокон мата не способствует увеличению его прочностных характеристик, ткани в этом плане гораздо более эффективны. Также не рекомендуется использовать мат в качестве промежуточного слоя между тканями по аналогии с полиэфирной пластиковой формовкой, поскольку адгезионные свойства эпоксиды позволяют обойтись вообще без данного материала, как без бесполезного источника лишнего веса.

Старое дерево со временем становится более пористым, поэтому, достигая необходимой сухости, такое дерево способно впитать гораздо больше смолы. Для более глубокого проникновения смолы в дерево, последнее можно нагревать изнутри в процессе пропитывания. Хорошее проникновение смолы в дерево обеспечивает его упрочнение. Поэтому перед оклейкой на поверхность накладывается 2-3 слоя смолы с полным отверждением. По мере впитывания смолы дерево темнеет. Чтобы избежать «газирования», т.е. выделения пузырьков и образования каверн, подогрев лучше убрать на время покрытия, и вернуть после наступления стадии желирования смолы. Для ускорения удаления пузырьков можно пользоваться кистью. Необходимо избегать избыточного локального нагрева, поскольку это приведет к нежелательному ускорению экзотермической реакции на отдельном участке.

Сушку дерева для процесса оклейки необходимо проводить аккуратно, необходимо обеспечить достаточный запас времени и постепенное повышение температуры, поскольку старое дерево имеет тенденцию сильно рассыхаться. В образующиеся щели перед оклейкой нужно вклеивать деревянные вставки, желательно из того же вида дерева, используя смолу SP106 в смеси с подходящим филлером. Только полностью уплотненный и пропитанный корпус можно оклеивать без риска отслоения стеклоткани. Желательно проверять адгезию на небольших участках корпуса для полной уверенности. Необходимо помнить, что старое дерево требует осторожного и деликатного отношения для достижения желаемого результата.

5. Выравнивание

Для заполнения трещин используются все те же смолы на основе без растворителя в смеси с наполнителями. Чаще всего используется смесь целлюлозы и коллоидного кремнезема, как и для прочной склейки. Для улучшения адгезии обычно сначала грунтуют поверхность тонким слоем чистой эпоксидной смолы. После заполнения необходимо провести подготовку поверхности под финишное окрашивание. В этом процессе используются эпоксидные смолы в смеси с «сферическими» филлерами. Как говорилось выше, это облегчает процесс шкурочки. Выравнивающая шпатлевка обычно получается путем добавления в смолу 250% микросферы или фенольной сферы, можно также добавить еще 50% (до 300%) коллоидного кремнезема для улучшения тиксотропности при использовании шпатлевки на вертикальных поверхностях и суглах.

6. Ремонт подгнившего дерева

Во всех местах, где это возможно, подгнившее дерево должно быть заменено на новое.

В тех местах, где это невозможно, снова необходимо использовать эпоксид. Поврежденное дерево также нужно хорошо высушить. Для этого необходимо засверлить обрабатываемую поверхность сверлом диаметром до 5мм. Отверстия нужно сделать по всей поверхности с расстоянием примерно 100мм друг от друга. Затем эту поверхность тщательно сушат феном для удаления возможной остаточной влаги. В данной операции лучше пользоваться смолой

Ampreg21 или Ampreg22 с медленным отвердителем. Медленный отвердитель поможет смоле проникнуть глубже внутрь дерева перед наступлением стадии желирования, легкий подогрев во время процесса будет способствовать уменьшению вязкости. Ampreg21 в отличие от Ampreg22 имеет прозрачные отвердители.

Смола закачивается шприцем в отверстия, затем поверхность подогрывается феном до момента, пока смола не исчезнет в порах. Смола добавляется снова и снова, пока дерево не потеряет способность впитывать. Напоследок кистью наносится обильное финальное покрытие на всю поверхность и вновь прогревается феном. Прогрев нужно прекратить, если смола начинает издавать резкий запах. Как только поверхность станет сухой на отлип, можно наносить выравнивающую шпатлевку. Если поверхность требует структурной прочности, ее можно оклеить однонаправленной стеклотканью, ориентированной вдоль волокон дерева, но только нужно быть полностью уверенным, что эпоксид очень хорошо законсервировал поврежденное дерево. Для финального слоя можно использовать очень легкую плетеную стекловуаль.

7. Подготовка корпуса к лечению.

Эти работы не могут проводиться без надлежащих условий в мастерской. Излишне напоминать, что там обязательно должны присутствовать нагревательное оборудование и сушка. После снятия всех покрытий корпус высушивается. Лучше всего сделать это, закрыв корпус пластиковым мешком и установив поглотитель влаги необходимого объема. Другая возможность- организовать «теплицу» для корпуса под солнечными лучами весной или летом. Несмотря на грубость методов, с их помощью можно получить удовлетворительные результаты. Контролировать влажность можно специальным прибором Skinder или любым другим измерителем влажности, предназначенным для этих целей. Различают емкостные и зондовые датчики влажности. Емкостные приборы способны измерять влажность точнее и на большей глубине, однако при наличии в корпусе металлического набора со шпацией меньше, чем 50мм, показания такого прибора могут быть неточны. При отсутствии прибора остается положиться на поглотитель влаги. Если вода больше не появляется, значит можно считать корпус условно высохшим. Как уже говорилось, дерево может трескаться вдоль волокон в процессе сушки. Широкие трещины придется в дальнейшем ремонтировать. Рекомендуется вынуть весь крепеж. Это нужно, чтобы пропустить воздух в трудно доступные места, и затем заменить крепеж эпоксидным адгезивом. Прикрепленные фальшкили также лучше снять, поскольку нужно воспользоваться моментом и заменить крепежные болты, одновременно необходимо проверить состояние килевой балки. Цельное дерево лучше заменить на клееный брус, так будет надежнее. Во время просушки корпус предпочтительно переворачивать, чтобы все части сохли одновременно.

Ремонт и реставрация разных типов корпусов.

Когда корпус высох, можно приступать к работе. Корпус лучше оставить в перевернутом положении, особенно если это небольшой корпус до 25фт. Большие корпуса ремонтируются в нормальном положении.

Клинкерный корпус.

Сначала нужно расширить щели, появившиеся между планками в зоне их перекрытия. Это можно сделать с помощью ножовочного полотна. После этого все щели заполняются 106 или 320 смолой с помощью 50мл шприца. Можно добавить в смесь 10-20% микроцеллюлозы. Если щели больше 1-2мм, можно пользоваться малярной лентой, приклеиваемой на торец планки, чтобы смола не вытекла. Заполненные планки можно подогрывать феном для лучшей впитываемости смолы и

ускорения полимеризации. Пока смола еще мокрая или на стадии отлипа, приготовьте более плотную адгезивную смесь, добавляя в смолу больше микроцеллюлозы и немного коллоидного кремнезема. Однако с плотностью нельзя перебарщивать, смесь должна выдавливаться из шприца по аналогии с герметиком. Выдавливайте достаточно смеси для заполнения щелей изнутри и снаружи и оставляйте сохнуть по крайней мере 12 часов. Если образовались потеки, прогрейте их феном и удалите, не нужно ждать, пока они полностью затвердеют и их придется сошкуривать с большим трудом. В приграничных районах форштевня или транца планки обычно укорочены вплоть до 12 дюймов. Удалите крепеж, очистите планки от следов герметика, если таковой был, и прикрепите на место с помощью густой адгезивной смеси.

Для покрытия корпуса используйте Sp106 или SP320, даже если в будущем корпус будет покрашен. Для прозрачного финиша используйте SP320, но она требует более теплых условий для отверждения. Если говорить об оклейке, то для клинкерных корпусов это опять же трудоемкий процесс. Для лучшего результата корпус необходимо перевернуть. Для оклейки нужно использовать резаную ткань или ленту шириной, достаточной для укрытия одной планки и нижней кромки соседней с ней. Для того, чтобы ткань лучше ложилась, между планками лучше предварительно протянуть маленькие галтели из смеси смолы и филлеров. Эти галтели нужно полностью отвердить и слегка пошкурить перед оклейкой. Если кромки планок выглядят не слишком хорошо, их можно скруглить и закрывать тканью. В дальнейшем им можно придать остроту, наложив соответствующим образом эпоксидную шпатлевку и придав ей форму при помощи абразива. Использование Peel Ply поможет сгладить участки перекрытия лент и подготовит корпус к косметическим операциям. Подробнее про эту ткань можно прочитать в руководстве по оклейке дерева стеклотканью. После того, как оклейка высохла, удалите Peel Ply и наложите шпатлевку низкой плотности из смеси смолы, микросфер и немного коллоидного кремнезема. После легкого прошкуривания рекомендуется накладка еще 2х слоев SP 106 или SP320 перед окончательным наложением лака или окрашиванием. Для наложения смолы используйте валики из пены шириной, примерно равной ширине планок. Валиком работать гораздо быстрее, чем кистью, и в мелком подносе готовая смесь смолы с отвердителем дольше продержится в рабочем состоянии. Рекомендуется, тем не менее, смешивать такое количество смолы, которого хватит на 10 минут работы. Оставьте укрытый корпус сохнуть на 3-4 дня. Затем его можно переворачивать и работать с интерьером.

Сначала нужно очистить все потеки смолы, которая проникла снаружи, используя фен или металлическую циклю. Покройте корпус изнутри смолой так же, как это делалось с наружной стороны, не забывайте про фен. Наложите все 3 слоя один за другим на отлип. Этим можно избежать межслойного прошкуривания. После наложения последнего слоя оставьте корпус сохнуть по крайней мере 7 дней в теплых условиях. По истечении этого срока смолу будет значительно легче шкурить. Если использовалась 106 смола, сначала очистите поверхность SP Solvent C для удаления поверхностных побочных продуктов. Прошкурьте поверхность, используя 80-120 шкурку. Несмотря на то, что это довольно утомительная операция, она должна быть выполнена хорошо, поскольку от этого зависит адгезия последующих покрытий. Если в распоряжении имеется эпоксидный грунт, можно положить его на смолу на отлип, без шкурочки, примерно через 2-4 часа. Иногда этот грунт и остается в качестве финиша в интерьере.

Гладкий корпус.

Сначала необходимо подготовить швы, удалить все остатки шпатлевок или герметиков. Все стыки лучше профрезировать, чтобы открыть чистое дерево и сделать щели одинаковой ширины. Для

выполнения этой задачи в щели забиваются тонкие деревянные дощечки так, чтобы они подклинивали швы и были с ними в одной плоскости. Это будут направляющие для фрезера. Установите направляющую на правильное расстояние и возьмите фрезу диаметром на 30-50% больше ширины шва. Глубину прорези устанавливают примерно на 75% толщины планки.

Для скрепления планок между собой можно использовать просто эпоксидное связующее, либо вставлять дополнительные тонкие деревянные шпонки в образовавшийся зазор. В первом случае используется смесь смолы с микроцеллюлозой и коллоидным кремнеземом. При прозрачном финише еще добавляются фенольные сферы для окраски смеси. Сначала, как обычно, стыки промазываются чистой смолой. Наполненная филлером смесь закладывается в шов при помощи шпателя, причем избыток смеси показывается изнутри. После отверждения остатки смеси придется вышкуривать.

Тонкие шпонки используются чаще для корпусов, предназначенных под прозрачный финиш. При таком методе используется меньше эпоксидного материала. Шпонки могут быть из какого угодно дерева, но обычно используется близкий или идентичный корпусу материал. Вырезайте шпонки на 3-4мм глубже, чем глубина подготовленного шва и примерно на 1мм толще. На одной кромке снимите фаску 1-2мм, так чтобы шпонки формировали усеченный конус, они сначала слегка потеряют форму. Наложите тонкий слой эпоксидной смеси с филлером на поверхность шпонки и шва, затем забейте шпонку внутрь шва, работая от мидель-шпангоута к оконечностям. Если количество адгезива достаточное, небольшое его количество будет выходить изнутри корпуса по мере постановки шпонки в нужное положение. Иногда шпонки вставляются в швы во время отверждения адгезива. В этом случае из покрытой пластиком фанеры вырезаются клинышки и забиваются поперек шпонок через подходящие интервалы. Когда адгезив достаточно затвердел (примерно 12 часов), клинышки удаляются и шпонки выравниваются заподлицо с корпусом.

После скрепления швов адгезивом можно либо просто покрыть корпус эпоксидным покрытием, либо оклеить его плетеной стеклотканью. С точки зрения прочности и сохранности корпуса оклейка предпочтительнее, несмотря на небольшое увеличение веса конструкции и удорожание работ. Традиционно при изготовлении такой обшивки планки вырезаются вдоль волокон дерева. Поэтому волокна ткани лучше укладывать под углами 90 и +/-45°. Для этих целей подойдут однонаправленные ткани UTE250 250г/м² или UTE500 500г/м². Эти широкие ленты (500мм) можно накладывать сначала поперек корпуса, затем два слоя по диагонали. Финальным слоем можно использовать RE210, 200г/м², ткань простого плетения для защиты однонаправленного волокна от повреждения в процессе косметического выведения корпуса. Вместо двух слоев однонаправленной ткани можно использовать одну биаксиальную ткань XE450 450г/м².

Если корпус кажется достаточно жестким, можно для оклейки применить только легкую простую плетеную ткань 210 для создания усиленного покрытия постоянной толщины. Однако, постарайтесь, если возможно, ориентировать направления нитей под углами +/- 45° к волокнам дерева для максимального эффекта. Начинайте оклейку с миделя в два направления- к носу и к корме.

Модификация гладкокорпусных гоночных яхт.

Многие гоночные яхты должны хорошо выдерживать нагрузку от такелажа и часто эта нагрузка превосходит изначально заложенные в проект параметры, особенно, если этот проект достаточно древний. Многие реставраторы судов пользуются случаем переделки и стараются освободить корпус от избыточной нагрузки. Это делается путем снятия нагрузки с вант через стальные тросы

или струны, идущие от вантпутенсов к степену мачты. Родная шпилька деревянной мачты, которая вставляется в отверстие во флоре, больше не сможет выполнять свою функцию, вместо нее нужно будет изготовить толстую нержавеющую базовую пластину, к которой будут крепиться вышеупомянутые тросы. В такой конструкции вертикальная нагрузка на вантах уравнивается направленной вертикально вниз нагрузкой от мачты. Для предотвращения складывания бортов корпуса между степенем мачты и вантпутенсами изготавливается рамный шпангоут, и тоже приклеивается на свое место эпоксидным адгезивом. Центральный бимс под носовой частью палубы между форштевнем и пяртнерсом также должен быть усилен, чтобы выдерживать нагрузку от натянутого форштага.

После того, как обшивка корпуса стала жестче, часть набора стала избыточной. Однако, хорошей практикой будет отремонтировать старые треснувшие шпангоуты, заменить их на новые или добавить новые шпангоуты рядом со старыми. Шпангоуты изготавливаются непосредственно в корпусе, изгибая по месту и склеивая шпон или тонкие дощечки. Удерживать слои между собой до отверждения адгезива поможет строительный степлер. Скобки удаляются каждый раз после отверждения клея. В отличие от клинкерной конструкции в гладком корпусе шпангоуты плотно прилегают к обшивке, повторяя ее изгибы. Для пущей уверенности в плотном прилегании рекомендуется протаскивать небольшие галтели (10мм радиус) по обеим сторонам каждого шпангоута используя филлеры низкой плотности.

Многослойная конструкция.

Как и для других конструкций, первоочередная задача реставрации многослойного корпуса- создать единую структуру несущего корпуса из различных корпусных элементов. Данный тип обшивки- самый сложный для реставрации, особенно, если гниль и разрушение затронули внутренние слои клееной корки. Корпус поддается реставрации только в том случае, если места деламинации и разрушения локальны, и их можно четко определить. После того, как такие места маркированы, в них сверлится серия отверстий предварительно определенной глубины и в них закачивается шприцем теплая эпоксидка с медленным отвердителем до тех пор, пока все пустоты не заполнятся. Перед началом заполнения дерево нагревается феном так, чтобы оно было равномерно теплым на ощупь. Чем больше эпоксидки проникнет в щели между планками обшивки, тем прочнее и жестче получится корпус. Стекловолоконная оклейка в данном случае лучшее и единственное средство, если деламинация довольно обширная.

В данных корпусах деревянные волокна имеют биаксиальную ориентацию (+/-45°) или биаксиальную в комбинации с продольной. В этом случае для оклейки используется биаксиальная ткань ХЕ450 450г/м² или квадраксиальная 600г/м² для больших корпусов. Оклеивка корпуса снаружи и изнутри поможет создать усиленную и довольно жесткую конструкцию.

Альтернативным подходом может быть приклейка с внешней стороны корпуса двух слоев 3-4мм шпона в биаксиальных направлениях и покрытие их легкой плетеной стеклотканью 210г/м² для защиты шпона от удара и царапин.

Фанерные корпуса.

В таких корпусах проблемы обычно связаны с разрушением крепления фанеры к набору обычно в носовой части либо с деламинацией самих фанерных листов обшивки. Расслоившуюся фанеру очень сложно ремонтировать, поэтому проще и дешевле будет заменить фанерные листы целиком. Фанерные листы обычно крепились медными винтами, которые будет весьма

проблематично вывернуть. Поэтому сначала ножовкой вырезают незакрепленную фанеру, потом стамеской отделяют куски фанеры от набора, оголяя крепеж. Затем винты раскручиваются накидными ключами.

Перед приклейкой фанеры удалите абразивом все следы старого клея. Где нужно, прострогайте для получения ровной поверхности. Для склейки используется адгезив из эпоксидной смолы с микроцеллюлозой. Для временного скрепления используются стальные винты, смазанные WD 40, позже они выкручиваются и используются вновь. В этой операции используются стальные винты, поскольку они крепче и дешевле медных. Раскручиваются они достаточно легко, при затруднениях нужно нагреть головку винта феном. Эпоксидка вокруг винта размягчится, что облегчит выемку винта. После выравнивания кромок покройте лист эпоксидкой как обычно перед окрашиванием.

Фанерные корпуса обычно оклеиваются снаружи одним-двумя слоями плетеной стеклоткани, например, RE210. Иногда встречаются корпуса, ранее оклеенные полиэфиром и стекломатом или нейлоновой тканью с ресорсинольным адгезивом. Такая оклейка крайне непрочна, мат обычно легко отклеивается от фанеры, поэтому его необходимо удалить и подготовить корпус к повторной оклейке эпоксидом.

Обычно на фанерном корпусе бывает одна или несколько скул. Скулы сильнее всего подвержены повреждениям, поэтому должны быть защищены, по крайней мере, двумя слоями стеклоткани или ленты. Все кромки должны быть аккуратно закруглены и отверстия крепежа заполнены шпатлевкой. Нанесите один слой незаполненной смолы на корпус вдоль скул и прогрейте феном поверхность для лучшего впитывания. Начинайте укладывать стеклянную ленту с оконечности, обычно с кормы, немного в натяг. Для достижения лучшего косметического эффекта лента может быть уложена в неглубокий паз, образованный удалением верхних слоев фанеры маленьким торцевым рубанком. Если укладывается два слоя ленты, глубина паза должна быть такой, чтобы в него уместились 2 слоя ткани со смолой по 0,3мм каждый. Если возможно, для второго слоя используйте ленту отличающейся ширины. Также, по возможности, используйте Peel Ply для лучшей консолидации ламината.

Небольшие участки расслоившейся фанеры, измеряемые в нескольких квадратных футах, могут быть отремонтированы. Первый метод подразумевает вырезание поврежденного фрагмента и вставку на его место нового куска заподлицо со старой панелью. Новый кусок вырезается примерно прямоугольной формы так, чтобы он покрывал поврежденную площадь вместе со всеми видимыми трещинками. Вырезая заплатку, не забудьте скосить кромки заплатки и отверстия. Это поможет увеличить площадь склейки. Второй метод- метод «быстрого ремонта». Он заключается в простом высушивании фанеры феном до тех пор, пока следы проникновения воды не уйдут с поверхности фанеры. Неповрежденная поверхность в этом случае будет просто чуть более светлого оттенка. В дальнейшем место повреждения может быть оклеено стеклотканью и выровнено эпоксидной шпатлевкой.

