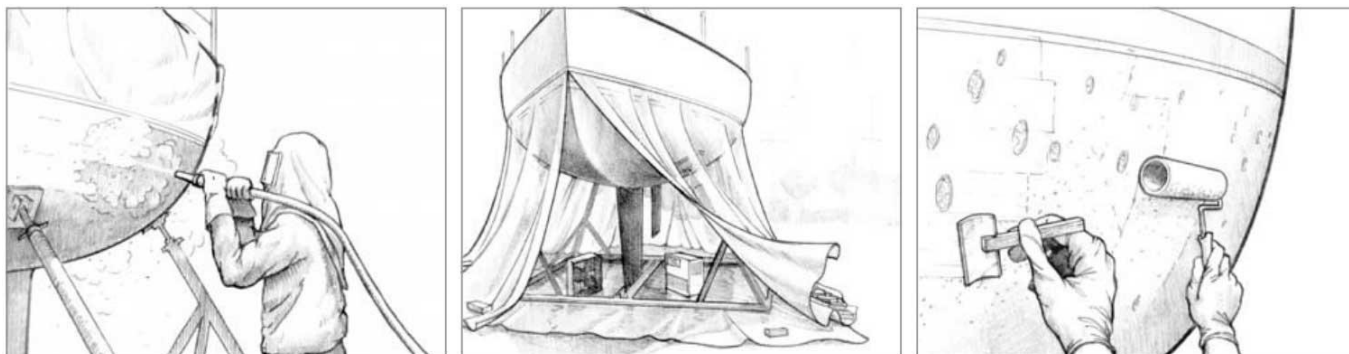


РУКОВОДСТВО ПО РЕМОНТУ ОСМОСА

Диагностика, ремонт и предотвращение

Ремонт стеклопластиковых яхт после повреждения осмосом с помощью эпоксидной смолы WEST SYSTEM.



Содержание:

1. Проблема образования пузырей на гелькоуте стеклопластиковых яхт

Понимание конструкции стеклопластикового корпуса и факторов, которые способствуют формированию пузырей на гелькоуте

2. Подготовка корпуса

Оценка и вскрытие пузырей

3. Сушка ламината

Снижение содержания влаги в ламинате

4. Ремонт повреждения осмосом

Ремонт изолированного и межламинатного повреждения осмосом

5. Барьерное покрытие

Нанесение эпоксидного барьерного покрытия для предотвращения проникновения влаги и повторного появления пузырей

6. Использование смолы WEST SYSTEM

РУКОВОДСТВО ПО РЕМОНТУ ОСМОСА

Диагностика, ремонт и предотвращение

9-е издание

Каталог номер 002-650

Руководство по ремонту и предотвращению появления осмоса на стеклопластиковых яхтах с помощью эпоксидной смолы WEST SYSTEM

Авторские права с 2001 г. - компания Gougeon Brothers Inc.

Авторские права с 2001 г. - компания Wessex Resins & Adhesives limited.

Опубликовано Gougeon Brothers Inc. и Wessex Resins & Adhesives limited.

Переведено: UA-Marine

Методы, описанные в данном руководстве, основываются на рабочих характеристиках и физических свойствах эпоксидных смол WEST SYSTEM. Так как физические свойства эпоксидных систем разных брендов значительно отличаются, использование методов, описанных в данной публикации с другими материалами, не рекомендуется. Информацию о продукции, о работе с ней и мерах предосторожности WEST SYSTEM можно получить в руководстве пользователя WEST SYSTEM.

Информация, представленная здесь, достоверна и надёжна, но, мы не можем гарантировать её точность в свете возможных новых изобретений. По причине того, что Gougeon Brothers Inc. не может контролировать применение смолы WEST SYSTEM, мы не даём никаких гарантий товарной пригодности или других гарантий соответствия конкретным целям и назначениям. В любом случае, Gougeon Brothers Inc. не несёт ответственности за случайный или побочный ущерб.

WEST SYSTEM, Stresform, Scarffer и Gougeon Brothers являются зарегистрированными торговыми марками, а также Microlight и Epilize являются торговыми марками Gougeon Brothers Inc., Bay City, Michigan, США.

Copyright © 1988, 1991, 1993, 1994, 1996, 1997, 2000, 2003, 2007, Gougeon Brothers, Inc.

Опубликовано компанией Gougeon Brothers, Inc., PO Box 908, Bay City, MI 48707-0908, Все права защищены. Никакая часть и данной книги не может перепечатываться или излагаться в любой форме, ни при каких обстоятельствах, без письменного разрешения издателя.

A0603

Содержание

1. Проблема образования пузырей на гелькоуте стеклопластиковых яхт	5
1.1. Типичная конструкция стеклопластиковой яхты	5
1.2. Факторы, влияющие на формирование пузырей	6
1.3. Эпоксидная смола для ремонта и нанесения защитного покрытия	9
1.4. Рекомендация по ремонту и предотвращению появления пузырей на гелькоуте	11
2. Подготовка корпуса	13
2.1. Оценка повреждения осмосом	13
2.2. Незначительные изолированные повреждения осмосом	14
2.3. Серьёзные повреждения осмосом	14
2.4. Вскрытие и удаление повреждений внутри ламината	17
2.5. Специальная подготовка для новых яхт	18
3. Сушка ламината	20
3.1. Что считается сухим?	20
3.2. Пассивная сушка	21
3.3. Активная сушка	22
4. Ремонт повреждения осмосом	24
4.1. Незначительные изолированные повреждения осмосом	24
4.2. Серьёзные повреждения осмосом	25
4.3. Межламинатные повреждения	27
5. Барьерное покрытие	31
5.1. Подготовка	31
5.2. Нанесение барьерного покрытия	32
5.3. Необрастающая краска	34
5.4. Рекомендации по предотвращению появления пузырей	35
6. Применение эпоксидной смолы WEST SYSTEM	37
6.1. Безопасность при работе с эпоксидной смолой	37
6.2. Эпоксидные продукты	38
6.3. Обращение с эпоксидной смолой	41
6.4. Основные приёмы	47

Раздел 1 Введение

Эпоксидная смола успешно применялась для ремонта и защиты тысяч яхт, имеющих проблемы с появлением пузырей на поверхности гелькоута. Наши рекомендации основаны на более чем тридцатилетнем опыте производства качественной морской эпоксидной смолы и продолжительных лабораторных и полевых испытаниях. Тем не менее, проблема появления осмотических пузырей является комплексной и, иногда, может проявляться независимо от качества и конструкции корпуса. Из-за этого и, часто неизвестной истории конструкции корпуса, не может быть гарантии, что какая-либо обработка будет успешной.

Существует множество переменных, которые влияют на формирование пузырей, и множество факторов, которые влияют на долговечность ремонта, начиная от тщательной подготовки и адекватной сушки, до ремонта и покрытия корпуса, но, тем не менее, мы твёрдо верим, что WEST SYSTEM предлагает одно из лучших решений для ремонта и предотвращения проблем, связанных с осмосом.

Мы настоятельно рекомендуем, чтобы был задействован квалифицированный морской сюрвейер для осмотра корпуса перед его обработкой и, если будет необходимо, для надзора за ремонтными работами. Крайне важно, чтобы все аспекты процесса обработки, выполнялись строго в соответствии с инструкциями. Несмотря на то, что мы всегда готовы предоставить помощь и рекомендации через нашу службу поддержки, мы не предоставляем надзор за работой Вашего подрядчика, а Wessex Resins & Adhesives Ltd или ЮА-Марин, не может брать на себя такую ответственность.

Существует три веских причины использовать эпоксидную, а не полиэфирную смолу, или какой-то другой материал для борьбы с пузырями на гелькоуте. Эпоксидная смола значительно более эффективна в качестве барьера для влаги, имеет лучшую стойкость к гидролизу и является лучшим конструкционным клеем.

Gougeon Brothers Inc. разработала метод испытания, который определяет способность различных покрытий противостоять влаге. В течение многих лет, идентичные образцы, испытанные с различными покрытиями, были исследованы и была определена относительная эффективность каждого покрытия, в качестве барьера от влаги. Это исследование показало, что эпоксидная смола WEST SYSTEM обладает значительно более высокой стойкостью к влаге, чем большинство других покрытий – критически важная характеристика для снижения проникания влаги через кристаллическую решётку смолы, что может привести к образованию пузырей и/или внутриламинатному разрушению. С более практической точки зрения, в течение пяти лет в компании Wessex Resins вёлся учёт яхт по всей Европе, обработанных эпоксидной смолой WEST SYSTEM для предотвращения появления осмоса. Из множества сотен яхт, обработанных продуктами WEST SYSTEM, в последствии менее 5% потребовали дальнейших действий для полного устранения проблемы пузырей на поверхности гелькоута.

Эпоксидная смола WEST SYSTEM имеет исключительную историю службы в морской среде, а высокие механические свойства и химическая стабильность, вместе с непревзойдённой влагостойкостью, делают эпоксидную смолу WEST SYSTEM прекрасным выбором для борьбы с пузырями на поверхности гелькоута.

1. Проблема образования пузырей на гелькоуте стеклопластиковых яхт

1.1. Типичная конструкция стеклопластиковой яхты

Стеклопластиковая яхта – это композитная конструкция, построенная с применением множества слоёв различных армирующих тканей и материалов сердцевины, как правило, соединённых между собой полиэфирной смолой. Типичная секция корпуса может состоять из слоя полиэфирного гелькоута, нескольких сменяющих друг друга слоёв стекломата и плетёного ровинга, и, часто, материала сердцевины, такого как бальса, или ПВХ пена, с последующими слоями стекломата и ровинга (см. рис. 1-1 и 1-2)

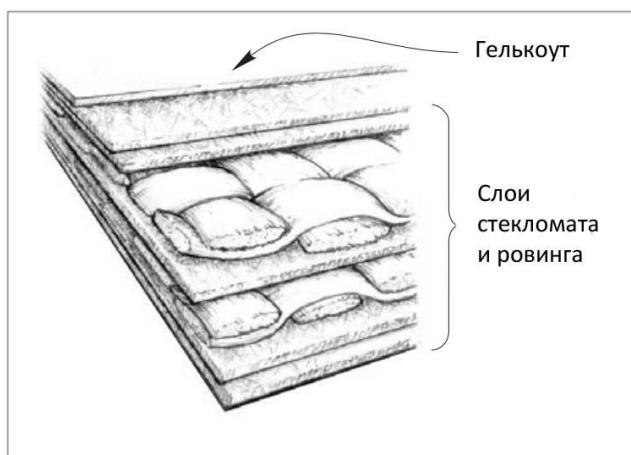


Рисунок 1-1 Целый стеклопластиковый ламинат состоящий из множества слоёв различных армирующих тканей, связанных между собой полиэфирной смолой

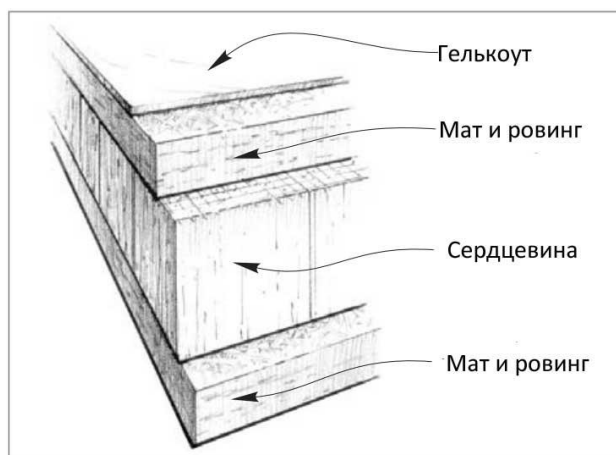


Рисунок 1-2 Сэндвичевая конструкция с материалом сердцевины, как правило, состоит из бальсы или ПВХ пены, помещённых между слоями армирующих тканей

Как правило, серийные стеклопластиковые лодки строятся в матрице. Сначала, на поверхность матрицы наносится разделительная паста, после чего наносится гелькоут. Толщина слоя гелькоута может варьироваться, от 3 до 7 мм. Это пигментированная, ненасыщенная полиэфирная смола, выполняющая функцию барьера от влаги для ламината, а также косметическую функцию, обеспечивая глянец и гладкость поверхности. Последующие слои ламината укладываются поверх гелькоута.

Толщина корпуса, может варьироваться. Старые лодки часто имеют целый ламинированный корпус толщиной от 2,5 см до 15 см в области киля, у тяжёлых яхт. Сегодня тенденции направлены в сторону уменьшения толщины и веса ламината, из-за чего структурная целостность каждого компонента ламината становится критически важной.

Основа полиэфирной смолы, применяемой в стеклопластиковых лодках, производится путём реакции органических кислот с гликолями для формирования цепей переменных органических кислот и гликольных групп. Основа смолы, состоящая из множества органических кислотных/гликольных цепей разной длины, разбавляется реактивным мономером, как правило, стиролом, который впоследствии вступает с ней в реакцию. Стирол вызывает реакцию, приводящую к формированию межмолекулярных связей, приводящих к образованию геля. Для замедления реакции между основой и стиролом и сохранения системы стабильной в течение приблизительно 3 месяцев, добавляются ингибиторы. Добавление пероксидных катализаторов, таких как МЕКР (метил этил кетон пероксид) позволяет преодолеть действие ингибитора, вызывая образования межмолекулярных связей полиэфирной смолы, пока она не застынет. При комнатной температуре добавление катализатора не вызывает достаточно быстрого застывания, из-за чего применяют ускоритель. Как правило, соли металлов, добавленные к основе смолы производителем, выступают

в качестве акселераторов. Мономер стирола реагирует с основой смолы, создавая связи, пока не будет сформирована твёрдая масса. В результате получается термореактивный пластик.

1.2. Факторы, влияющие на формирование пузырей

Использование ненасыщенных полиэфирных смол в качестве строительного материала при производстве стеклопластиковых конструкций – разумный выбор. Они относительно просты в обращении, обладают невысокой стоимостью, и приемлемой жизнеспособностью. К сожалению, существуют другие важные характеристики, которые, как мы теперь знаем, работают против полиэфирных конструкций, приводящим к появлению проблем, таких как расслоение и осмос. На формирование пузырей влияют множество переменных, включая формулу полиэфирной смолы для конкретного назначения, контроль качества производства, условия эксплуатации яхты.

Химическая стабильность и влагостойкость кристаллической решётки полимерной смолы являются ключевыми факторами, влияющими на надёжность стеклопластикового корпуса.

1.2.1. Проницаемость

Термин проницаемость означает способность материал пропускать вещество сквозь себя. Полиэфирные смолы для ламинирования и гелькоуты не являются водонепроницаемыми; они позволяют воде постоянно, прогнозируемо, проникать сквозь застывшую смолу. Проницаемость полимерной кристаллической решётки связана с несколькими факторами.

Толщина слоя гелькоута, количество воздуха, или пустот в ламинате, температура ламината, влияют на то, сколько воды проникнет в ламинат. Чем выше температура окружающей среды, тем выше степень проникновения (Рисунок 1-3). Увеличение температуры приведёт к ускорению движения молекул как смолы, так и воды, и усилит проницаемость через кристаллическую решётку смолы. Это означает, что яхты на Карибских островах с большей вероятностью будут испытывать подобные проблемы, чем яхта в Скандинавии.

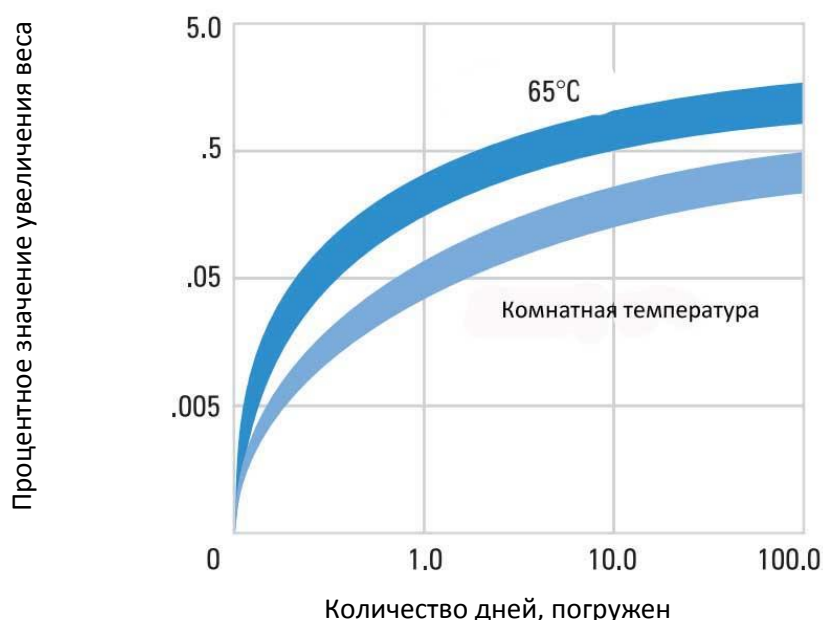


Рисунок 1-3
Восприимчивость ламината к к проникновению влаги усиливается с повышением температуры окружающей среды

1.2.2. Поры

Важным фактором, влияющим на формирование пузырей, является распределение свободного объёма (пор) в кристаллической решётке. В любом ламинате, свободный объём может быть представлен чем угодно, от щелей между молекулами кристаллической решётки полимера, и в них, производственными дефектами, такими как попавшие в ламинат пузырьки воздуха, трещинки или

непропитанная стеклоткань. Скорость застывания, степень формирования межмолекулярных связей, кристаллизация, всё это влияет на распределение таких пор, а также на общую химическую стабильность застывшей полимерной кристаллической решётки. Когда вода собирается в таких порах, начинается формирование пузырей. Формирующаяся кислотная жидкость, в конце концов, может приводить к гидролизу окружающей смолы. По причинам, связанным с существующими методами производства, поры часто возникают между гелькоутом и ламинатом, что объясняет причину того, что большинство пузырей появляются именно в этой области.

1.2.3. Осмос и гидролиз

Водорастворимые материалы, или растворы (излишки гликоля, кислот, солей металлов, и т.д.), попадающие в поры между ламинатом и гелькоутом, или внутрь ламината, как правило, представляют собой крупные молекулы. В то же время ламинат окружён относительно чистыми, мелкими молекулами воды, движущимися из области с высокой концентрацией в области с более низкой концентрацией (поры), и растворяют растворы, формируя жидкий раствор внутри пузыря (Рисунок 1-4). Гелькоут и ламинат работают как полупроницаемые мембраны. Они пропускают мелкие молекулы воды, но не дают выходить назад более крупным молекулам раствора. Такое одностороннее движение воды внутрь ламината называется осмосом. Всё большее количество воды проникает в поры, снижая концентрацию раствора (Рисунок 1-5). Жидкость продолжает накапливаться, и в конце концов она создаёт достаточное давление, чтобы появился пузырь (Рисунок 1-6). Исследования показывают, что осмотические силы увеличиваются пропорционально концентрации растворов в воде внутри ламината.

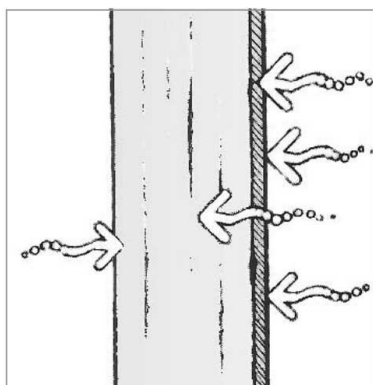


Рисунок 1-4 Полиэфирные смолы и гелькоут позволяют молекулам воды проникать в ламинат и растворять растворимые материалы внутри него

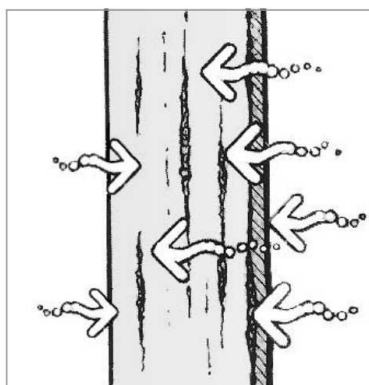


Рисунок 1-5 Всё больше количество молекул воды попадает в поры, снижая концентрацию раствора в жидкости, собирающейся в пузыре

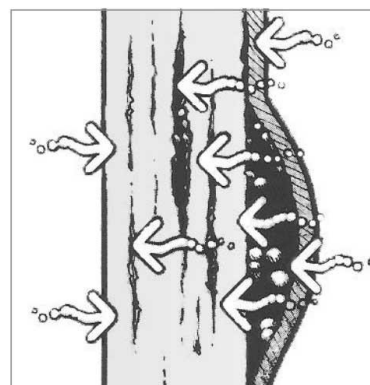


Рисунок 1-6 Собирающаяся жидкость создаёт достаточное давление в порах между гелькоутом и ламинатом, чтобы появился пузырь

В определённых условиях полимерная кристаллическая решётка полиэфирных смол под воздействием воды может разрушаться. Вода, контактируя с компонентами смолы, не вступившими в реакцию (гликоли, органические кислоты, катализатор, соли металлов, и т.д.), формируют кислоту, способную разрушать восприимчивые эфирные цепи, составляющие большую часть связей полиэфирных полимеров. Данная химическая реакция называется гидролизом. Продукты распада гидролизованной смолы растворяются водой внутри ламината и увеличивают концентрацию раствора, что способствует развитию осмоса. Вода, проникающая в поры и непропитанные смолой участки – карманы – внутри ламината, помогает разрушать ещё больше полиэфирных молекулярных цепей, что в свою очередь, позволяет ещё большему количеству воды проникать внутрь ламината. В результате процесс питает сам себя, создавая больше пузырей и повреждая больше смолы путём гидролиза.

Высокая температура тропического климата и тёплые сырые внутренние пространства, могут способствовать увеличенной восприимчивости к разрушению эфирных цепей в смоле, усилению водопроницаемости, и ускорить гидролиз там, где он уже происходит в ламинате. Учитывайте

также, что застоявшаяся вода и высокая влажность в трюме (из-за плохой вентиляции), также проникают в ламинат, способствуя формированию пузырей.

Ещё один фактор, влияющий на перемещение воды через мембрану гелкоута – окисление поверхности. Разрушительный потенциал ультрафиолета от солнечного света снижает глянец гелкоута и ухудшает его водостойкость.

1.2.4. Различия в составах, влияющие на формирование пузырей

На восприимчивость и стойкость застывших полиэфирных ламинатов к разрушению и появлению пузырей, влияют множество факторов. При производстве смолы могут использоваться множество разных типов гликолей, кислот, реактивных растворителей. Каждый ингредиент меняет основные физические характеристики застывшей смолы, включая гидролитическую стабильность, прочность и удлинение. Процесс смешивания также может влиять, если при этом остаются несмешанные или не вступившие в реакцию гликоли.

Определённые ненасыщенные полиэфирные смолы, ускорители, или катализаторы, в плохо перемешанных, или не полностью вступивших в реакцию кристаллических решётках, могут выступать инициаторами появления пузырей. В теории, большое разнообразие добавок (воздуховыводящие агенты, выравнивающие агенты, добавки для улучшения стойкости к ультрафиолету, истиранию, поверхностно-активные вещества, огнестойкие добавки, антиоксиданты и со-мономеры) могут влиять на стойкость застывшего ламината к появлению пузырей. Тиксотропные агенты, гидрофильные наполнители, пигменты, применение сольвентов в качестве растворителей, может изменить восприимчивость к влаге и способствовать формированию пузырей. Добавление любых восприимчивых к влаге материалов может стимулировать гидролиз материалов кристаллической решётки и способствовать осмотическому давлению, вызывающему появление пузырей.

1.2.5. Пост-производственные факторы

Негативный эффект на адгезию полиэфирной смолы и армирующих материалов ламината может оказывать низкое качество производства, ограничения в количестве материалов, строгие экологические правила. Кроме того, плохая пропитка при производстве, высокие напряжения или нагрузки в ламинате при эксплуатации, могут приводить к потере адгезии или появлению микро-трещин на поверхности. Микро-пузырьки, многогранные поверхности в кристаллической решётке (возникающие из-за разной скорости застывания и усадки), являются точками концентрации нагрузки, а потому, зонами, наиболее подверженными потере адгезии и связи. Получающиеся в результате поры, способствуют проникновению воды, гидролизу и концентрации всевозможных растворимых материалов в ламинате.

Несмотря на то, что более старые лодки кажутся довольно прочными, а новые строятся так, чтобы свести к минимуму возможность появления пузырей, все вышеописанные переменные делают практически невозможным определение строения ламината, формулу полиэфирной кристаллической решётки, и производственный процесс, необходимый для создания ламината, полностью неуязвимого для данной проблемы.

1.3. Эпоксидная смола WEST SYSTEM для ремонта и нанесения защитного покрытия

Влага, попавшая в ламинат, в целом, принимается как общий доминирующий фактор формирования пузырей на гелкоуте. По этой причине, эффективными мерами борьбы с появлением осмотических пузырей, будет тщательная сушка ламината, содержание внутренних пространств максимально сухими, и предотвращения попадания воды с наружной стороны, путём создания барьерного слоя. Критически важный вопрос – какой материал для создания такого барьерного покрытия является самым лучшим, и как его наносить.

Существует три веских причины использовать для этих целей эпоксидную смолу, а не полиэфирную, или другие материалы:

1. эпоксидная смола является более эффективным барьером для влаги;
2. обладает лучшей стойкостью к гидролизу
3. обладает лучшими адгезионными характеристиками.

1.3.1. Выбор эффективного барьера для влаги

Компания Gougeon Brothers Inc., разработала комплексную программу испытаний, основанную на методологии U.S.D.A. Forest Service, годами применявшуюся в качестве утверждённого метода для определения способности окрасочных материалов задерживать влагу. Мы можем протестировать идентичные образцы, обработанные различными покрытиями, с помощью различных методов нанесения, для сравнения относительной эффективности каждого покрытия в качестве барьера для влаги (полный отчёт о процедуре испытаний доступен по запросу от Gougeon Brothers).

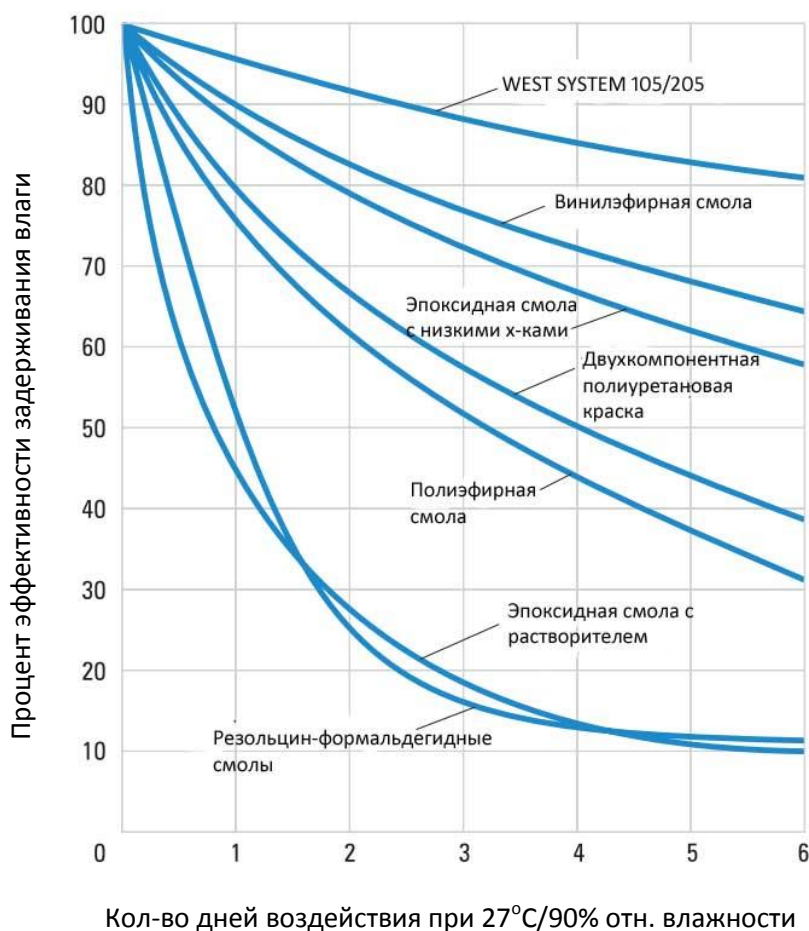


Рисунок 1-7 эффективность задерживания влаги различными морскими материалами. Сравнение трёх слоёв каждого из материалов.

Как можно заметить на *рисунке 1-7*, различные покрытия, часто применяемые в яхтенной отрасли, значительно отличаются по своей эффективности в задерживании влаги. После шести недель нахождения в условиях 90% влажности при 27°C, полиэфирная смола демонстрирует лишь 30% эффективности. Полиуретановые краски, в свою очередь, показывают 40% в случае с одним популярным брендом, и 65% - с другим.

Рисунок 1-7 также демонстрирует, что некоторые образцы эпоксидной смолы, не уступая, а в чём-то и превосходя краски и лаки, значительно уступают качественным формулам эпоксидной смолы, работая как барьерное покрытие. Эпоксидная смола WEST SYSTEM 105/205 и 105/206 после 6 недель показывают 82% и 78% соответственно.

Важно отметить, также, что наклон графика для смолы WEST SYSTEM после 6 недель испытаний относительно небольшой, в то время как эпоксидные смолы с более низкими характеристиками, полиуретановые краски и лаки стремительно теряют свои свойства.

Это исследование показало, что эпоксидная смола WEST SYSTEM обладает значительно большей влагостойкостью, чем большинство других покрытий. Это критически важная характеристика для уменьшения степени проникновения влаги сквозь кристаллическую решётку, что приводит к появлению пузырей на гелькоуте и проблемам внутри ламината.

1.3.2. Стойкость к гидролизу

Эпоксидная кристаллическая решётка обладает большей стойкостью к гидролизу, чем полиэфирная. В целом, структура связей полимеризовавшихся эпоксидных эфиров более стабильна, чем полиэфирных. Это означает, что эпоксидная кристаллическая решётка не будет так просто разрушена водой, как это случается с полиэфирными смолами.

Эпоксидная смола имеет богатую историю, доказывающую её превосходную стойкость к появлению пузырей и других проблем, связанных с воздействием влаги. Для яхтостроителя, строящего яхты по индивидуальным проектам, для современных серийных производств, или сервисных компаний, высокая механическая и химическая стойкость эпоксидной смолы, вместе с великолепной влагостойкостью, делают её идеальным выбором для борьбы с появлением пузырей гелькоута.

1.3.3. Вторичное склеивание

Есть ещё одна существенная причина использовать эпоксидную смолу, а не полиэфирную. Для того чтобы эффективно ремонтировать межламинатные повреждения, и ремонтировать повреждения ламината, образовавшиеся в результате появления пузырей гелькоута, материал, с помощью которого выполняется ремонт, должен быть великолепным конструкционным клеем, способным склеивать как полиэфирную смолу, так и стекловолокно.

Ненасыщенные полиэфирные смолы неплохо справляются с этой задачей при первоначальном производстве конструкции, когда все слои смолы наносятся одновременно и застывают вместе. Такой тип склеивания называется первичным. Тем не менее, проблемы могут возникнуть, когда потребуется приклеить полиэфирную смолу к застывшему ранее ламинату, - необходимое условие при ремонтных работах. Такой тип склеивания называется вторичным.

Эпоксидная смола WEST SYSTEM, в свою очередь, формирует великолепное клеевое соединение с застывшей полиэфирной смолой при вторичной склейке. Так как эпоксидная смола прочнее, и усаживается меньше, чем полиэфирная, ремонт, выполненный с её помощью, может быть прочнее, чем оригинальная конструкция.

Влагостойкость, стойкость к гидролизу, характеристики вторичной склейки, являются важными параметрами при выборе барьерного покрытия. Если, кроме всего прочего, вы рассматриваете стоимость, простоту и практичность применения, доступность, безопасность и доступ к технической поддержке, эпоксидная смола WEST SYSTEM является превосходным вариантом для ремонта пузырей гелькоута.

1.4. Рекомендация по ремонту и предотвращению появления пузырей на гелькоуте

1. Копайте глубже очевидного

Если Вы планируете наносить барьерное покрытие на корпус после ремонта пузырей, мы считаем, что важно исследовать корпус немного глубже, чем просто найти очевидные пузыри. Перед тем, как начинать ремонт, мы рекомендуем зачистить гелькоут на нескольких небольших участках. Эти инспекционные участки диаметром от 10 до 15 см могут предоставить ценную информацию о состоянии ламината корпуса. Если ламинат имеет следы гидролиза, рассмотрите вариант удаления всего гелькоута и поврежденного ламината. Наносить барьерное покрытие поверх корпуса, который начал гнить бессмысленно. Как в случае с раком кожи – более серьезная проблема лежит где-то под поверхностью.

2. Тщательно сушите ламинат корпуса

Вскройте все кратеры от пузырей и вычистите поврежденный материал. Убедитесь, что ламинат на всей конструкции корпуса настолько сухой, насколько это возможно. Для ускорения процесса можно использовать активные способы сушки, такие как нагревание и тентование.

3. Ремонтируйте пузыри и расслоения с помощью продуктов WEST SYSTEM.

После герметизации слоем незагущенной эпоксидной смолы, заполните полости смолой WEST SYSTEM с наполнителем низкой плотности 410 Microlight или 407. В местах, где повреждения ламината значительные, восстановите его с помощью нескольких слоёв стеклоткани и эпоксидной смолы.

4. Нанесите барьерный слой эпоксидной смолы WEST SYSTEM с добавкой 422.

Тщательно очистите все подводные поверхности и отшлифуйте. На хорошо подготовленный корпус нанесите на поверхность 500 микрон эпоксидной смолы WEST SYSTEM. Как правило, это составляет 5-6 слоёв. Нанесение большого количества слоёв, до 10, обеспечит дополнительную защиту. Наносите первый слой без добавок. Оставшиеся слои должны содержать добавку 422 Barrier Coat Additive, улучшающую влагостойкость эпоксидной смолы, а также стойкость к царапинам и сколам.

5. Обеспечивайте вентиляцию всем отсекам корпуса – содержите трюм настолько сухим, насколько это возможно.

Хорошая вентиляция – ключ к долголетию Вашей лодки. Испарения воды могут проникать в ламинат корпуса быстрее, чем вода в жидком виде. Лучший способ сделать климат с высокой влажностью и высокой температурой – оставить плохо проветриваемую, закупоренную лодку под палящим солнцем на несколько недель. Температура на палубе может достигать 55°C, поднимая температуру в каютах до 38°C. Такие условия «тропических джунглей» обеспечат нужные условия для появления пузырей на гелькоуте, так как влага может и будет проникать через ламинат. В тропическом климате, где жара и влажность являются серьезнейшей проблемой, есть смысл рассмотреть наличие осушителя воздуха на борту. Очевидным источником влаги является также вода в трюме. Поэтому важно содержать трюм настолько сухим, насколько это возможно. Мы

настоятельно рекомендуем использовать активную вентиляцию трюмов, например электрические вентиляторы, особенно на яхтах, ранее испытывавших проблемы с осмосом.

6. Поддерживайте целостность барьерного слоя

Излишняя шлифовка при подъёмах, касание дна, царапины и затиры способны ухудшить влагостойкость Вашего эпоксидного барьерного слоя. Наносите на корпус высококачественную краску для днища. Ремонтируйте царапины, вмятины или затиры как можно быстрее, нанося на места ремонта эпоксидную смолу для восстановления повреждённого барьерного покрытия.

После нескольких подъёмов, Ваш барьерный слой может стать тоньше из-за циклов шлифовки. Рассмотрите вариант удаления краски с днища и нанесения 2-3 слоёв эпоксидной смолы, следуя инструкциям в данном мануале.

Не запускайте проблему пузырей. Так скоро, как это возможно, ремонтируйте пузыри и наносите эпоксидное покрытие для предотвращения усугубления проблемы. Периодически проверяйте влажность корпуса. Раннее обнаружение впитывания влаги может уберечь Вас от значительных затрат и разочарования в длительной перспективе.

Если Вы не знакомы с методами работы с эпоксидной смолой, или имеете какие-либо вопросы, перед тем, как переходить к разделу 2, обратитесь к разделу 6 – *Применение эпоксидной смолы WEST SYSTEM*. Для получения дополнительной информации обратитесь к *Путеводителю по продукции WEST SYSTEM 002-950*.

Если у Вас возникнут дополнительные вопросы после чтения раздела 6 данной публикации, обратитесь к нам по адресу:

ООО ЮА-МАРИН
Чкалова 20/5
54017, Николаев, Украина
Тел: +38 0512 580-540
Тел: +38 067 510 23 41
e-mail: info@ua-marine.com.ua
web: www.ua-marine.com.ua

2. Подготовка корпуса

Данный раздел описывает процесс удаления повреждённого гелькоута и ламината, а также зачистки поверхности для подготовки корпуса к сушке, заполнению, выравниванию, и нанесению барьерного слоя.

Вероятность успеха такого ремонта и предотвращения проявления проблемы пузырей в будущем, зависит от различных факторов, многие из которых находятся вне нашего контроля. Это включает в себя контроль качества во время производства корпуса, качество сырья, применяемого при строительстве, возраст лодки, климат, в котором она используется. Из-за этих факторов, полностью исключить возможность появления пузырей невозможно. Тем не менее, можно существенно повысить шансы на успешность ремонта, неукоснительно следуя рекомендациям, описанным в разделе 1.4.

2.1. Оценка повреждения осмосом

Если это возможно, присутствуйте при первом подъёме лодки из воды. Когда лодка вынимается из воды, пузыри очень быстро уменьшаются, а через несколько часов могут вообще исчезнуть, чтобы снова появиться, когда лодка снова окажется в воде. После очистки от обрастаний и грязи, шлифуйте корпус абразивной бумагой Р80. Пузыри проявятся в виде светлых точек на фоне более тёмной краски для днища. Повреждения могут представлять собой несколько крупных отдельных пузырей, или весь корпус, усеянный небольшими пузырьками, размером не больше ластика. Повреждения могут разниться в зависимости от того, в какой части корпуса они расположены. Тщательный осмотр корпуса сразу после подъёма поможет Вам лучше оценить природу и серьёзность повреждений, и выбрать лучшее средство для ремонта.

Тщательный осмотр включает в себя оценку состояния ламината под гелькоутом. Зачистите инспекционные точки диаметром 10-15 см в нескольких местах на корпусе. Используйте дисковую шлифовальную машину для зачистки неглубоких участков в гелькоуте. Смочите эти места водой или спиртом. Смоченный ламинат в здоровом состоянии будет выглядеть тёмным, или прозрачным. Если видны белые волокна на, или под поверхностью, это признак производственного дефекта, или разрушения смолы вокруг волокон и имеет место гидролиз. Если есть подозрения на повреждение ламината, сделайте ещё несколько инспекционных отверстий, чтобы подтвердить это, и определите протяжённость повреждений и, насколько это возможно, количество ламината, который придётся удалить.

Изолированные небольшие пузыри могут быть вскрыты по отдельности. Такие отдельные полости могут быть заполнены и выровнены. Такой метод хорошо работает, в частности, на старых лодках. Если уж старый корпус выжил в течение какого-то времени лишь с небольшими повреждениями, часто бывает так, что кроме видимых пузырей присутствуют ещё незначительные повреждения.

Значительные повреждения на более новых яхтах, в свою очередь, свидетельствуют о серьёзных дефектах материалов или производства. В таких случаях гелькоут должен быть полностью снят. Это устранил очевидные повреждения, а также проблемы на их ранней стадии, а также позволит осмотреть ламинат на предмет наличия повреждений или дефектов. После этого гелькоут будет заменён эпоксидным барьерным покрытием. Даже если проблема пузырей ещё не встала очень остро, такой вариант - хороший, если конечно позволяет время и финансовые возможности.

В любом случае, вскрывайте пузыри, зачищайте корпус или удаляйте гелькоут как можно раньше. Это позволит высушить полости, оставшийся гелькоут и ламинат значительно быстрее. Снятие гелькоута позволит просушить сам ламинат быстрее, так как влаге не придётся проходить через гелькоут. Тщательная сушка – важный этап при ремонте, который часто делается в спешке.

Вскрытие пузырей или быстрое снятие гелькоута с частым промыванием во время процесса высыхания, позволит извлечь максимум из ограниченного времени сушки.

Надевайте защитную одежду и маску или очки для защиты глаз, когда вскрываете пузыри. Кислотная жидкость внутри пузыря часто находится под высоким давлением, достигающим 13 бар. При проделывании отверстия, жидкость может брызнуть из пузыря с неожиданной силой.

2.2. Незначительные изолированные повреждения осмосом

Помня о том, что появление небольших пузырей может быть симптомом более серьёзной проблемы, существует множество ситуаций, когда ремонт отдельных пузырей может иметь смысл. Вероятно Вам удастся отремонтировать отдельные пузыри и улучшить вентиляцию, избежав необходимости связываться с полноценной работой по нанесению барьерного слоя. Можно ремонтировать и наблюдать за пузырями в течение 2-3 лет, чтобы понять, насколько Ваша проблема серьёзна, прежде чем приступить к более серьёзным методам ремонта. А может быть, Вы просто захотите поскорее сбросить яхту на воду, и наслаждаться летом.

Если на корпусе наблюдается небольшое число пузырей, или проблема ограничивается небольшой секцией корпуса, такой способ позволит Вам ремонтировать пузыри в течение нескольких часов, перед нанесением необрастающей краски.

1. Пометьте отдельные пузыри или поражённые области (зачищая необрастающую краску абразивной бумагой P80), чтобы найти их после, если нет возможности сразу вскрыть пузыри немедленно, или:
2. Немедленно вскройте кратеры пузырей. Используйте небольшие шлифовальные диски, такие как 3M Rolock™ диаметром 5 см с абразивной бумагой P60, одетые на дрель с изменяемой скоростью вращения (*Рисунок 2-1*). Убедитесь, что Вы удалили весь пузырь, включая края его купола. *Завершите ремонт, следуя инструкциям, изложенным в п. 4.1.*

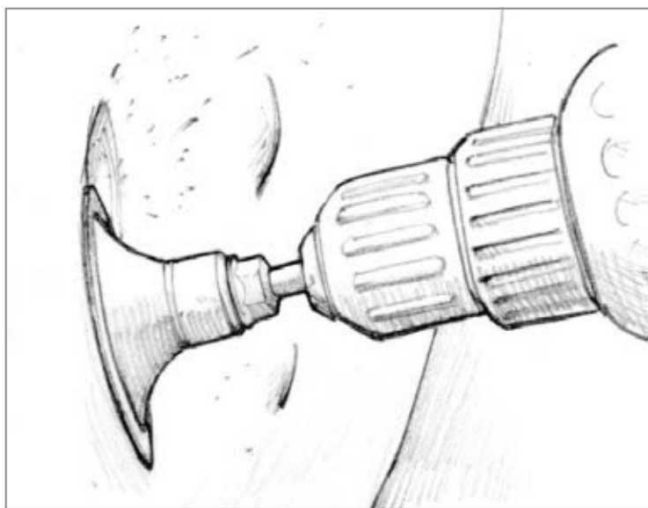


Рисунок 2-1 используйте небольшую абразивную насадку на дрель для вскрытия пузырей

2.3. Серьёзные повреждения осмосом

Если, подняв яхту из воды, Вы обнаружите сотни или тысячи пузырей, вскрывать каждый из них по отдельности может оказаться не практично. Работа по заполнению и выравниванию каждого отдельного пузыря, также потребует огромного количества времени. Вскрыть все пузыри сразу и зачистить корпус полностью (или полностью снять гелькоут) позволят такие методы как зачистка, пескоструйная обработка, или пилинг. Каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки.

2.3.1. Зачистка

Зачистка, или шлифовка является наиболее широко распространённым методом вскрытия пузырей и придания гелькоуту шероховатости, и часто это единственный доступный способ для владельцев яхт, решивших произвести ремонт самостоятельно. Тем не менее, зачистка – это не самая приятная работа и, в зависимости от навыков оператора, может оставлять на корпусе неровности, требующих последующей шпаклёвки. Операция также создаёт много пыли и потенциальную опасность для здоровья. Требуемое оборудование относительно не дорогое и широко доступно. Оно включает в себя электрическую шлифовальную машину 1000 – 2000 об/мин с 20 см шлифовальным кругом.

Зачищайте корпус, чтобы удалить необрастающую краску, вскрыть пузыри, и придать поверхности шероховатость следующим образом:

1. Подготовьте рабочую зону, защищая окружающие пространства от опасной пыли, особенно на этапе зачистки необрастающей краски. Изучите местные правила и нормы в отношении утилизации отходов. Желательно снять все фитинги, проходящие сквозь корпус.
2. Очистите корпус от всех обрастаний и загрязнений, таких как смазка, или масло.
3. Зачищайте корпус, начиная с грубого зерна (P24-P40) для снятия необрастающей краски и вскрытия пузырей. Держите машинку под небольшим углом (5° - 10°), чтобы избежать выемок. Удалите достаточное количество гелькоута, чтобы вскрыть полости пузыря полностью, или, если пузыри мелкие, снимайте гелькоут, пока поверхность не будет находиться на одном уровне с дном кратеров. Если оставлять кратеры на поверхности, потребуется больше шпаклёвки в дальнейшем. В любом случае, продолжайте зачистку, пока не вскрыется твёрдая, неповреждённая поверхность (Рисунок 2-2).
4. Снова зачищайте поверхность более мелкими абразивными дисками (P50-P80) для того, чтобы удалить царапины, оставленные грубой шлифовкой, и выровнять поверхность. При аккуратной шлифовке, в дальнейшем, потребуется не значительная шпаклёвка. На этом этапе эксцентриковая шлифовальная машина обеспечит лучший контроль с точки зрения последующей шпаклёвки, чем угловая. Снимать ли гелькоут полностью, до первого слоя ламината, решать вам.
5. После шлифовки осмотрите корпус на предмет обнаружения дальнейших повреждений. Прослушайте корпус, чтобы найти межламинатные пустоты. Перед тем, как приступить к шпаклёвке, отремонтируйте найденные полости, следуя инструкциям, описанным в разделе 4.3.

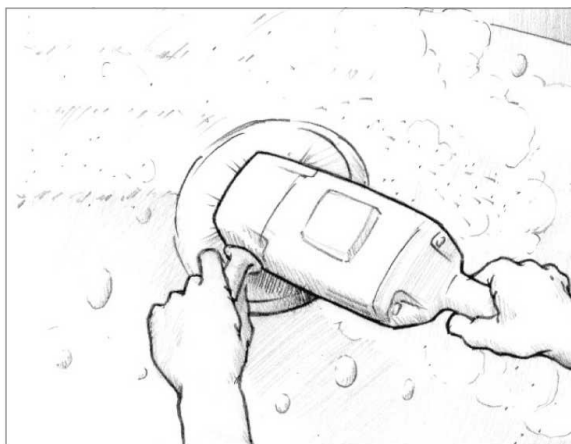


Рисунок 2-2 Используйте электрическую шлифовальную машинку с 20 см кругом для вскрытия пузырей или снятия гелькоута



Рисунок 2-3 Пескоструйная обработка является широко распространённым способом вскрытия пузырей и абразивной обработки поверхности

2.3.2. Пескоструйная обработка

Пескоструйная (или водоструйная) обработка связана с применением более дорогостоящего оборудования, которое можно арендовать (*Рисунок 2-3*). Профессиональные услуги пескоструйной обработки доступны повсеместно. После обработки остаётся в целом ровная, но изрытая ямами поверхность. Этот метод, к тому же, несёт потенциальную опасность для здоровья из-за образования большого количества пыли. Из-за того, что острый песок выбрасывается в поверхность под высоким давлением, необрастающая краска должна быть удалена до обработки. Если этого не сделать, небольшие частицы краски или грязи могут врезаться в ламинат, что может создать проблемы с адгезией впоследствии.

При использовании данного метода старайтесь не обрабатывать поверхность слишком глубоко. Не врезайте частицы гелькоута в более мягкий ламинат под ним, не снимайте лишнее количество ламината. Мы рекомендуем снимать 80-90% гелькоута пескоструйной обработкой, а оставшиеся 10% - шлифовкой. После того, как гелькоут будет снят, осмотрите ламинат на предмет гидролиза, расслоения, или других повреждений.

2.3.3. Пилинг гелькоута

Машинки для пилинга гелькоута делаются на базе электрического или гидравлического инструмента с режущей головкой, снимающего гелькоут до определённой глубины за один проход. После снятия пилинга, остаётся относительно гладкая поверхность, лучше вскрывающие недостатки ламината, требующая значительно меньше шпаклёвки, чем при зачистке, или пескоструйной обработке. Такой способ более чистый, позволяет легче собирать мусор, чем в случае с зачисткой или пескоструйной обработкой, сводя к минимуму опасность для окружающей среды. Машины для снятия гелькоута – относительно новая технология, а такая услуга, если и доступна, будет стоить дороже, чем другие методы. Тем не менее, если для шлифовки корпуса нанимаются люди, пилинг гелькоута описанным способом может быть экономически эффективным, особенно если учесть дополнительное время и затраты на шпаклёвку отшлифованного корпуса. После того, как гелькоут будет снят, осмотрите ламинат на предмет гидролиза, расслоения, или других повреждений. Тщательно промойте и отшлифуйте поверхность перед нанесением барьерного слоя.

2.3.4. Прослушивание корпуса

Прослушивание всего корпуса яхты может оказаться стоящей тратой времени. При постукивании небольшим молоточком, влажные, или расслоившиеся участки будут звучать глухо. Сухой, твёрдый ламинат будет иметь звучать звонко. Простукивая корпус в определённой последовательности с интервалом 7,5 см, можно отделить проблемные участки (*Рисунок 2-4*). Пузыри или расслоения ламината могут повредить конструктивную целостность корпуса и должны быть отремонтированы.

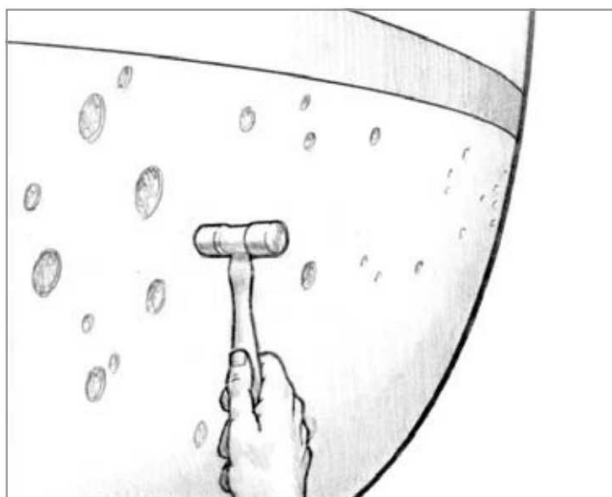


Рисунок 2-4
Прослушивание корпуса
пустоты внутри ламината

2.4. Вскрытие и удаление повреждений внутри ламината

После зачистки или снятия гелькоута, смочите поверхность вскрытого ламината водой. Это поможет обнаружить щели под поверхностью ламината. Пустоты проявляются как более светлые участки на фоне тёмного «здорового» ламината. Пустоты могут быть следствием гидролиза, или производственных дефектов, которые могут проявляться в порядке, отражающем порядок нанесения смолы. Прослушивание подтвердит наличие и протяжённость пустот. Чем расслоение глубже, или шире распространено, тем серьёзнее конструкционная проблема. Если прослушивание или визуальный осмотр показывают пустоты под внешним слоем ламината, вскройте их, просверлив отверстия, или зачищая, чтобы позволить пустотам хорошо просохнуть перед тем, как производить ремонт.

2.4.1 Небольшие пустоты

Если площадь полости ограничивается несколькими сантиметрами, её можно отремонтировать не снимая внешний слой ламината.

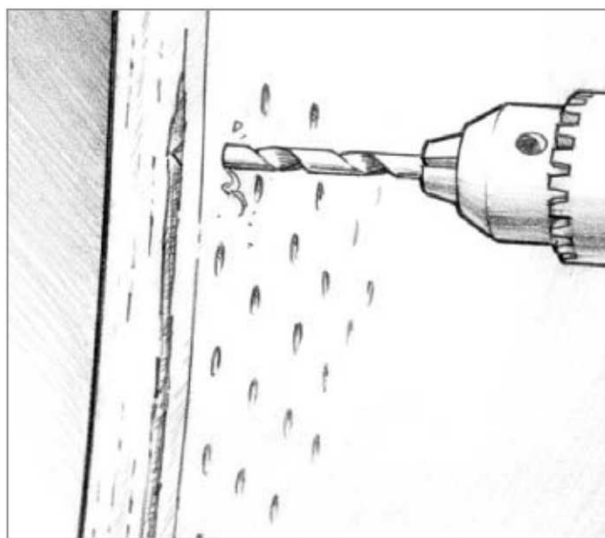


Рисунок 2-5 Просверлите сетку отверстий диаметром 5 мм сквозь наружный слой ламината, внутрь полости.

Просверлите сетку отверстий диаметром 5 мм по всей площади полости (Рисунок 2-5). Сверлите сквозь наружную обшивку ламината, стараясь не просверлить ламинат под полостью. Отверстия позволят Вам оценить протяжённость полости, целостность ламината под ней и поможет ей высохнуть.

Высушите ламинат (Раздел 3) и закончите ремонт согласно рекомендациям из п. 4.3.1.

2.4.2 Большие пустоты

Если расслоение верхних слоёв ламината распространяется на большие участки, или на отдельные части корпуса, можно восстановить структуру, удалив повреждённый материал и вклеив новые слои стеклопластика с помощью эпоксидной смолы.

1. Пометьте расположение всех пустот фломастером.
2. Вычистите все признаки повреждений, вскрывая целый, неповрежденный ламинат.
3. Сделайте фаску на месте ремонта с углом минимум 12 к 1, чтобы обеспечить большую площадь склеивания и снизить концентрацию нагрузок (Рисунок 2-6).

После тщательной сушки слои стеклопластика должны быть вклеены (ламинированы) поверх места ремонта для восстановления ламината до его первоначальной толщины и прочности, как описано в разделе 4.3.2.

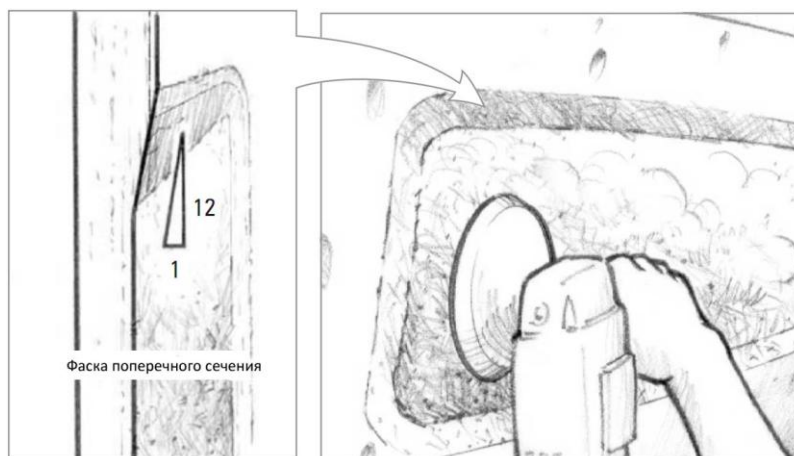


Рисунок 2-6 Счищайте ламинат над большими пустотами для того, чтобы скрыть неповреждённый ламинат. Делайте фаску на месте ремонта 12 к 1.

2.4.3 Гидролиз

Следы гидролиза внутри ламината могут проявляться как побелевшие волокна. В нормальном, или неповреждённом ламинате, волокна ткани под поверхностью прозрачны, или незаметны. Если смола вокруг волокна подверглась гидролизу, волокно выглядит белым и его можно заметить сквозь ламинат, если смочить поверхность водой.

1. Осмотрите корпус, чтобы определить протяжённость повреждения после того, как гелькоут будет снят.
2. Зачистите поверхность, чтобы удалить весь материал наружного слоя ламината, подвергшийся гидролизу. Это может касаться отдельных участков, или целых секций на корпусе.
3. Осмотрите слой ламината на зачищенном участке и (если нужно) удалите весь материал, подвергшийся гидролизу. Повторяйте процедуру слой за слоем, пока весь повреждённый материал не будет удалён.

Тщательно сушите корпус (Раздел 3) и клеивайте (ламинируйте) новые слои стеклоткани, чтобы заменить ровинг и другие конструкционные слои, которые были удалены (Раздел 4.3.2). Наружный слой стекломата, как правило, не является конструкционным слоем.

Для ремонта расслоившихся сэндвичевых конструкций, обратитесь к публикации Ремонт и Обслуживание Стеклопластиковых Яхт (002-550), опубликованной компанией Gougeon Brothers, переведённой на русский язык компанией ЮА-Марин.

Примечание! Если Вы не уверены в масштабах повреждений, или сомневаетесь в прочности корпуса, прежде чем начинать ремонтные работы, рекомендуем обратиться за профессиональной консультацией. В случаях серьёзных повреждений рекомендуется произвести анализ ламината лабораториями, занимающимися композитными материалами. Они смогут проанализировать ламинат слой за слоем, на предмет содержания смолы, признаки гидролиза, или содержание влаги. Попросите помощи у местного сюрвейера, который сможет оценить Ваш корпус и подсказать подходящую лабораторию

2.5. Специальная подготовка для новых яхт

Для предотвращения возникновения проблем с появлением пузырей, на новые корпуса яхт часто наносят барьерный слой эпоксидной смолы. Конечно, новые яхты не имеют пузырей и воды внутри ламината, но они могут потребовать методов подготовки, которые не требуются более старым лодкам. Спросите у производителя, не повлияет ли такая подготовка на гарантию производителя на корпус.

Если производителем была нанесена необрастающая краска, перед нанесением барьерного покрытия, её придётся полностью снимать. Если этого не сделать, смола будет иметь адгезию к краске, а не к гелькоуту, а сила её будет настолько велика, насколько прочно держится на корпусе краска. Гелькоут должен быть отшлифован до состояния чистой, матовой поверхности.

Если яхта поставляется без необрастающей краски, как правило, на поверхности гелькоута будут присутствовать остатки разделительной пасты, или воска. Эти вещества не позволят эпоксидному покрытию иметь хорошую адгезию с гелькоутом и должны быть удалены. Только лишь шлифовка, как правило, не даст желаемого результата, так как воск, или силикон будет забивать абразивную бумагу, что сильно усложнит процесс очистки.

1. Дважды протрите гелькоут, используя высококачественные вещества для удаления силикона и воска, например Epifanes Fiberglass Prep Cleaner, и чистые белые салфетки (Примечание: красители, используемые в цветных салфетках, также могут загрязнить поверхность). Тщательно протрите поверхность выше ватерлинии, чтобы свести к минимуму возможность загрязнения поверхности в то время, как вы будете работать с днищем.
2. Придайте гелькоуту ниже ватерлинии шероховатость. Это можно сделать с помощью абразивной бумаги P80 и шлифовальной машинки, или путём пескоструйной обработки. Вся поверхность корпуса должна быть матовой, без глянцевых пятен.

Смотрите раздел 5 – нанесение барьерного покрытия.

3. Сушка ламината

Вероятно, наиболее важный этап ремонта яхты, страдающей от пузырей на гелькоуте или впитавшей влаги, является тщательная сушка ламината.

3.1. Что считается сухим?

Определить процентное содержание влаги внутри корпуса очень сложно. Фактически, единственным надёжным способом определить это – вырезать из корпуса образец ламината, взвесить его, и начать сушить в печке. Периодически производить взвешивания, пока он не перестанет терять вес. Разница между начальным, «влажным» состоянием и конечным – «сухим», выраженная в процентах, и будет являться содержанием влаги в ламинате.

Очевидно, это не очень практичный метод определения содержания влаги. Проблема усложняется тем, что содержание влаги в различных секциях корпуса может сильно различаться.

Потенциальная способность впитывать влагу для стеклопластикового ламината сильно отличается от таковой для древесины, вещества, о котором известно практически всё. В определённых условиях, содержание влаги в древесине может достигать 100%. Влага впитывается в структуру клеток древесины и распределяется по ней относительно равномерно.

Практически идеальный ламинат на основе полиэфирной смолы, с очень небольшим количеством пор, или непропитанных смолой «карманов», будет впитывать, в лучшем случае, примерно 3% влаги по весу. В худших случаях, с которыми мы сталкивались, при плохом качестве ламината, содержание влаги было 9-10%. Принципиальная разница в том, что полиэфирный ламинат впитывает влагу не равномерно, беспорядочно, и содержание влаги может очень сильно различаться в пределах одной небольшой секции.

3.1.1. Определение содержания влаги,

Для отслеживания процесса сушки, необходимо определить содержание влаги в корпусе. На рынке можно найти недорогие, неразрушающие приборы для определения влажности. При этом следует знать, что данные, которые предоставляют такие приборы относительны, и не дают точного представления о содержании влаги в ламинате.

Для отслеживания процесса сушки корпуса с помощью измерительного прибора, мы рекомендуем делать пробы и записывать результаты с равными интервалами выше и ниже ватерлинии, вдоль всего корпуса лодки. В течение процесса сушки, брать и записывать новые данные в тех же точках (*Рисунок 3-1*). По истечению некоторого времени, разброс в относительном содержании влаги выравнивается. После этого, даже если прибор будет показывать содержание на уровне от 2% до 3%, скорее всего, ламинат уже настолько сухой, насколько он может быть в данных условиях.

Более простой метод – наклеить 15x15 см плёнку на несколько участков корпуса, выше и ниже ватерлинии (*Рисунок 3-2*). Края должны быть плотно герметизированы с помощью электроизоляционной ленты. При высыхании корпуса, влага будет конденсироваться на поверхности плёнки. Каждые 3-4 дня снимайте плёнку, протирайте её и корпус насухо, и наклеивайте её снова на то же место. Когда корпус будет в состоянии наименьшего содержания влаги, на плёнке будет появляться очень малое количество конденсата. Существуют внешние переменные, о которых стоит помнить, такие как перемены относительной влажности. Поэтому, прежде чем считать корпус достаточно сухим, выждите несколько дней, пока такие «заплатки» не стабилизируются. Помните, как и в случае с измерительными приборами, этот метод является лишь индикатором относительного содержания влаги.

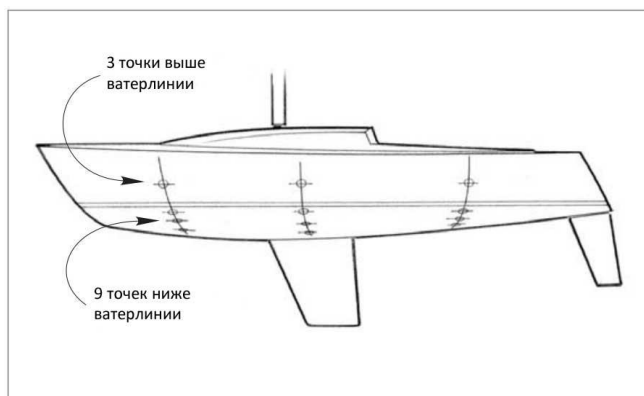


Рисунок 3-1 Данные о содержании влаги следует брать в нескольких точках, выше и ниже ватерлинии, в течение процесса сушки



Рисунок 3-2 Кусок плёнки, прикрепленный к корпусу покажет конденсацию влаги на внутренней стороне плёнки

3.1.2. Мойка корпуса

По мере высыхания корпуса, загрязнения, такие как соли, гликоли и кислоты, будут выходить на поверхность и могут замедлить процесс сушки. Рекомендуем производить очистку паром, мойку под высоким давлением, или скребление жёсткой щёткой с тёплой водой, чтобы периодически удалять эти загрязнения во время сушки и ускорять её. Чем быстрее будет сохнуть корпус, тем быстрее будут появляться загрязнения, соответственно частота мойки будет зависеть от скорости высыхания. Если используется активный или ускоренный метод сушки, желательно мыть корпус каждые 48 часов. Если же применяется пассивный метод в прохладном или влажном климате, лучше мыть раз в неделю. В тёплом, сухом климате мойте чаще.

Прибор для измерения влажности даст точную информацию о том, когда мыть корпус. Если после первоначального перепада влажность остаётся постоянной, помойте корпус. После мойки уровень влажности должен снизиться, после чего снова станет стабильным, так как сформируется слой загрязнений. Продолжайте мыть и следить, пока корпус не будет сухим. Если после мойки влажность будет оставаться высокой, это может быть признаком повреждения гидролизом. В этом случае рекомендуем провести анализ в лаборатории, специализирующейся на композитных материалах.

3.2. Пассивная сушка

Пассивная сушка заключается в простом хранении яхты в максимально сухой среде так долго, как это будет необходимо для достижения оптимального уровня влажности. Время высыхания зависит от температуры и влажности окружающего воздуха. Пассивная сушка является очень практичным методом в умеренном климате, для тех кто, как правило, в течение всей зимы хранит яхты на берегу. Несмотря на то, что холодной зимой высыхание сильно замедляется, нескольких месяцев зимы, как правило, достаточно для того, чтобы хорошо просушить ламинат. Яхту следует защитить от погодных факторов и обеспечить вентиляцию, чтобы высушить не только наружные, но и внутренние пространства. Проверьте содержание влаги с помощью влагомера, чтобы убедиться, что корпус сухой.

В тропическом климате пассивная сушка не всегда является практичным методом. Несмотря на высокую температуру, высокая влажность замедляет высыхание. В регионах, где стоимость продолжительного хранения высока, активная сушка часто является более разумным решением. Какой бы метод не использовался, вскрывайте пузыри, тщательно зачищайте, или удаляйте гелькоут как можно быстрее после того, как лодка будет поднята из воды.

3.3. Активная сушка

Когда время, или стоимость аренды места для хранения являются существенным фактором, существует несколько альтернативных вариантов ускорения сушки.

3.3.1. Постройка тента

Одним из методов ускорения высыхания в тёплом, влажном климате, является закрытие днища яхты полиэтиленовым тентом и помещение осушителей внутри тента. Это можно сделать, просто приклеив «юбку» из полиэтилена вокруг корпуса выше ватерлинии, с помощью изоляционной ленты и поместив грузы на нижнюю её часть, чтобы герметизировать тент (Рисунок 3-3). Плёнка должна лежать на земле, чтобы тент был максимально герметичным. Лучше использовать небольшие вентиляторы для циркуляции воздуха. Если Вам по душе промышленный подход, или если одновременно сушится несколько лодок, можно построить полноразмерный тент с рамой. (Рисунок 3-4). В более прохладном климате, в дополнение к осушителям воздуха, внутри тента можно установить электрические обогреватели.

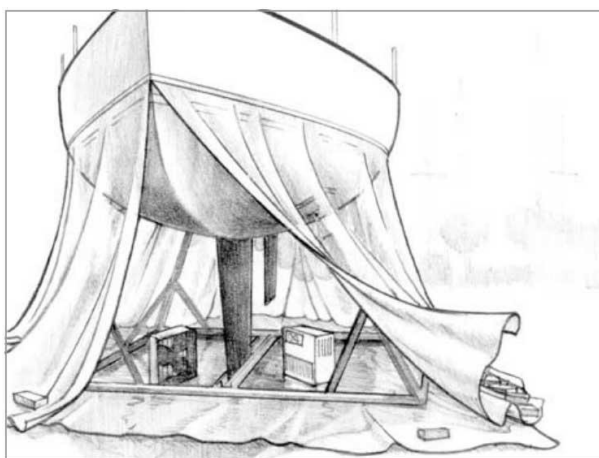


Рисунок 3-3 Высыхание можно ускорить, соорудив для лодки «юбку» из плёнки, прикрепив её немного выше ватерлинии

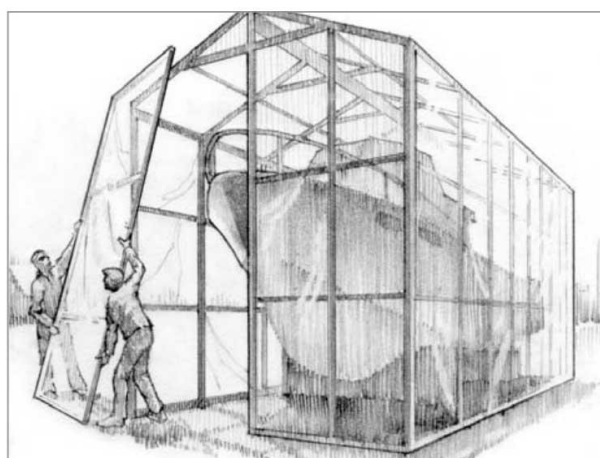


Рисунок 3-4 Для верфей, занимающихся ремонтом нескольких яхт, целесообразно построить из плёнки и пиломатериалов укрытие (наподобие теплицы), чтобы освободить драгоценное пространство в цехах.

3.3.2. Нагреватели

Тепло – важный фактор для ускорения высыхания. Чем выше температура, тем больше молекул воды движутся и проникают через ламинат. Для ускорения сушки можно использовать множество разновидностей портативных нагревателей. Электрические и каталитические грелки, излучающие длинноволновую инфракрасную радиацию, хорошо работают и относительно безопасны, но будьте осторожны, не допуская перегрева ламината. Помните об опасности использования нагревателей в закрытом пространстве и следуйте рекомендациям производителя по безопасному использованию нагревателей. Не используйте внутри тентов неветилируемые топливные нагреватели (работающие на дизельном топливе или керосине). Кроме опасности удушья, такие нагреватели могут загрязнить поверхность корпуса. При температуре 35°C с использованием осушителей воздуха, корпус может просохнуть всего за 2 недели.

3.3.3. Сушка внутренних помещений

Влага может проникать в ламинат с внутренней стороны так же легко, как и с наружной, и, при сушке корпуса, трюмы часто упускают из вида. С помощью губки соберите всю воду в трюме и обеспечьте достаточную вентиляцию внутри яхты. Откройте люки, двери кают, подпайольные пространства, обеспечивая свободный доступ воздуха. Для ускорения высыхания можно установить внутри яхты вентиляторы, нагреватели, или осушители воздуха.

Когда ламинат в достаточной степени высох, чтобы не допустить дальнейшего гидролиза и обеспечить хорошую адгезию, можно переходить к работам по выравниванию и заполнению, нанесению барьерного покрытия, как описано в параграфе 4.

4. Ремонт повреждений осмосом

Данный раздел описывает процедуру заполнения и выравнивания небольших изолированных полостей, после их соответствующей подготовки, описанной в разделе 2.2, а также ремонт серьёзных повреждений, вызванных образованием пузырей, описанных в разделе 2.3. и случаев расслоения, описанных в разделе 2.4, после сушки ламината.

4.1. Незначительные изолированные повреждения осмосом

Нижеописанный метод хорошо подходит для ремонта небольших, изолированных пузырей, перед нанесением необрастающей краски. Преимущество данного метода в том, что ремонт можно осуществить в считанные часы и не требуется нанесение барьерного покрытия перед покраской. Метод можно использовать в случаях, когда корпус только поднят из воды, или на корпусах, находившихся вне воды в течение некоторого времени. Продолжайте производить ремонт после вскрытия пузырей, как описано в разделе 2.2

1. Протрите полость начисто, с помощью ветоши, пропитанной спиртовым раствором, или бумажными салфетками, пропитанными протирочным (изопропиловым) спиртом (*Рисунок 4.1*). Не экономьте спирт и часто меняйте салфетки, чтобы удалять загрязнения, а не размазывать их по поверхности. Повторите процедуру протирки спиртом/сушки, пока ламинат не будет сухим на ощупь. Особенно важно повторно протереть спиртом пузыри, которые были заполнены жидкостью на момент зачистки.

2. Смочите недавно отшлифованную и очищенную полость пузыря незагущенной эпоксидной смолой WEST SYSTEM (*Рисунок 4.2*). Выждите, пока этот первый слой смолы не превратится в гель, чтобы избежать сползания загущённой смолы с места ремонта. Если спешите, вытрите большую часть первоначального слоя смолы чистой бумажной салфеткой, или немного нагрейте поверхность, чтобы ускорить гелеобразование.



Рисунок 4-1 Начисто протрите кратеры с помощью раствора спирта, повторите процесс, пока ламинат не будет сухим на ощупь.

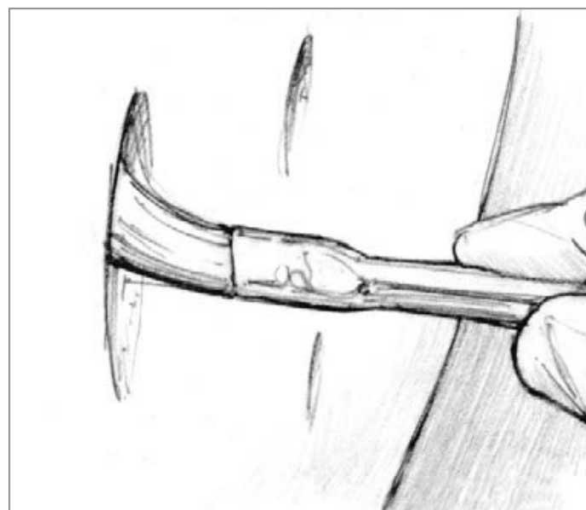


Рисунок 4-2 Смочите очищенные кратеры пузырей незагущенной эпоксидной смолой.

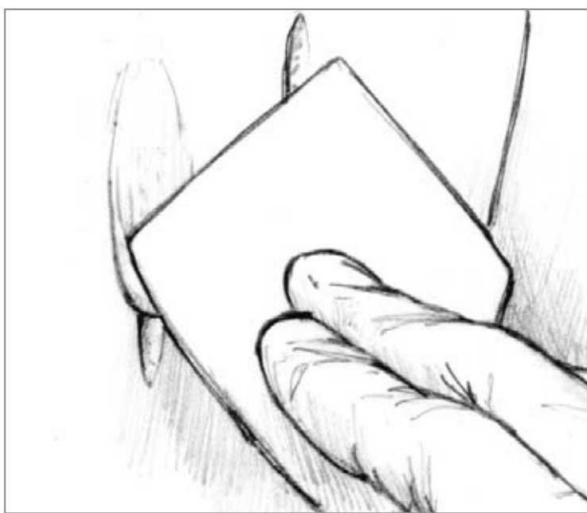


Рисунок 4-3 Заполните кратеры загущенной эпоксидной смолой с наполнителем 406 Коллоидный кремнезём

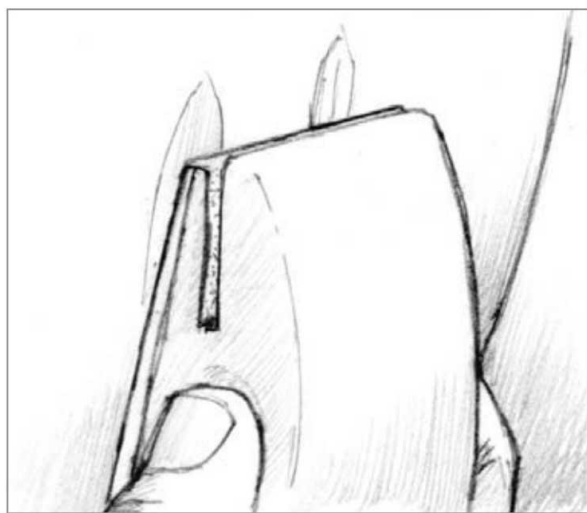


Рисунок 4-4 Промойте кратеры водой и отшлифуйте сухой абразивной бумагой P100, или влажной P80-P120

3. Заполните кратеры эпоксидной смолой с наполнителем 406 Коллоидный кремнезём в густой, консистенции, чтобы смесь не вытекала из них (Рисунок 4-3). Не допускайте переполнения кратеров, так как наполнитель 406 трудно шлифуется. В случае с большими кратерами, когда большое количество смолы может вызвать экзотермическую реакцию и перегрев смолы, добавляйте больше наполнителя, чтобы увеличить вязкость. Дополнительный наполнитель поможет не допустить стекания смеси при повышении температуры. Выждите, пока смола застынет.

Примечание: в целом, для заполнения полостей, рекомендуется использовать наполнители низкой плотности, так как смесь эпоксидной смолы с таким наполнителем легче шлифуется, но требует нанесения эпоксидного барьерного покрытия. Эпоксидная смола с наполнителем 406 обладает лучшей влажостойкостью, чем с наполнителем низкой плотности, но труднее шлифуется. Использование смеси смолы с наполнителем 406 только для ремонта отдельных, изолированных пузырей, практичнее, чем использовать её для больших объёмов работ, которые потребуют значительных усилий по выравниванию поверхностей. Используйте наполнитель 406, если последующий барьерный слой наноситься не будет.

Отшлифуйте поверхность влажной абразивной бумагой P80-P120, или промойте водой (без мыла и без нашатырного спирта), после чего отшлифуйте абразивной бумагой P100 (Рисунок 4-4). Если смесь 105/205 используется в условиях жары, шлифовка и покраска днища могут производиться в один день. При использовании медленного отвердителя, или в условиях низких температур, дайте смоле застыть в течение суток. Нанесите необрастающую краску. Улучшите вентиляцию яхты! Смотрите раздел 5.4.

4.2. Серьёзные повреждения осмосом

Когда полости пузырей будут вскрыты, как описано в разделе 2.3, а корпус высохнет, и будет очищен, кратеры должны быть заполнены, а поверхность – выровнена. Время высыхания составит от одной недели, до нескольких месяцев, в зависимости от используемого метода сушки и того, насколько влажным был корпус. Во время процесса сушки на поверхности могут выделяться незначительные частицы раствора, и оставаться на ней. Их следует удалять, так как они, вероятно, приведут к проблемам с адгезией. Начинайте процесс заполнения следующим образом:

1. Промойте под давлением, или зачистите поверхность абразивной губкой, или жёсткой щёткой, промывая пресной водой, чтобы убрать загрязнения (Рисунок 4-5). Кратковременный контакт с пресной водой не повлияет на влажность ламината. Насухо протрите поверхность чистыми бумажными полотенцами. Если загрязнения не растворяются водой и всё же приходится

использовать растворитель, нанесите его, и протрите насухо бумажным полотенцем до того, как растворитель испарится. Не используйте для нанесения или вытирания растворителя ветошь.

2. Выждите сутки, чтобы поверхность корпуса полностью просохла. Убедитесь, что роса и другой конденсат высох, прежде чем продолжать работу. Использование вентиляторов или нагревателей позволит начать ремонтные работы раньше.

3. Нанесите на место ремонта незагущенную эпоксидную смолу, пропитывая вскрытые армирующие волокна, что обеспечит хорошую вторичную склейку с застывшей полиэфирной смолой. Каждый кратер пузыря должен быть пропитан смесью эпоксидной смолы с отвердителем. Особенно тщательно следует обрабатывать трещины и щели, нанося смолу кисточкой. Или нанесите смолу на всю площадь с помощью поролонового валика. Удалите пузырьки воздуха с помощью кисти, сделанной из поролонового валика WEST SYSTEM (Рисунок 4-6). Пропитайте отдельные кратеры с помощью кисти, убедившись, что все кратеры хорошо покрыты. Подождите 30-60 минут, прежде чем переходить к следующему этапу. Пропиточный слой немного застынет, предотвращая стекание густого выравнивающего состава. Информация о времени застывания содержится в разделе 6.3.

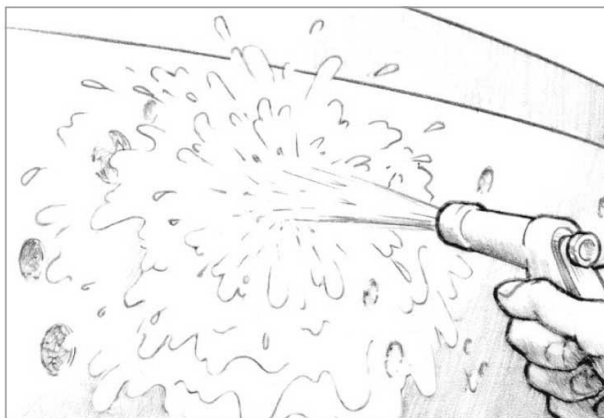


Рисунок 4-5 Очистите поверхность жёсткой щёткой, с чистой пресной водой. Подождите, пока поверхность полностью высохнет.

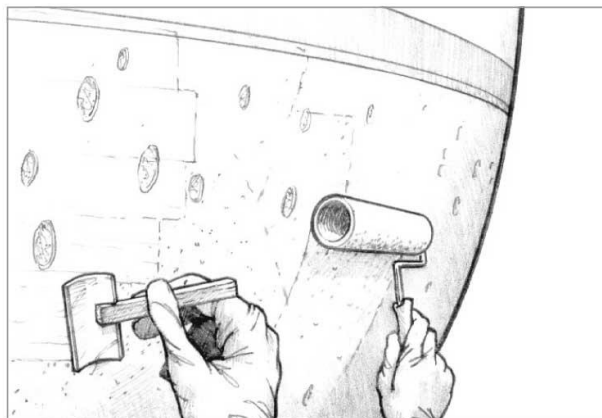


Рисунок 4-6 Весь корпус, или большие его участки можно пропитать смолой с помощью поролонового валика. Кисть, сделанная из поролонового валика WEST SYSTEM, поможет удалить пузырьки воздуха и следы от валика.

4. Подготовьте выравнивающую смесь, смешивая смолу с отвердителем и наполнителем 407 или 410 в консистенции «ореховое масло», которая не будет стекать с вертикальной поверхности.

5. Нанесите шпаклёвку в кратеры с помощью пластикового шпателя до того, как ранее нанесённый пропиточный слой достигнет фазы полного застывания. Если смола всё же застынет, перед тем как наносить шпаклёвку, промойте поверхность водой и отшлифуйте её. Держите шпатель под острым углом, нанося смесь равномерно и гладко, немного выше, чем основная поверхность корпуса (Рисунок 4-7). Удалите лишнюю смолу до того, как она застынет.

6. Подождите, пока выравнивающая шпаклёвка застынет. Информация о времени застывания содержится в разделе 6.3.

7. Отшлифуйте поверхность «вровень», следуя рекомендациям, описанным в разделе 6.4.2 (Рисунок 4-8). Проверьте ровность поверхности. Если есть необходимость, нанесите шпаклёвку повторно, повторяя процедуру, пока поверхность не будет ровной и гладкой.

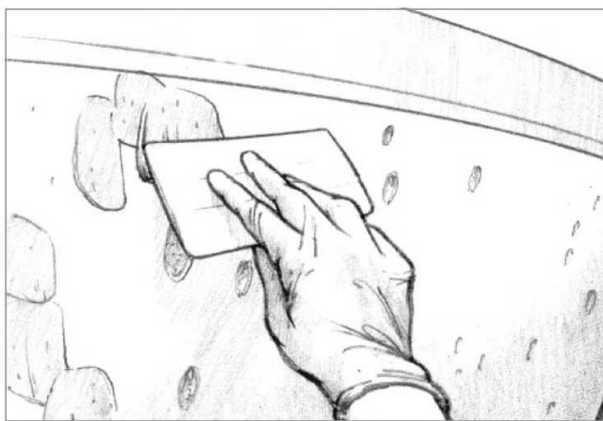


Рисунок 4-7 Выравнивайте кратеры пузырей эпоксидной шпаклёвкой с помощью пластикового шпателя

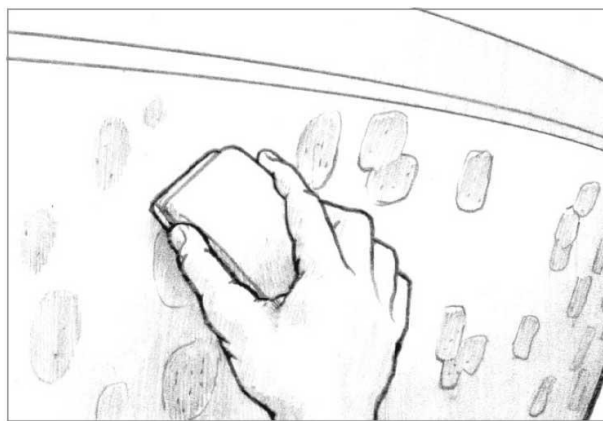


Рисунок 4-8 После высыхания шпаклёвки, шлифуйте поверхность, пока она не станет ровной.

4.3. Межламинатные повреждения

Прослушивание, или визуальный осмотр могут выявить поры, или следы гидролиза под наружным слоем ламината. После завершения подготовки, описанной в разделе 2.4 – *вскрытие и удаление межламинатных повреждений*, переходите к ремонту.

4.3.1 Небольшие поры

Для ремонта небольших отверстий, которые были просверлены для осмотра корпуса в оставшейся наружной обшивке, как описано в Разделе 2.4.1, сначала, хорошо просушите ламинат. Проклейте отслоившийся ламинат, впрыскивая смолу в поры следующим образом:

1. Подготовьте шприц 807 для введения смолы в поры. Обрежьте носик шприца на 2,5 см, таким образом, диаметр носика составит около 5 мм, позволяя ему плотно входить в просверленное отверстие. Отрегулируйте длину и диаметр носика, чтобы он подходил существующим отверстиям.
2. Подготовьте смесь смолы с наполнителем 406 Коллоидный кремнезём в консистенции «кетчуп». Заполните шприц этой смесью.
3. Впрысните смесь в поры через просверленные отверстия. Введите шприц в самое нижнее отверстие и впрыскивайте смолу до тех пор, пока она не начнёт выливаться из окружающих отверстий (Рисунок 4-9).

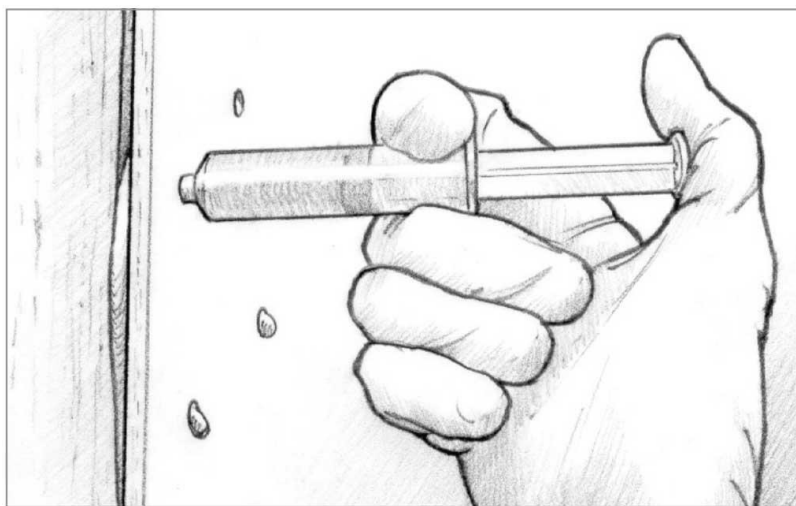


Рисунок 4-9 Введите смесь эпоксидной смолы с наполнителем, пока она не будет выливаться из окружающих пор

4. Перемещайтесь к следующему открытому отверстию, повторяя процедуру. Продолжайте вводить смолу, заполняя поры снизу вверх, пока все полости не будут заполнены эпоксидной смолой.

5. Выждите, пока смола полностью застынет. Если останутся небольшие воздушные карманы, просверлите два отверстия через полость с обратной стороны. Впрысните дополнительное количество эпоксидной смеси в одно из отверстий. Второе отверстие нужно для выхода воздуха.

4.3.2 Большие полости

При значительных проблемах с пузырями, скорее всего, Вам придётся вычистить значительное количество ламината. В таких случаях, лучшим решением будет восстановить целостность корпуса, заменив удалённый ламинат новой стеклотканью, приклеенной с помощью эпоксидной смолы. Новая обшивка должна быть примерно такой же толщины и прочности, как оригинальная. Несколько слоёв лёгкой ткани дадут такую же, или даже большую прочность, чем один слой тяжёлой ткани. Используйте стеклоткань WEST SYSTEM 740, 742 или 745.

Вычистите весь повреждённый участок, вскрывая чистый, твёрдый ламинат. Делайте скос кромок на месте ремонта под углом 12 к 1, как описано в разделе 2.4.2, выждите, пока ламинат полностью высохнет, и восстановите удалённый ламинат следующим образом:

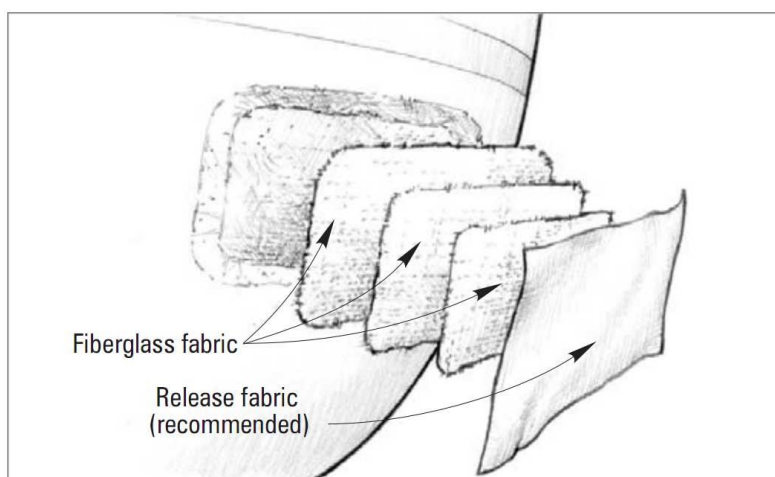


Рисунок 4-10 Восстановите первоначальную толщину ламината, используя несколько слоёв стеклоткани, склеенной эпоксидной смолой

1. Вырежьте необходимое количество кусков стеклоткани такой же формы, как и место ремонта. Первый кусок должен быть немного меньше, чем внешний край фаски, а каждый последующий – меньше предыдущего. Последний слой должен быть того же размера и формы, как внутренние кромки фаски, а общая толщина слоёв должна быть несколько меньше, чем оригинальная панель. Это позволит произвести последующую шпаклёвку. Вырежьте один кусок жертвенной ткани WEST SYSTEM 879 Peel Ply, на несколько сантиметров больше, чем место ремонта. Он поможет сделать заплатку более гладкой (Рисунок 4-10).

2. Пропитайте место ремонта эпоксидной смолой (Рисунок 4-11).

3. После того, как пропиточный слой смолы достигнет фазы первичного застывания, нанесите слой сгущённой эпоксидной смолы на всю площадь ремонта (включая фаску) с помощью пластикового шпателя (Рисунок 4-12). Смешайте эпоксидную смолу с наполнителем 406 в консистенции «майонез». Нанесите достаточно толстый слой, чтобы заполнить все поры и неровности на поверхности, и обеспечить хороший контакт со слоями стеклоткани.

4. Накладывайте пропитанные смолой слои стеклоткани.

a. Поместите наибольший кусок ткани на плоскую поверхность, покрытую плёнкой (Рисунок 4-13). Налейте небольшое количество смешанной смолы в центр и распределите её по поверхности ткани с помощью шпателя. Когда ткань пропитается, она станет прозрачной.

b. Надев одноразовые печатки, перенесите ткань на место ремонта, разровняйте, убирая пузырьки воздуха и лишнюю смолу с помощью шпателя.

с. Повторяйте процесс для каждого слоя ткани, пока не вклеите наименьший из них. Помещайте каждый из кусков ткани в центре предыдущего. Не ждите, пока каждый из слоёв ткани застынет; клеить можно по влажному слою.

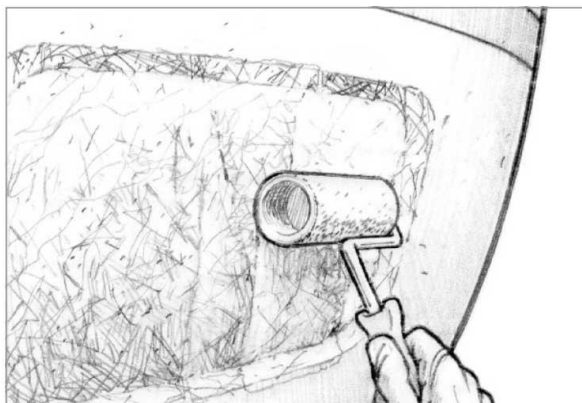


Рисунок 4-11 нанесите на место ремонта незагущённую эпоксидную смолу



Рисунок 4-12 Нанесите слой смолы с наполнителем 406 в консистенции «майонез»



Рисунок 4-13 Пропитайте каждый из слоёв ткани незагущённой эпоксидной смолой с помощью шпателя

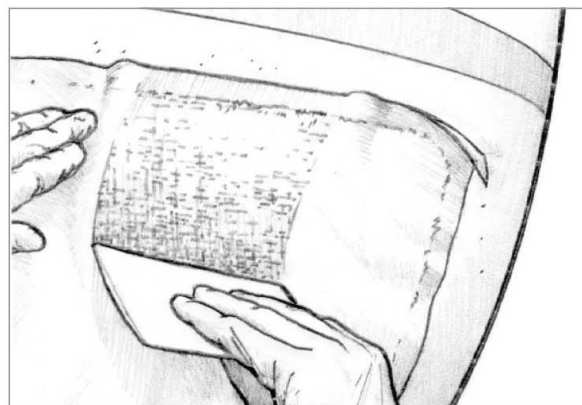


Рисунок 4-14 Накройте заплатку куском жертвенной ткани WEST SYSTEM 879 Peel Ply и выдавите из-под неё воздух и лишнюю смолу.

5. Накройте место ремонта жертвенной тканью (peel ply) и выровняйте заплатку с помощью шпателя, выдавливая воздух и излишки смолы (Рисунок 4-14).
6. Соберите излишки смолы вокруг места ремонта с помощью заточенной палочки для смешивания, или чистых бумажных салфеток, пока смола не застыла.
7. Выждите, пока заплатка полностью застынет.
8. Оторвите жертвенную ткань от застывшей заплатки.
9. Шлифуйте и выравнивайте поверхность, следуя рекомендациям по выравниванию, описанным в разделе 6.4.2. Наносите барьерное покрытие в течение 24 часов после окончательной шлифовки.

4.3.3 Повреждения, вызванные гидролизом

Гидролиз, как правило, проникает на одинаковую глубину по всему корпусу яхты, распространяясь от наружного слоя внутрь. Это означает, что ламинат, как правило, снимается до определённого слоя стекломата или ровинга. Удаление ламината, повреждённого гидролизом, как правило, означает снятие, или зачистку наружного слоя стекломата, если повреждения незначительны, и одного или нескольких слоёв ровинга, если повреждения более серьёзные.

В целом, стекломат не является конструкционным материалом. Если снимается только этот слой, корпус можно подготовить (*Раздел 6.4.1*), выровнять, и нанести барьерный слой, не заменяя его. Ровинг – конструкционный материал, и должен быть заменён одним, или большим количеством плетёной ткани, равной по весу и толщине с оригинальным. Например, если снимается слой ткани 680 г, её можно заменить двумя слоями стеклоткани Esize 745 340 г, или одним слоем биаксиальной стеклоткани 738 (примерно 600 г).

Оклеивайте тканью, следуя рекомендациям раздела 6.4.3. Предпочтительно использовать метод влажной оклейки.

После завершения ремонта и выравнивания, переходите к разделу 5 – барьерное покрытие.

5. Барьерное покрытие

После завершения ремонтных работ, следующий шаг – нанесение защитного барьерного покрытия. Минимальная рекомендованная толщина барьерного покрытия эпоксидной смолой WEST SYSTEM с добавкой 422 Barrier Coating, составляет 500 микрон. Это 5 – 6 слоёв смолы, нанесённой в комнатной температуре. Обратите внимание, смола теряет вязкость при более высокой температуре, что приводит к меньшей толщине слоёв. При высокой температуре, для наращивания толщины 500 микрон, может потребоваться больше 6 слоёв смолы.

Дополнительные слои дадут дополнительную защиту. Тем не менее, эффективность защитного слоя может сильно разниться от восприимчивости корпуса к гидролизу и условий окружающей среды, в которых будет эксплуатироваться яхта. Яхтам, которые будут ходить в холодных морях с незначительными признаками гидролиза, дополнительный барьерный слой даст незначительное улучшение защиты. Яхты в тропических широтах, подверженные гидролизу, после нанесения барьерного слоя, получают значительную прибавку в защите. В некоторых ситуациях, оправдано нанести даже 10 слоёв эпоксидной смолы, чтобы обеспечить нужный уровень защиты.

Информацию о подготовке яхты к нанесению барьерного покрытия можно найти в разделе 2.5.

5.1. Подготовка

Не начинайте работу по нанесению эпоксидного барьерного покрытия рано утром. Если корпус существенно охладился за ночь, при нагревании воздуха быстрее, чем будет нагреваться корпус и киль, будет появляться конденсат. Киль из литого свинца нагревается дольше. Для ускорения нагревания корпуса можно использовать нагревательные лампы. Несмотря на то, что эпоксидная смола WEST SYSTEM застывает и при низких температурах, лучше наносить её при температуре от 16°C до 27°C. Так покрытие будет равномернее.

Важный нюанс при нанесении барьерного покрытия: старайтесь избегать шлифовки между слоями. Это возможно, если наносить 5-6 (или больше) слоёв в течение одного дня, или если каждый последующий слой наносится раньше, чем предыдущий слой достигнет фазы первоначального отверждения, достаточно отвердев, чтобы выдержать вес следующего слоя, не стекая. Интервал времени между первоначальным и конечным застыванием может варьироваться в зависимости от выбранного отвердителя и температуры окружающей среды. (см. раздел 6.3 – Работа с эпоксидной смолой). Если температурные условия не оставляют выбора, выберите отвердитель, который позволит работать в том темпе, который Вы сможете выдерживать.

Нанесение покрытия на большой корпус – серьёзная работа, в идеале должна производиться двумя или больше людьми. Прежде чем начинать, организуйте рабочую зону, материалы и инструмент. Распределите обязанности каждого человека в процессе и определите, какая часть корпуса может быть эффективно покрыта в течение одного дня. Когда процесс начнётся, лучше не останавливаться.

5.1.1. Планирование нанесения покрытия в один день

Нанесение 5-6 слоёв эпоксидной смолы на небольшой корпус (20'-30') – выполнимая задача для двух человек. Если корпус больше, или имеет место недостаток помощников, избежать шлифовки между слоями и быть вовлечённым в необоснованно длительный процесс нанесения покрытия всё же возможно. Вместо того, чтобы наносить несколько слоёв на весь корпус в первый день, а оставшиеся слои – во второй день, лучше нанести 5-6 слоёв на одну половину корпуса, и 5-6 слоёв на другую – во второй день. Работу по покрытию больших корпусов можно разделить на такое количество однодневных отрезков, которое Вам и Вашей команде удобно выполнять в данных

условиях. Вместо шлифовки всего корпуса, необходимо будет только промывать и шлифовать узкую полосу, где слои будут накладываться внахлест в разные дни.

5.2. Нанесение барьерного покрытия

Первый слой эпоксидной смолы всегда наносится без добавок, для максимального проникновения и зацепления с поверхностью. Добавки можно использовать, начиная со второго слоя. Нанесите первый слой эпоксидной смолы в течение 24 часов после окончательной шлифовки.

Первый слой. После завершения всей вышеописанной подготовки, нанесите слой эпоксидной смолы следующим образом:

1. Удалите всю пыль от шлифовки с помощью щётки или пылесоса. Заклейте ватерлинию малярной лентой (изоляционной лентой).
2. Подготовьте порцию смолы с отвердителем в количестве примерно 236 грамм – это 8-10 полных ходов мини насосов. Тщательно перемешайте смесь и сразу вылейте её в поддон для валика. Не используйте добавок для первого слоя смолы.
3. Нанесите эпоксидную смолу на корпус, следуя рекомендациям, описанным в разделе 6.4.4. Распределите смолу равномерным слоем с помощью поролонового валика WEST SYSTEM (*Рисунок 5-1*). Продолжайте наносить смолу немного внахлест, пока первая порция не будет выработана.

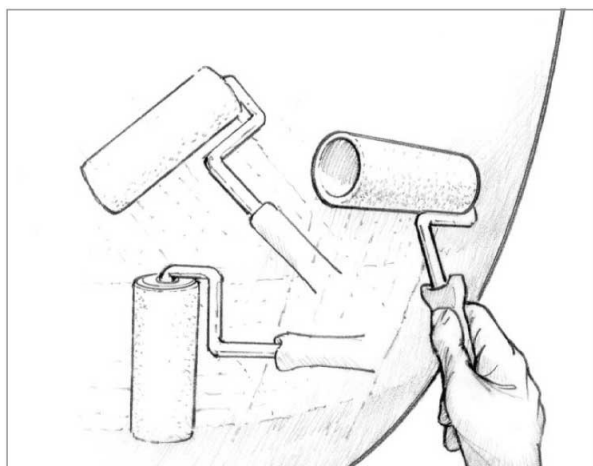


Рисунок 5-1 нанесите тонкий, равномерный слой эпоксидной смолы с помощью поролонового валика

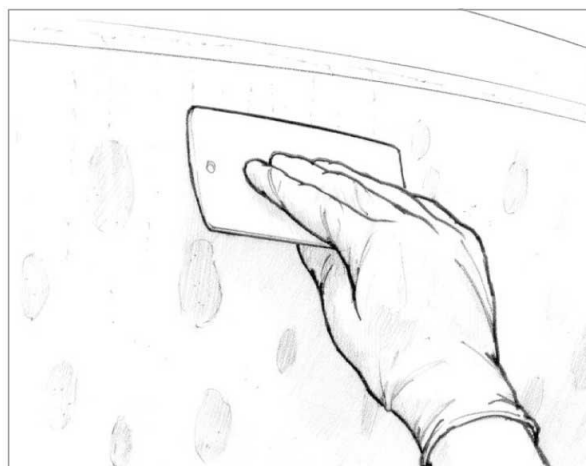


Рисунок 5-2 После окончания каждой порции смолы, заполните мелкие поры с помощью пластикового шпателя. Придавливайте шпатель, удерживая его под острым углом – почти плоско к поверхности.

4. Заполните мелкие поры на поверхности, протягивая пластиковым шпателем по только что нанесённой смоле. Важно заполнить эти поры в шлифованном ламинате и шпаклёвке на первом этапе нанесения барьерного покрытия. Держите шпатель под острым углом, чтобы не собрать с поверхности всю смолу. Прижимайте шпатель к поверхности и протягивайте длинными, перекрывающимися движениями, вдавливая смолу в поры (*Рисунок 5-2*). Заполните поры на каждом участке, покрытом данной порцией смолы, прежде чем замешивать следующую порцию.
5. Нанесите второй слой эпоксидной смолы, прежде чем первый высохнет на отлип. Равномерно распределите смолу тонкой плёнкой с помощью поролонового валика (*Рисунок 5-3*).
6. Разгладьте только что покрытый участок кистью, сделанной из поролонового валика, прежде чем приступите к нанесению следующей партии смолы. Протягивайте кисть длинными, перекрывающимися движениями в одном направлении, убирая следы от валика и пузырьки воздуха в покрытии. Вы заметите, что чем тоньше слой, тем более гладким получается покрытие после

разглаживания. Есть вариант попросить помощника, приготовившего следующую порцию смолы, разглаживать поверхность следом за Вами, пока Вы работаете валиком (*Рисунок 5-4*).

Важно удалить эти пузырьки воздуха до того, как смола начнёт застывать. Наши исследования показали, что смола с пузырьками воздуха демонстрирует значительно худшие защитные свойства.

7. Продолжайте наносить смолу и разглаживать поверхность, пока вся площадь, назначенная на данный день, не будет покрыта. Объём порции смолы может регулироваться в зависимости от количества времени, которое позволяет данный отвердитель при данной температуре воздуха. Замешивайте не больше, чем Вы сможете нанести и разгладить прежде, чем порция начнёт густеть. (Холодильный бокс для поддона для валика поможет продлить время работы с каждой порцией, или позволит Вам замешивать большие порции. Это особенно полезно в жарком климате. Смотрите приложение – Инструмент и Оборудование).

Поролоновое покрытие валика и кисти необходимо периодически менять. Смола из первых порций неизбежно будет оставаться на валике и застывать, заполняя его. Убедитесь, что у Вас имеется достаточное количество покрытий для валика для завершения дневной работы. Из опыта, лучше использовать 2 валика на слой для данной площади покрытия. По завершению работы, снимите покрытие с рукоятки, пока оно не приклеилось к ней.

Наращивание слоёв. Вы можете начинать наносить второй слой, как только первый достигнет фазы начального отверждения. Чтобы избежать шлифовки между слоями, следует завершить нанесение второго слоя до того, как первый полностью застынет. В большинстве случаев, к тому времени, как Вы покроете весь корпус, та его секция, с которой Вы начинали, уже готова к нанесению следующего слоя.

1. Подготовьте порцию эпоксидной смолы (236 мл – приблизительно 8-10 насосов WEST SYSTEM Mini Pump) и тщательно перемешайте. Добавьте приблизительно 3 столовые ложки (56 г) 422 Barrier Coat Additive в смесь смолы с отвердителем и тщательно перемешайте. Добавка для барьерного покрытия WEST SYSTEM 422 выполняет несколько важных функций. Это специальная смесь на основе алюминиевого порошка улучшает и без того хорошие характеристики влагостойкости эпоксидного барьерного покрытия и улучшает стойкость к истиранию. Эта добавка делает прозрачную эпоксидную смолу матовой, что сильно помогает при нанесении.

2. Нанесите смесь так же, как и первый слой, разглаживая каждую порцию смолы кистью, сделанной из поролонового валика по мере нанесения (*Рисунок 5-5*). Разглаживайте поверхность перпендикулярно направлению, в котором наносилась смола (т.е. 1-й – горизонтально. 2-й вертикально, 3-й – горизонтально, и т.д.)

3. Повторите процесс для оставшихся пяти слоёв эпоксидной смолы с добавкой для барьерного покрытия 422. Если не получается нанести все слои в один день, выждите, пока последний слой полностью высохнет. Подготовьте поверхность для склейки (*Раздел 6.4.1*) прежде чем наносить следующий слой.

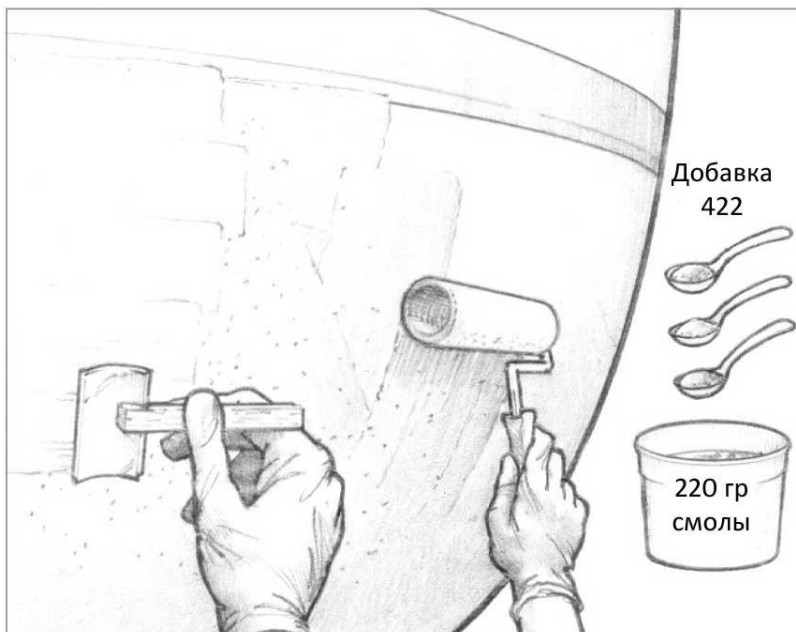


Рисунок 5-5 Добавьте 422 Barrier Coat во второй и последующие слои, чтобы улучшить влагостойкость и стойкость к истиранию. Разглаживая нанесённую смолу, меняйте направление с каждым слоем (например, 1-й – горизонтально, 2-й вертикально, 3-й горизонтально и т.д.)

5.3. Необрастающая краска

Выждите минимум 24 часа, пока последний слой эпоксидной смолы застынет. Промойте поверхность эпоксидной смолы чистой водой с губкой 3M Scotch Brite™, чтобы удалить аминную плёнку, после чего отшлифуйте (влажная или сухая шлифовка) до получения гладкой поверхности с помощью абразивной бумаги P80-120 (обратитесь к инструкциям производителя краски). Шлифуйте аккуратно, снимайте только неровности самого верхнего слоя эпоксидной смолы. **Не шлифуйте сквозь финишный барьерный слой.**

Уберите пыль от шлифовки и сразу же приступайте к нанесению качественной необрастающей краски. Следуйте инструкциям производителя Вашей краски.

Для получения гладкого финиша, после высыхания краски в течение 12 часов, уберите небольшие подтёки краски с помощью 3M Scotch Brite™, или мелкозернистой абразивной бумаги. Дополнительные слои необрастающей краски можно будет нанести непосредственно на эту поверхность, следуя рекомендациям производителя краски.

Примечание: Большинство необрастающих красок, испытанных компанией Gougeon Brothers, совместимы с застывшей эпоксидной смолой WEST SYSTEM, при нанесении их согласно рекомендаций, описанных выше. Тем не менее, изменение формулы множества необрастающих покрытий в угоду соответствия новым требованиям защиты окружающей среды, может повлиять на совместимость данной конкретной краски. Если есть сомнения в отношении совместимости необрастающей краски, мы рекомендуем сделать тестовую панель.

Не шлифующиеся грунтовки. Не шлифующиеся грунтовки созданы для того, чтобы подготовить поверхность так, чтобы исключить необходимость в шлифовке. Они хорошо работают на поверхности из полиэфирного гелькоута. Но мы обнаружили, что их действие не так надёжно при нанесении на эпоксидную основу. Таким образом, пока наши исследования не докажут обратное, **мы не рекомендуем использовать не шлифующиеся грунтовки после нанесения эпоксидного барьерного покрытия, перед нанесением необрастающей краски.**

5.4. Рекомендации по предотвращению появления пузырей

В разделе 1.4 приведены пять рекомендаций по предотвращению и ремонту пузырей на гелькоуте. Вы уже инвестировали значительное количество времени, усилий и денег для выполнения трёх из них. Тщательная сушка, ремонт и нанесение качественного эпоксидного барьерного покрытия в значительной степени снизят вероятность повторного появления пузырей. Для того, чтобы помочь защитить Ваши вложения и ещё больше снизить возможность появления пузырей, мы настоятельно рекомендуем следовать двум оставшимся рекомендациям:

1. СОДЕРЖИТЕ ВНУТРЕННИЕ ПРОСТРАНСТВА СУХИМИ

2. ПОДДЕРЖИВАЙТЕ СОСТОЯНИЕ БАРЬЕРНОГО СЛОЯ

Содержание интерьера сухим

1. Содержите трюм настолько сухим, насколько это возможно. Влага может проникнуть внутрь ламината с внутренней стороны так же легко, как и снаружи.
2. Проверьте баки с водой, топливом и сточными водами на предмет наличия утечек. Опустошайте водяные и сточные баки по окончании сезона, чтобы не допустить конденсацию на поверхности цистерн.
3. Содержите поддон картера двигателя свободным от масла, так как оно может закупорить влагу в ламинате. Используйте средство, наподобие глины, для впитывания масла, чтобы собрать большое количество масла, после чего очистите поверхность с помощью средства для обезжиривания или средства для мытья. Также, не допускайте попадание антифриза в картер, он может притягивать влагу к поверхности и проникать в ламинат.
4. Обеспечьте достаточную вентиляцию по всему корпусу. Обеспечьте движение воздуха через рундуки и машинное отделение, за облицовочными панелями и пайолами, цистернами и т.д. В яхтах, находящихся в зонах с большими колебаниями температуры и влажности, особенно в холодном корпусе ниже ватерлинии, будет формироваться конденсат. Установите достаточное количество вентиляторов/заслонок подходящего размера в панелях, которые задерживают воздух и влагу в корпусе. Используйте пассивную, электрическую, или питающуюся от солнечной энергии вентиляцию с эластичным каналом, чтобы собирать влагу из замкнутых пространств (Рисунок 5-6).

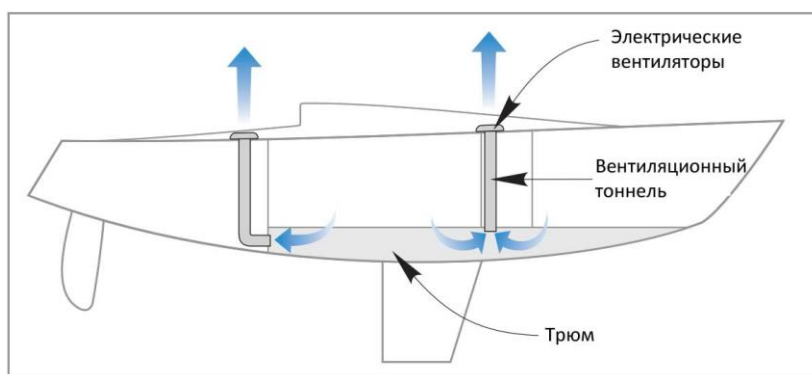


Рисунок 5-6 Для содержания трюма сухим могут быть использованы электрические вытяжные вентиляторы. Направьте вентиляционный канал из трюма к вентилятору, смонтированному на палубе. Воздух будет забираться из кают, проходить через трюм и выводить влагу через вентиляторы.

Поддержание состояние барьерного покрытия

1. Поднимайте корпус из воды и осматривайте его каждый год. Проверяйте, нет ли царапин и других повреждений эпоксидного покрытия. Если нужно, ремонтируйте и наносите покрытие повторно, чтобы поддерживать непрерывный равномерный слой в 500 микрон.
2. Если возможно, по окончании сезона, храните яхту на суше.

3. При шлифовке корпуса, или мойке под давлением, будьте осторожны, не допускайте снятия эпоксидного барьерного покрытия.

4. После нескольких лет использования, или если корпус Вашей гоночной яхты регулярно шлифуется, нанесите 1-2 свежих слоя эпоксидной смолы, чтобы восстановить необходимую толщину в 500 микрон. Тщательно шлифуйте днище, удаляя всю необрастающую краску, и нанесите дополнительные слои эпоксидного барьерного покрытия, как описано выше в этом разделе. Не рекомендуется использовать химические смывки для удаления необрастающей краски, нанесённой поверх эпоксидного барьерного покрытия. Смывки, содержащие метиленхлорид, находясь на поверхности долгое время, могут размягчить эпоксидное покрытие.

5. Не допускайте излишнего наращивания слоя необрастающего покрытия. Снимайте старую краску, прежде чем наносить новую.

6. Применение эпоксидной смолы WEST SYSTEM

Данный раздел предназначен для определения, понимания и безопасной работы с эпоксидной смолой и другими продуктами WEST SYSTEM. Он описывает базовые методы, применяемые в большинстве ремонтных и строительных операций. Пожалуйста, обратитесь к *РУКОВОДСТВУ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ WEST SYSTEM* для получения более полной информации о продукции.

6.1. Безопасность при работе со смолой

При соблюдении правил работы, эпоксидная смола не представляет опасности.

Опасность. Основная опасность при работе с эпоксидной смолой связана с контактом с кожей. Эпоксидная смола могут вызывать раздражение кожи средней тяжести; отвердители WEST SYSTEM могут вызывать более серьезные раздражения кожи. Кроме того, смолы и отвердители являются аллергенами и могут быть причиной аллергических реакций, но, как показывает наш опыт, большинство людей не чувствительны к смоле и отвердителям WEST SYSTEM. Риск снижается по мере застывания полимерных материалов/отвердителей, однако, пыль, образуемая в процессе шлифовки, также может стать причиной перечисленных выше реакций. Для получения более подробной информации о безопасности прочтите паспорт безопасности (MSDS) материала.

Меры предосторожности.

1. Избегайте контакта со смолой, отвердителями, смешанными материалами и пылью, образующейся в процессе шлифовки. Носите защитные перчатки и одежду при работе с материалами производства WEST SYSTEM. Защитный крем WEST SYSTEM 831 обеспечивает дополнительную защиту чувствительной кожи и кожи, подверженной аллергическим реакциям. Если смола, отвердитель. Или их смесь попали на кожу, немедленно удалите их. Эпоксидная смола не растворяется в воде – используйте чистящие средства для кожи, не содержащие воду. Отвердитель растворяется в воде – смойте его тёплой водой с мылом. После использования эпоксидной смолы всегда тщательно мойте руки и другие поверхности кожи. **НЕ** используйте растворители для удаления эпоксидной смолы с кожи.

В случае, если при работе симптомы усиливаются, приостановите работу со смолой. Продолжите работу, усилив меры предосторожности. Если при возобновлении работы с материалом проблема возникает вновь, прекратите использовать его и обратитесь к врачу.

2. Защищайте глаза от контакта со смолой, отвердителями, смешанными материалами и пылью от шлифовки, надевая защитные очки. В случае возникновения такого контакта, немедленно промойте глаза водой на протяжении 15 минут. Если дискомфорт не исчезнет, обратитесь за медицинской помощью.

3. Не вдыхайте концентрированные испарения и пыль от шлифовки. Испарения материалов WEST SYSTEM могут накапливаться в неветилируемых помещениях, поэтому в закрытом помещении, где проводится работа со смолой (например, внутренние помещения яхты), должна обеспечиваться хорошая вентиляция. Если невозможно обеспечить надлежащий уровень вентиляции, используйте респиратор с органическим картриджем для испарений. Шлифуя эпоксидную смолу, особенно не полностью застывшую, обеспечьте хорошую вентиляцию и надевайте маску для защиты от пыли. Вдыхание незастывшей эпоксидной смолы увеличивает риск аллергической реакции. Несмотря на то, что смола достаточно быстро застывает до твёрдого состояния, когда её можно шлифовать, на полное застывание может уйти до двух недель.

4. Избегайте проглатывания материалов. Тщательно мойте руки после работы, особенно перед едой. Если Вы проглотили эпоксидную смолу, пейте большое количество воды и **НЕ** вызывайте рвоту. Так как отвердитель является корродирующим веществом, он может нанести дополнительный вред, если его вырвать. Немедленно вызовите врача. См. Инструкции по оказанию первой помощи в паспорте безопасности материала.

5. Будьте осторожны с ёмкостями для смешивания. Смешанная эпоксидная смола выделяет тепло, особенно при смешивании больших количеств смолы в контейнере с малой площадью дна. Кладите поддоны и стаканчики для смешивания в безопасном хорошо проветриваемом месте, подальше от работников и возгораемых материалов. **НЕ ВЫБРАСЫВАЙТЕ** остатки смолы в общее мусорное ведро, пока они не застынут!

6. ХРАНИТЕ СМОЛУ, ОТВЕРДИТЕЛИ, НАПОЛНИТЕЛИ И РАСТВОРИТЕЛИ ВДАЛИ ОТ ДЕТЕЙ.

6.1.1. Очистка

Смешайте разлитую эпоксидную смолу с песком, глиной или другим инертным абсорбирующим материалом и, с помощью скребка, соберите как можно больше материала. После этого соберите остатки с помощью салфеток. Незагрязнённая эпоксидная смола и отвердитель по-прежнему могут быть использованы. **НЕ** используйте опилки или другие мелкие целлюлозные материалы для впитывания отвердителей и/или не утилизируйте отвердители в контейнеры, в которых находятся опилки или другие мелкие целлюлозные материалы, так как это может привести к внезапному возгоранию.

Удаляйте остатки смолы с помощью растворителя для лака, ацетона или спирта. Следуйте инструкциям по безопасности, написанным на упаковке растворителя. Удалите остатки отвердителя с помощью теплой мыльной воды.

Утилизируйте смолу, отвердители и пустые контейнеры в соответствии с местными положениями об утилизации. Проткните уголок банки и слейте остатки смолы, отвердителя, или смеси в соответствующий контейнер. **НЕ** утилизируйте смолу или отвердители в жидком состоянии. Остатки эпоксидной смолы должны смешиваться и застывать в небольших количествах до неактивного твердого состояния.

ВНИМАНИЕ! Ёмкости с застывающей смолой могут быть достаточно горячими, чтобы воспламенить окружающие легко воспламеняющиеся материалы и выделять опасные испарения. Поместите ёмкость со смешанной смолой в безопасное, проветриваемое место, вдали от работников и легко воспламеняющихся материалов. Утилизируйте твёрдое вещество только после того, как произошло полное застывание и масса остыла.

6.2. Эпоксидные продукты

В данном разделе кратко описана эпоксидная смола WEST SYSTEM, отвердители и наполнители. Для получения более развёрнутой информации обратитесь к *РУКОВОДСТВУ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ WEST SYSTEM*.

6.2.1. Смола и отвердители

Смола

Смола 105 – прозрачная, светло-янтарная, эпоксидная смола низкой вязкости, застывает в широком температурном диапазоне, формируя высокопрочный твёрдый материал с превосходными клеящими и барьерными характеристиками. Смола WEST SYSTEM 105 предназначенная для

применения с одним из четырёх отвердителей WEST SYSTEM. Таблица (Рисунок 6-1) описывает общее применение и скорость застывания четырёх отвердителей. Используйте таблицу, чтобы подобрать наиболее подходящий для Вас отвердитель.

Отвердители

Отвердитель 205 - используется для склейки, нанесения барьерного покрытия и оклейки стеклотканью. Формула данного отвердителя позволяет смеси застывать при низких температурах, а в нормальных условиях быстро достигать максимальных физических свойств. Пропорция смешивания – 5:1 по весу.

Медленный отвердитель 206 - используется для склейки, нанесения барьерного покрытия и оклейки стеклотканью. Создан для более длительного времени работы и застывания, или для обеспечения достаточного времени работы при высоких температурах. Пропорция смешивания – 5:1 по весу.

Примечание: отвердители 205 и 206 могут быть смешаны для получения промежуточных значений времени отверждения. Всегда соблюдайте пропорции смешивания 5:1 со смолой 105. Не смешивайте отвердители с пропорцией 5:1 (205 и 206) с отвердителями с пропорцией 3:1 (207 и 209)

Отвердитель для специальных покрытий 207 - разработан специально для нанесения барьерного покрытия и оклейки стеклотканью, там, где необходима максимальная прозрачность покрытия. Отвердитель 207 содержит ингибитор ультрафиолетового излучения для защиты от солнечного света. Тем не менее, поверхность эпоксидной смолы все равно нуждается в дополнительной, долговременной защите от ультрафиолетового излучения, с помощью качественной яхтенной краски или двухкомпонентного лака, с ультрафиолетовым фильтром. Отвердитель обеспечивает хорошие физические свойства и для склейки, но его тяжелее загустить и для данных задач отвердители 205 и 206 выглядят предпочтительнее с экономической точки зрения. Отвердитель 207 имеет светло-янтарный цвет, немного подцвечивает древесину, как лак. **Пропорция 3:1.**

Очень медленный отвердитель 209 разработан для склейки, нанесения барьерного покрытия и оклейки стеклотканью в очень жарком климате с высокой влажностью воздуха. Обеспечивает примерно в два раза больше жизнеспособность и время работы, чем отвердитель 206 и адекватное время работы при 43°C. Также может использоваться в случаях, когда необходимо продлить рабочее время при комнатной температуре. **Пропорция 3:1**

ОТВЕРДИТЕЛЬ	ПРИМЕНЕНИЕ	ТЕМПЕРАТУРНЫЙ ДИАПАЗОН ОТВЕРДИТЕЛЯ (°C)*							ВРЕМЯ ОТВЕРЖДЕНИЯ ПРИ 21°С *		
		ТЕМПЕРАТУРА В ПОМЕЩЕНИИ °С							ЖИЗНЕСПОСО БНОСТЬ (объём 100 г)	Время работы (Тонкая плёнка)	Твёрдое состояние (Тонкая плёнка)
		5	10	15	20	25	30	35			
205	Общая склейка и нанесение покрытия								9-12 минут	60 – 70 минут	6-8 часов
206	Общая склейка и нанесение покрытия								20-25 минут	90-110 мин	10-15 часов
207	Прозрачное покрытие								22-27 мин	110-130 мин	12-18 часов
209	Общая склейка и нанесение покрытия								40-50 мин	3-4 часа	20-24 часов

Рисунок 6-1 Выберите отвердитель для данной работы с удобной скоростью отверждения для данных условий окружающей среды.

* Эпоксидная смола застывает быстрее при более высокой температуре и большей толщине плёнки
Эпоксидная смола застывает медленнее при более низкой температуре и меньшей толщине плёнки

6.2.2. Наполнители

На страницах данного руководства мы часто упоминаем эпоксидную смолу, имея ввиду смесь смолы с отвердителем, без добавления наполнителей. Упоминание сгущённой смеси или сгущённой эпоксидной смолы, означают смесь смолы с отвердителем + с одним из шести наполнителей.

Наполнители используются для загущения смолы для определённых целей. Они разделены на категории: а) **адгезионные наполнители** – применяются для конструкционной склейки или заполнения трещин; или б) **выравнивающие наполнители** – применяются для косметического выравнивания поверхностей. Тем не менее, каждый из наполнителей обладает уникальными характеристиками, как рабочими, так и физическими, в застывшем состоянии, которые делают их более подходящими для определённых работ, чем другие (*Рисунок 6-2*). Для большинства работ связанных со склеиванием может применяться любой из адгезионных наполнителей. Для выравнивания поверхностей, лучше использовать выравнивающие наполнители. Наполнители могут смешиваться между, для получения промежуточных характеристик.

Адгезионные наполнители

403 Микрофибра – Применяется для общей склейки и заполнения щелей. Представляет собой смесь целлюлозных хлопковых волокон. Эпоксидная смола с наполнителем 403 обладает отличными заполняющими свойствами и достаточную прочность для большинства работ по склейке. Особенно хорошо работает с пористой древесиной. Добавляйте от 4 до 16 % по весу к смеси эпоксидной смолы с отвердителем WEST SYSTEM. Застывая, приобретает белёсый оттенок.

404 Наполнитель высокой плотности - Наполнитель разработан для максимизации прочности склейки при монтаже оборудования в условиях высокой цикличной нагрузки. Также может использоваться для создания скруглений и заполнения полостей, трещин, когда требуется максимальная прочность. Может добавляться к смеси смолы/отвердителя в количестве от 35% до 60% по весу. Застывая, приобретает белёсый оттенок.

405 Смесь для образования скруглений – Применяется для склейки и создания скруглений на натуральной древесине. Прочный наполнитель, имеет древесный оттенок, легко смешивается и наносится. Может использоваться для регулировки цвета других наполнителей. Добавьте от 15 до 25% по весу в эпоксидную смолу. Цвет: коричневый.

406 Коллоидный кремнезём - Универсальный наполнитель для склейки, заполнения пор и трещин, создания скруглений. Может использоваться самостоятельно, или в сочетании с другими наполнителями для улучшения их характеристик. Добавьте от 3 до 8% по весу в смесь смолы с отвердителем. Цвет: белёсый.

Выравнивающие наполнители

407 Наполнитель низкой плотности - Наполнитель на основе смеси микросфер, используется для создания выравнивающих мастик, после застывания легко шлифуется, но при этом имеет хорошее соотношение прочности к весу. Добавьте от 20 до 40% по весу в смесь смолы и отвердителя WEST SYSTEM. При отверждении приобретает тёмно-красно-коричневый цвет.

410 Microlight® - очень лёгкий наполнитель низкой плотности, предназначенный для создания легкой, простой в применении и обработке шпатлёвке, идеально подходящей для работы с большими площадями. Microlight легко смешивается с эпоксидной смолой в количестве от 7 до 16% по весу. Не рекомендуется использовать Microlight при высоких температурах и покрывать красками темных цветов. После отверждения приобретает желто-коричневый цвет.

Руководство по выбору наполнителя

ПРИМЕНЕНИЕ Применение – необходимые характеристики Густота смеси смола/отвердитель/наполнитель	АДГЕЗИОННЫЕ НАПОЛНИТЕЛИ				ВЫРАВНИВАЮЩИЕ НАПОЛНИТЕЛИ	
	Наибольшая плотность Максимальная прочность				Наименьшая плотность Легкая шлифовка	
	404	406	403	405	407	410
Приклейка оборудования – увеличенная поверхность крепежа и способность выдерживать нагрузку - максимальная прочность	4	3	3	2	X	X
Общая склейка – создание конструкционного шва с заполненными порами и щелями с помощью загущенной эпоксидной смолы – прочность, заполнение пор.	3	3	3	2	1	X
Склейка со скруглённым швом – Увеличение площади клеевого шва и конструкционного свода между деталями – гладкость/прочность	2	4	2	3	3	X
Ламинирование – склейка слоев деревянных планок, шпона, листов фанеры и материала сердцевины – заполнение пустот.	2	3	4	2	2	X
Выравнивание – заполнение полостей, и других неровностей, создание поверхности, которая может легко формироваться и шлифоваться с помощью выравнивающего состава – шлифуемость, заполнение пор.	X	X	X	X	3	4

Пригодность наполнителя для различных назначений: 4 - отлично; 3 - очень хорошо; 2 - хорошо; 1 – удовлетворительно; X - не рекомендовано.

Рисунок 6-2 Выбор наполнителя. Как правило, используйте наполнители более высокой плотности для склейки плотных материалов, такие как твёрдые породы древесины и металлы. Любой из адгезионных наполнителей подходит для большинства операций по склейке. Ваш выбор наполнителя для общего использования может основываться на его рабочих характеристиках. Наполнители могут смешиваться между собой для получения промежуточных характеристик.

6.3. Работа с эпоксидной смолой

Данный раздел описывает фундаментальные основы застывания смолы, описывает процесс правильной дозировки, добавление наполнителя, для того, что каждая порция смолы превращалась в полезный высокопрочный состав.

6.3.1. Понимание этапов отверждения эпоксидной смолы

Смешивание эпоксидной смолы и отвердителя вызывает химическую реакцию, которая превращает соединённые жидкие ингредиенты в твёрдое вещество. Время, необходимое для этого называется временем отверждения. По мере отверждения, эпоксидная смола переходит из жидкого состояния в гелеобразное, а после – в твёрдое состояние.



Рисунок 6-3. По мере отверждения, смешанная смола переходит из жидкого состояния, через состояние геля, в твёрдое.

1. Жидкое состояние – время схватывания плёнки по краям

Время схватывания плёнки по краям (или рабочее время) представляет собой период после смешивания, на протяжении которого смесь смолы с отвердителем остается в жидком состоянии и пригодна к работе. Все работы по сборке и фиксации должны быть выполнены в течение этого периода, для обеспечения надежного соединения.

2. Гель – начальная стадия отверждения

Смесь переходит в начальную стадию отверждения (иногда её называют Зелёная зона), когда она начинает превращаться в гель, или «схватываться». Эпоксидная смола уже не может обрабатываться и не липнет. На этом этапе смола переходит из состояния мягкого геля в состояние твердой резины. В этом состоянии Вы сможете оставить отпечаток ногтем большого пальца – это значит, что смесь еще слишком мягкая для шлифовки. Пока предыдущий слой эпоксидной смолы липкий, следующий вступит в химическое соединение с ним. Таким образом, новый слой может наноситься **без шлифовки**. Эта способность снижается по мере приближения к последнему этапу отверждения.

3. Твердое состояние – последний этап отверждения

Эпоксидная смесь застыла до твердого состояния и может быть применена сухая шлифовка и выравнивание. Оставить отпечаток ногтем большого пальца уже невозможно. На этой стадии эпоксидная смесь достигает 90% жёсткости, и зажимы могут быть удалены. Смесь продолжит застывать на протяжении нескольких следующих дней при комнатной температуре.

При нанесении следующего слоя материал уже не будет вступать в химическое соединение, поэтому, для достижения хороших механических свойств, перед нанесением следующего слоя, поверхность должна быть тщательно подготовлена и отшлифована. См. раздел 6.4.1 - «Подготовка поверхности».

6.3.2. Понимание и контроль времени отверждения,

Время формирования плёнки по краям и время отверждения во многом определяют порядок и скорость выполнения действий при ремонте и строительстве с использованием эпоксидной смолы. Время формирования плёнки по краям определяет количество времени, доступное для смешивания, нанесения, разглаживания, выравнивания, сборки и фиксации. Время отверждения определяет период времени до снятия зажимов, шлифовки, или следующего этапа проекта. Время жизнеспособности и общее время отверждения эпоксидной смолы определяют два фактора: скорость отвердителя и температура эпоксидной смолы.

Скорость отвердителя

Каждый из отвердителей имеют свой идеальный температурный диапазон отверждения (Рисунок 6-1). При каждой данной температуре, каждая комбинация смолы с отвердителем будет проходить одни и те же этапы, но с разной скоростью. Выберите отвердитель, обеспечивающий адекватное время работы для данной задачи в данных условиях. Путеводитель по продукции и маркировка каждой из банок описывают жизнеспособность и время отверждения.

Жизнеспособность. Этот термин применяется для сравнения скорости отверждения разных отвердителей. Это количество времени, на протяжении которого определённый объём смешанной смолы и отвердителя остаются в жидком состоянии при данной температуре. Например, объём эпоксидной смолы 100 г в стандартном контейнере при 21°C.

Так как жизнеспособность – это мера скорости отверждения определённого объёма эпоксидной смолы, а не тонкой плёнки, жизнеспособность всегда значительно короче времени формирования плёнки по краям (Рисунок 6-1).

Температура эпоксидной смолы

Чем выше температура смолы, тем быстрее она будет застывать (*Рисунок 6-3*). Температура, при которой застывает смола, определяется температурой окружающей среды и теплом, выделяемым при экзотермической реакции, происходящей при отверждении.

Температура окружающей среды – это температура воздуха и/или материала, контактирующего со смолой. Как правило, температурой окружающей среды является температура воздуха, только если смола не наносится на поверхность с другой температурой. В целом, эпоксидная смола застывает быстрее, когда температуре воздуха выше.

Экзотермическое тепло – выделяется при протекании химической реакции отверждения эпоксидной смолы. Количество выделяемого тепла зависит от толщины слоя смешанной смолы и площади поверхности. В большем объёме задерживается больше тепла, что приводит к более быстрому протеканию реакции и более сильному нагреванию. Форма ёмкости для смешивания и объём порции оказывают сильное влияние на протекание экзотермической реакции. Например, 200 г смеси в пластиковом стаканчике способны выделить достаточное количество тепла, чтобы расплавить стаканчик и обжечь руку. Но если это же количество смолы распределить по большей площади поверхности тонкой плёнкой, тепло рассеется, и время отверждения в большей степени будет определяться температурой окружающего воздуха. Чем тоньше слой застывающей смолы, тем меньшее влияние будет оказывать экзотермическое тепло, и тем медленнее она будет застывать.

Контроль времени отверждения

При высокой температуре, по возможности, используйте медленный отвердитель. Смешивайте небольшие порции смолы, которые могут быть быстро использованы, либо вылейте смесь в контейнер с большой площадью дна, например, в поддон для валика, в результате чего, тепло, выделяющееся при экзотермической реакции, рассеется, что увеличит время формирования плёнки по краям. Чем раньше смесь будет перелита или нанесена (после тщательного смешивания), тем больше времени будет на покрытие, сборку или склейку.

При низкой температуре используйте быстрый отвердитель, либо нагревайте смесь до температуры выше, чем минимально допустимая температура применения смолы. Используйте фен, нагревательную лампу или другой источник тепла для нагрева смолы и отвердителя перед смешиванием, или после того, как смола будет нанесена. В комнатной температуре дополнительный нагрев будет полезен, только если требуется скорейшее отверждение смолы.

ВНИМАНИЕ! Нагревание смеси смолы с отвердителем снизит её вязкость, что приведёт к лучшей текучести смолы, её стеканию и провисанию с вертикальных поверхностей. Нагревание смолы, нанесённой на пористую поверхность, такую как дерево или материал сердцевины низкой плотности (ПВХ пена), может привести к выходу воздуха и формированию пузырей на эпоксидном покрытии. Во избежание выделения воздуха подождите, пока смола не превратится в гель, прежде чем нагревать её. Никогда не нагревайте смолу в жидком состоянии до температуры выше 49°C.

Независимо от мер, принимаемых для контроля времени отверждения, тщательное планирование использования смолы и сборки позволит максимально использовать время формирования плёнки по краям и время отверждения эпоксидной смеси.

6.3.3. Дозировка и смешивание

Аккуратная дозировка смолы и отвердителя и тщательное перемешивание компонентов – необходимые условия нормального застывания. Независимо от того, наносится ли эпоксидное

покрытие, либо добавляются наполнители или добавки, соблюдение следующих инструкций обеспечит контролируемую и полноценную химическую реакцию превращения смолы в высокопрочный твёрдый материал.

Наливайте смолу и отвердитель в заданных пропорциях в чистый пластиковый, металлический, или бумажный контейнер без воска. Не используйте стеклянные, или пористые контейнеры, так как есть потенциальная опасность формирования большого количества тепла. НЕ ПЫТАЙТЕСЬ изменить скорость отверждения, меняя пропорцию. Правильное соотношение смолы с отвердителем является залогом качественного застывания и приобретения всех заданных физических характеристик.

Дозировка с помощью мини насосов-дозаторов

Большинство проблем, связанных с отверждением эпоксидной смолы возникают из-за неправильной пропорции смолы и отвердителя. Для упрощения дозировки, используйте мини-насосы WEST SYSTEM для смолы и отвердителя.

На один полный ход насоса смолы используйте один полный ход насоса отвердителя. Сделайте полное нажатие на головку насоса и дайте ему полностью вернуться в исходное положение перед тем, как выполнить следующий ход (Рисунок 6-4). Неполный ход насоса приведет к неправильной дозировке и неправильной пропорции. Прочтите инструкции по использованию насоса и проверьте правильность дозировки перед тем, как использовать насос. Проверьте пропорции повторно в случае, если в процессе отверждения возникают проблемы. Однократное нажатие каждого из насосов выдаёт примерно 30 г эпоксидной смеси.



Рисунок 6-4 Налейте смолу и отвердитель в правильных пропорциях

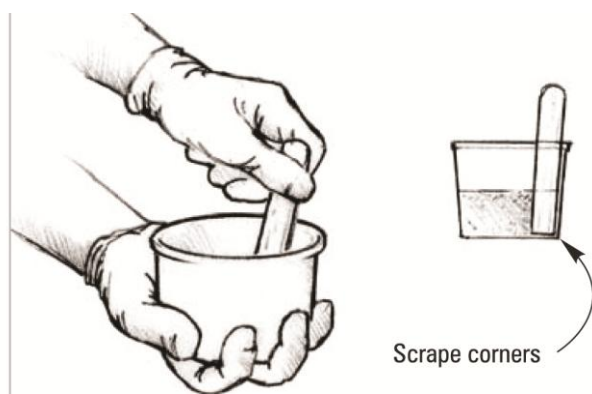


Рисунок 6-5 Тщательно перемешайте смолу с наполнителем, минимум в течение 1 минуты. При низкой температуре – дольше

Дозировка без мини-насосов — измерение веса/объема

Для соблюдения правильной пропорции смолы 105 и отвердителя 205 или 206 по весу, смешайте пять частей эпоксидной смолы с одной частью отвердителя. Для того, чтобы отмерить смолу 105 и отвердитель 207 или 209 по объему, смешайте три части смолы 105 с одной частью отвердителя (по весу - 3,5 части смолы 105 : 1 часть отвердителя).

Для тех, кто использует материалы впервые

Если Вы используете продукты WEST SYSTEM впервые, начните с небольших пробных партий, чтобы лучше прочувствовать процесс смешивания и отверждения. Это также покажет время формирования плёнки в данных условиях окружающей среды и даст уверенность в правильности

пропорции. Смешивайте небольшие объёмы смолы, пока Вы не будете уверенно обращаться с материалом.

Смешивание

Тщательно перемешивайте два компонента вместе на протяжении как минимум 1 минуты. При низкой температуре – дольше (*Рисунок 6-5*). Чтобы качественно перемешать компоненты, скребите по стенкам и дну палочкой для смешивания с плоским концом, дотягиваясь до внутренних углов ёмкости. Используя электрический миксер, время от времени проходите по стенкам и углам ёмкости. Готовая смесь для покрытия, после смешивания, как можно быстрее вылейте смолу в поддон для валика, для продления времени работы со смолой.

ВНИМАНИЕ! При отверждении эпоксидная смола выделяет тепло. Не заливайте или наносите смолу, толщиной слоя больше 10 мм – ещё тоньше, если смола контактирует с поролоном, пенопластом и другими плавкими изоляционными материалами. Большое количество эпоксидной смолы в пластиковом стаканчике выделяют достаточное количество тепла, чтобы расплавить его, если оставить смолу в нём на всё время отверждения. По этой причине не используйте пористые или стеклянные ёмкости для смешивания. Если ёмкость со смешанной эпоксидной смолой начнёт разогреваться, как можно быстрее вынесите её на улицу. Избегайте вдыхания паров. Не выбрасывайте смешанную смолу, пока реакция не завершится и смола остынет.

6.3.4. Добавление наполнителей и добавок

Наполнители

Выбрав подходящий наполнитель для данной работы (Раздел 6.2.2), используйте его для загущения эпоксидной смолы до необходимой консистенции. Вязкость, или густота, смеси зависит от количества добавленного наполнителя. Не существует каких-либо чётких пропорций или формул в дозировке наполнителя – наилучшим в данной ситуации является добавление на глаз. На *Рисунке 6-6* приводятся общие различия между незагущенной эпоксидной смолой и тремя консистенциями, которые упоминаются в данной инструкции.

КОНСИСТЕНЦИЯ	Незагущенный	Немного загущенный	Средне загущенный	Максимально загущенный
	“СИРОП”	“КЕТЧУП”	“МАЙОНЕЗ”	«ОРЕХОВОЕ МАСЛО»
ВНЕШНИЙ ВИД				
ХАРАКТЕРИСТИКИ	Капает с вертикальной поверхности.	Провисает с вертикальной поверхности.	Цепляется за вертикальную поверхность. Пики падают.	Цепляется за вертикальную поверхность. Пики остаются стоять.
ПРИМЕНЕНИЕ	Покрытие, пропитка перед склеиванием, оклейкой стеклотканью, и др. армирующими тканями.	Ламинирование /склеивание плоских панелей с большой площадью поверхности, введение шприцем.	Общая проклейка, скругление, вклеивание оборудования.	Заполнение щелей, скругление, выравнивание неровных поверхностей.

Рисунок 6-6. Эпоксидная смола может быть загущена до консистенции, которая наилучшим образом подходит для выполнения данных работ. Методики, описанные в данной инструкции, относятся к четырем основным видам консистенции: сироп, кетчуп, майонез и ореховое масло.

Всегда добавляйте наполнитель в два этапа:

1. Тщательно смешайте необходимое количество смолы и отвердителя до того, как добавлять наполнители. Начните с небольшого количества, оставив достаточно места для наполнителя.
2. Добавьте необходимый наполнитель горстями или лопаткой, чтобы достичь нужной консистенции (Рисунок 6-7). Перед тем, как начинать работать, убедитесь в том, что наполнитель тщательно размешан.



Рис. 6-7. Добавьте наполнитель в небольшом количестве так, чтобы достичь нужной консистенции.

Для достижения максимальной прочности добавьте количество наполнителя, достаточное для того, чтобы заполнить щели между поверхностями так, чтобы материал не провисал и не вытекал, когда объект будет зафиксирован. При фиксации деталей небольшое количество сгущённой смолы должно выдавливаться из щели. При приготовлении выравнивающей шпатлёвки, не замешивайте больше 1/3 стакана смолы с отвердителем, оставив достаточно места для наполнителя. Для простоты шлифовки добавьте максимальное количество наполнителя 407 или 410, которое возможно перемешать в однородный состав, чем выше вязкость – тем лучше). Убедитесь, что весь наполнитель перемешан, прежде чем начинать работу.

Добавки

Добавки предназначены для придания эпоксидной смоле каких-либо специальных свойств при использовании смолы в качестве покрытия. Несмотря на то, что добавки смешиваются с эпоксидной смолой аналогично, в два этапа, они не предназначены для загущения. Следуйте инструкциям по смешиванию каждой отдельно взятой добавки на упаковке.

6.3.5. Удаление эпоксидной смолы

Удаление незастывшей или незастывающей смолы. Если Вы пролили смолу, удалите её, пока она не застыла. Соскребите с поверхности как можно больше материала с помощью жёсткого металлического или пластикового скребка. Если нужно, нагрейте смолу для снижения её вязкости. Очистите остатки с помощью средства WEST SYSTEM 850, растворителя, ацетона или спирта. Следуйте мерам предосторожности при работе с растворителями, обеспечивая достаточный уровень вентиляции. Дайте растворителям испариться, прежде чем покрывать это место. После того, как деревянная поверхность будет покрыта смолой, хорошей рекомендацией зачистить влажную смолу жёсткой металлической щёткой (в направлении волокон древесины) для улучшения адгезии.

Удаление стеклоткани, наклеенной с помощью эпоксидной смолы. Нагрейте и размягчите смолу с помощью фена. Начинайте с небольшой площади в углу или на краю. Нагревайте поверхность до тех пор, пока не сможете продеть шпатель или стамеску под ткань (90-95°C). Потяните за край ткани плоскогубцами, продолжая нагревать участок перед линией разделения. На больших площадях разрежьте стеклопластик и снимайте его полосами. Получившаяся поверхность будет иметь текстуру стеклоткани с остатками смолы и может быть окрашена, либо можно удалить эти остатки смолы следующим образом.

Удаление застывшего эпоксидного покрытия. Размягчите смолу с помощью фена (90-95°C) на небольшой площади и с помощью скребка снимите слой покрытия. Отшлифуйте поверхность, чтобы удалить оставшийся материал. При нагревании смолы обеспечьте достаточный уровень вентиляции.

6.4. Базовые навыки

Описанные ниже процедуры являются общими для большинства ремонтных или строительных работ, как на яхте, так и в домашних условиях, независимо от конструкции или материала, с которым выполняются работы.

6.4.1. Подготовка поверхности

Независимо от того, выполняется ли склейка, выравнивание, оклейка тканью, успех применения зависит не только от прочности эпоксидной смолы, но и от того, насколько хорошая адгезия смолы с поверхностью, на которую она наносится. За исключением случаев приклейки к частично застывшей эпоксидной смоле, прочность соединения зависит от способности материала «цепляться» за поверхность. Следовательно, три описанных ниже этапа подготовки материала являются чрезвычайно важными для каждого последующего нанесения.

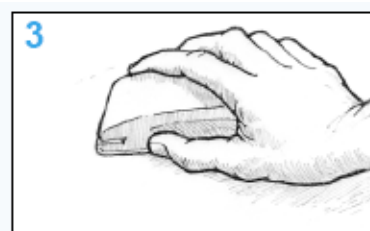
Для обеспечения хорошей адгезии, поверхность должна быть:



ЧИСТОЙ



СУХОЙ



ОТШЛИФОВАННОЙ

1. Чистой

Обрабатываемая поверхность должна быть очищена от всех загрязнений, таких как жир, масло, воск, или разделительный воск для матриц. Очистите загрязненные поверхности с помощью растворителя WEST SYSTEM 850, растворителя для лака, ацетона и др. Протрите поверхность чистыми бумажными полотенцами, до того, как растворитель испарится. Очищайте поверхность до шлифовки, чтобы не втереть загрязнения в поверхность. При работе с растворителями соблюдайте правила техники безопасности.

2. Сухой

Для хорошей адгезии все склеиваемые поверхности должны быть настолько сухими насколько возможно. При необходимости, вы можете ускорить сушку с помощью фена или инфракрасной лампы. С помощью вентиляторов подводите воздух в замкнутые помещения. Опасайтесь появления конденсата, работая на улице, или при изменении температуры рабочего места.

3. Отшлифованной

Для обеспечения хорошего сцепления с эпоксидной смолой тщательно обработайте поверхности из твердой древесины и непористые поверхности с помощью наждачной бумаги P80. Следите за тем, чтобы склеиваемые поверхности были твердыми. Удалите отслоения, опудривания, пузыри или старые покрытия. После шлифовки удалите пыль.

Важность описанных выше операций исключительна: для получения хорошей адгезии поверхности должны быть чистыми, сухими и тщательно отшлифованными, а остатки старого покрытия должны быть предварительно удалены.

Подготовка поверхности различных материалов

а) **Застывшая эпоксидная смола** – на поверхности застывшей эпоксидной смолы могут проявляться пятна, похожие на восковую плёнку – аминная плёнка. Это побочный продукт процесса застывания, который чаще встречается в прохладных, влажных условиях. Аминная плёнка может забивать бумагу при шлифовке и вызывать проблемы с адгезией, но, в то же время, они растворяются в воде и легко удаляются.

Для того, чтобы убрать такое пятно, тщательно промойте поверхность частой водой с жесткой губкой, например Scotch Brite™ 7447 General Purpose Hand Pads. Высушите поверхность с помощью чистых бумажных полотенец, чтобы убрать остатки растворившейся в воде аминной плёнки до того, как они засохнут на поверхности. Отшлифуйте все оставшиеся глянцевые участки абразивной бумагой P80 и очистите их.

Аминная плёнка может также удаляться путем влажной шлифовки. Если применялась жертвенная ткань (peel ply), при её снятии аминная плёнка будет удалена вместе с ней. В этом случае дополнительная шлифовка не требуется.

Если эпоксидная смола не полностью застыла, можно производить склейку или покрытие эпоксидной смолой без предварительной промывки или шлифовки. Перед нанесением покрытия не на эпоксидной основе (краска, краска для подводной части, лак, гелькоут и т.д.), дождитесь, пока эпоксидная смола полностью застынет, промойте, отшлифуйте, очистите и следуйте инструкциям, производителя покрытия.

б) **Твердая древесина** – тщательно отшлифуйте абразивной бумагой P80 и удалите пыль перед нанесением покрытия.

в) **Тик/маслянистые породы древесины** - протрите поверхность ацетоном за 15 минут до нанесения смолы. После того, как растворитель испарится, отшлифуйте абразивной бумагой № 80. Очистите поверхность от пыли и протрите ее растворителем – он высушит масло на поверхности древесины и позволит эпоксидной смоле проникнуть в поры древесины. Перед нанесением убедитесь в том, что растворитель испарился. Помните, эпоксидная смола должна быть нанесена в течение 15 минут после испарения растворителя.

г) **Пористая древесина** – специальная подготовка не требуется, тем не менее, рекомендуется обработать поверхность абразивной бумагой P80, чтобы открыть поры. Удалите пыль.

д) **Сталь, свинец** – Удалите загрязнения, зачистите до голого металла. Удалите пыль и обезжирьте. Нанесите эпоксидную смолу в течение 30 минут. Зачистите покрытую смолой поверхность жёсткой металлической щёткой для обеспечения контакта смолы с чистым металлом, исключая присутствие воздуха и, соответственно, окисление. Повторно покройте, или склеивайте после того, как первый слой превратится в гель.

е) **Алюминий** – Отшлифуйте и подготовьте поверхность с помощью 860 Etch Kit или другой вытравливающего средства.

ж) **Стеклопластик (полиэфирная смола)** – Очистите от загрязнений с помощью средства для удаления силикона или воска, например Epifanes Fiberglass Prep Cleaner. Тщательно зачистите абразивной бумагой P80 до получения матовой поверхности.

h) **Пластик** – адгезия может быть очень разной. Если пластик не восприимчив к растворителям, таким как ацетон, эпоксидная смола, как правило, не будет иметь адгезии с ним. Мягкий, эластичный пластик, такой как полиэтилен, полипропилен, нейлон, плексиглас и поликарбонат подпадают в эту категорию.

Твёрдые, жёсткие пластики, такие как ПВХ, ABS и стирол, при хорошей подготовке поверхности и адекватной площади склейки, имеют лучшую адгезию. После шлифовки рекомендуем произвести окисление пластика открытым пламенем (быстрыми движениями проводя газовой горелкой над поверхностью, не расплавляя пластик), это улучшит адгезию некоторых пластиков. Для пластиков, в которых Вы не уверены, лучше произвести испытания на адгезию.

6.4.2. Выравнивание

Выравнивание - заполнение и формовка низких или неровных участков таким образом, чтобы они сравнялись с основным уровнем поверхности и казались ровными, как с виду, так и на ощупь. После завершения основного этапа работы выравнивание может быть с легкостью выполнено с помощью эпоксидной смолы и наполнителей низкой плотности WEST SYSTEM.

1. Подготовьте поверхность так же, как и перед склейкой (Раздел 6.4.1). Отшлифуйте все неровности до гладкой поверхности и удалите пыль.
2. Пропитайте пористые поверхности смесью смолы/отвердителя (рисунки 6-8).
3. Смешайте смолу/отвердитель с наполнителем низкой плотности 407 или 410 Microlight™ в консистенции «ореховое масло».

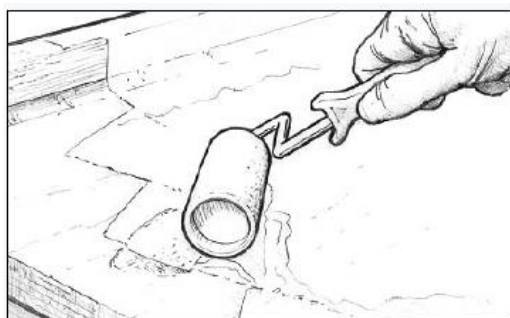


Рисунок 6-8 Пропитайте пористые поверхности перед нанесением состава для выравнивания.

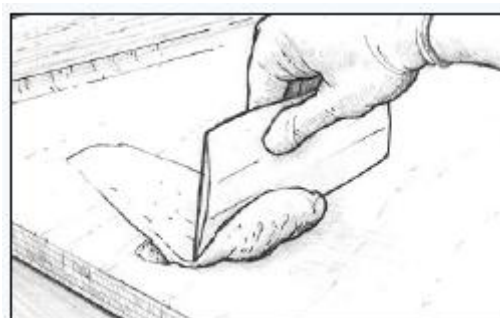


Рисунок 6-9. Нанесите выравнивающий состав, чтобы заполнить все выемки и разгладьте его.

4. Нанесите загущённую эпоксидную смолу на пропитанную поверхность с помощью пластикового шпателя, заполняя все выемки и неровности. Разровняйте материал так, как нужно, оставляя объём смеси немного выше уровня поверхности (Рисунок 6-9). Удалите излишки смолы до того, как она застынет. Если глубина неровностей более 12 мм, наносите смесь в несколько этапов, или используйте отвердитель 206 или 209, в зависимости от температуры окружающей среды.
5. Дайте последнему слою выравнивающего материала полностью застыть.
6. Отшлифуйте материал, сравнивая его уровень с уровнем окружающей поверхности (Рисунок 6-10). Если нужно удалить большое количество материала, начните работать абразивной бумагой P50. По мере приближения к желаемому результату используйте абразивную бумагу P80. ВНИМАНИЕ! Не забывайте использовать защитную маску. Убирайте пыль от шлифовки и заполните все оставшиеся поры, следуя такой же процедуре.
7. После того, как вы добьетесь необходимого результата, нанесите два-три слоя эпоксидной смолы с помощью кисти или валика. Дайте последнему слою застыть, прежде чем выполнять финишную шлифовку и отделочные работы.



Рисунок 6-10 Шлифуйте застывший материал, чтобы добиться необходимого результата

6.4.3. Оклейка стеклотканью и стеклолентой

Стеклоткань наносится на поверхность для усиления конструкции и увеличения стойкости к истиранию, или, как в случае с фанерой Bouglas Fir – для невозможности определения текстуры древесины. Как правило это делается после выравнивания и придания нужной формы, перед нанесением финишного покрытия. Также может наноситься в несколько слоёв – ламинат, и в комбинации с другими материалами для создания композитных деталей.

Существует два метода нанесения на поверхность стекловолоконного материала для армирования и абразивной защиты. Метод «сухого» нанесения предполагает нанесение стеклоткани на сухую поверхность. Метод «влажного» нанесения предполагает нанесение ткани на поверхность, покрытую эпоксидной смолой, пока она не липкая, что помогает крепить ткань к вертикальным поверхностям и над головой. Так как при данном методе размещать и поправлять ткань значительно сложнее, «сухой» метод предпочтительнее, особенно в отношении лёгких тканей.

Метод «сухого» нанесения

1. Подготовьте поверхность для склейки (*Раздел 6.4.1*).
2. Разверните ткань на поверхности и обрежьте её с запасом около 30 мм в каждую сторону. Если площадь поверхности больше, чем размер ткани, используйте несколько кусков внахлёт, приблизительно 50 мм. На наклонных или вертикальных поверхностях зафиксируйте ткань с помощью липкой ленты или скрепок.
3. Подготовьте небольшое количество эпоксидной смолы (три-четыре хода насоса для смолы и отвердителя).
4. Вылейте небольшое количество смолы в центр ткани.
5. Распределите эпоксидную смолу по всей поверхности ткани с помощью пластикового шпателя, осторожно перемещая ее на сухие участки (*Рисунок 6-11*). Для пропитки ткани на вертикальной поверхности используйте поролоновый валик или кисть. Хорошо пропитанная ткань станет прозрачной. При нанесении ткани на пористую поверхность, убедитесь в том, что количество эпоксидной смолы достаточно для того, чтобы пропитать как ткань, так и поверхность под ней. Постарайтесь свести к минимуму движения шпателем. Чем больше движений на влажной поверхности, тем больше пузырьков воздуха остаётся в эпоксидной смоле. Это особенно важно, если требуется прозрачное покрытие (смотрите примечание ниже). Для пропитки ткани на горизонтальной поверхности, можно, как и в случае с вертикальной, использовать поролоновый валик и кисть.

Выравнивайте морщины и поправляйте ткань по мере продвижения к краям. Проверьте ткань на наличие сухих зон (особенно надо пористым основанием) и пропитайте их повторно, прежде чем переходить к следующему этапу. Если нужно вырезать складку на ткани, чтобы уложить её плоско на изгиб или угол, сделайте надрез острыми ножницами и временно наложите края друг на друга.

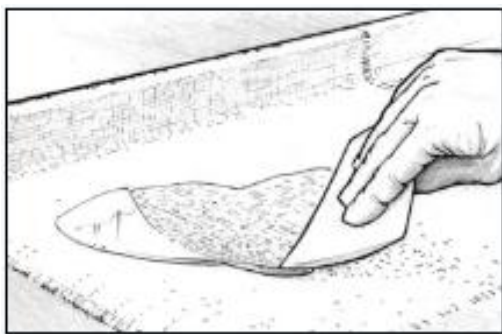


Рисунок 6-11 Распределите эпоксидную смолу с помощью пластикового скребка.

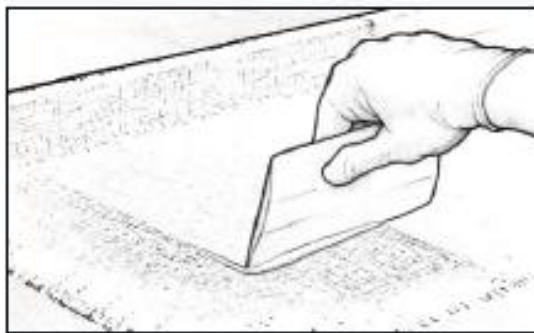


Рисунок 6-12 Уберите избыточное количество эпоксидной смолы до того, как она превратится в гель.

ПРИМЕЧАНИЕ: для прозрачных покрытий на древесине, альтернативным методом пропитки ткани является нанесение смолы на ткань кистью с коротким ворсом. Окуните кисть в эпоксидную смолу и нанесите её на поверхность лёгкими равномерными движениями. Не вдавливайте смолу в ткань, это может привести к закупорке воздуха в ткани, что проявится через лак. Нанесите достаточное количество смолы, чтобы пропитать ткань и дерево под ней. Через несколько минут нанесите дополнительное количество смолы на сухие (белые) участки.

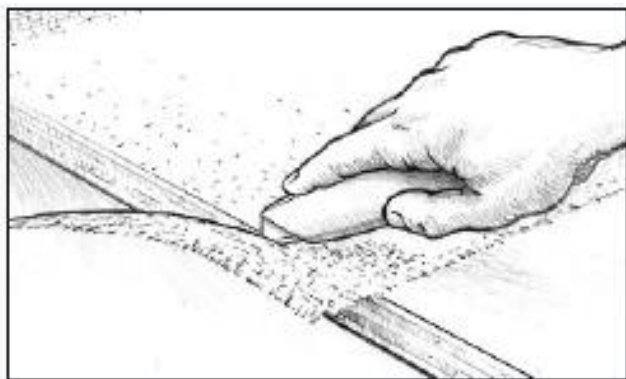


Рисунок 6-13 Обрежьте лишнюю ткань после того, как эпоксидная смола превратится в гель, но до полного застывания.

6. Уберите излишки смолы до того, как она превратится в гель (Рисунок 6-12). Протягивайте шпатель по поверхности ткани равномерными, перекрывающимися движениями. Применяйте достаточное давление, чтобы убрать излишки смолы, которые позволяют ткани всплывать над поверхностью. Но не переусердствуйте, не выдавливайте всю смолу и не допускайте появления сухих пятен. Излишки смолы выглядят как блестящие пятна, в то время как правильно пропитанная поверхность выглядит равномерно прозрачной с гладкой текстурой ткани. Последующие слои эпоксидной смолы заполняют текстуру ткани.

7. Обрежьте излишки и нахлёсты ткани после того, как смола достигнет фазы первоначального отверждения. Ткань будет легко обрезаться острым канцелярским ножом (Рисунок 6-13). Обрезайте нахлёсты ткани, если нужно, следующим образом:

- a. Поместите металлический прямоугольник сверху, между двумя нахлёстывающимися краями.
- b. Прорежьте оба слоя ткани острым ножом (Рисунок 6-14), следите за тем, чтобы прорез не был слишком глубоким.
- b. Уберите верхний обрезок, поднимите противоположный край для того, чтобы убрать нахлёстывающийся обрезок (Рисунок 6-15).
- c. Повторно пропитайте нижнюю часть поднятого края стеклоткани эпоксидной смолой и выровняйте поверхность.

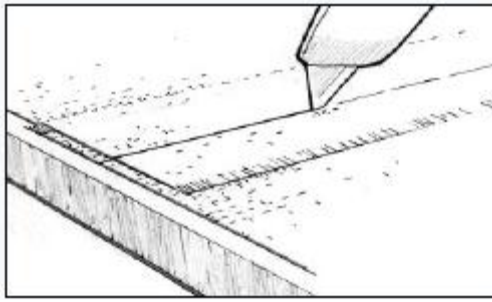


Рисунок 6-14 Обрежьте нахлёстывающуюся ткань после того, как эпоксидная смола перейдет в состояние геля.

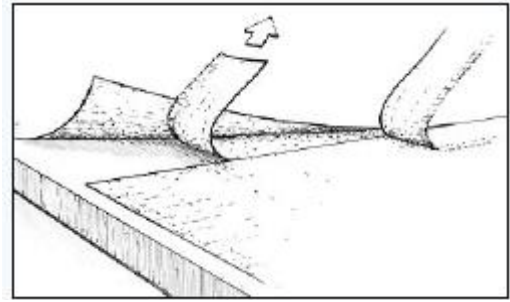


Рисунок 6-15 Снимите верхний обрезок, приподнимите противоположный край и уберите нахлёстывающийся обрезок.

В результате должно получиться практически идеальное соединение встык, исключаящее утолщение ткани. Соединение внахлёст прочнее, чем встык, поэтому, если внешний вид не играет роли, нахлёст можно оставить, и выровнять его после нанесения эпоксидного покрытия.

8. Покройте поверхность эпоксидной смолой, заполняя текстуру ткани, до того, как смола, которой пропитывалась ткань, достигнет последней стадии застывания (Рисунок 6-16). Следуйте рекомендациям по нанесению эпоксидного барьерного покрытия в разделе 6.4.6. Для того, чтобы полностью заполнить текстуру волокон ткани и сделать возможным шлифовку и не повредить ткань.

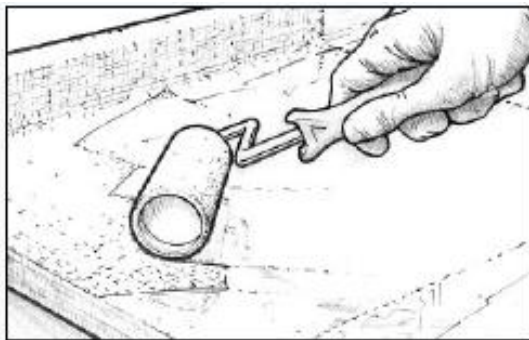


Рисунок 6-16 Для заполнения текстуры ткани, нанесите эпоксидную смолу до того, как пропиточный слой смолы застынет на отлип.

Метод «влажного» нанесения

Альтернативный метод нанесения стеклоткани, или стеклоленты – на поверхность, покрытую эпоксидной смолой. Как уже упоминалось, этот метод не является предпочтительным, особенно это касается больших площадей и больших кусков ткани, так как в этом случае значительно сложнее разравнивать морщины и поправлять ткань, когда она немного пропитается. Тем не менее, в некоторых ситуациях, этот метод может быть полезен, или даже необходим.

1. Подготовьте поверхность (Раздел 6.4.1).
2. Отмерьте и отрежьте ткань нужного размера. Разворачивайте ткань осторожно, так, чтобы её можно было аккуратно свернуть назад.
3. Нанесите толстый слой эпоксидной смолы на поверхность.
4. Разверните стеклоткань на влажный слой эпоксидной смолы. Поверхностное натяжение удержит на месте большую часть ткани. (Если ткань наносится на вертикальную поверхность или на потолок, можно подождать, пока смола станет немного липкой). Разгладьте морщины. Для этого приподнимите край ткани и рукой в перчатке или шпателем разровняйте ее от центра к краям.
5. Нанесите второй слой эпоксидной смолы с помощью валика. Нанесите достаточное количество смолы, чтобы хорошо пропитать ткань.
6. Соберите излишки смолы с помощью шпателя, длинными перемещениями внахлест. Ткань должна выглядеть прозрачной на всей площади с едва проглядывающейся текстурой.
7. Следуйте рекомендациям, описанным в пп 7-9 «сухого» метода для завершения процедуры.

Все оставшиеся неровности и переходы между тканью и поверхностью могут быть выровнены с помощью смеси эпоксидной смолы и наполнителя (если поверхность в дальнейшем будет окрашиваться). Если Вы выравниваете поверхность после нанесения последнего слоя стеклоткани, поверх шпатлёвки необходимо нанести несколько слоев эпоксидной смолы.

6.4.4. Барьерное эпоксидное покрытие

Цель нанесения защитного покрытия – нарастить достаточно толстый слой эпоксидной смолы, который будет служить эффективным барьером для влаги и гладким основанием для финишного покрытия.

Для создания эффективного барьера, нанесите минимум два слоя эпоксидной смолы WEST SYSTEM. Если вы планируете шлифовать поверхность, нанесите три слоя. С увеличением количества слоёв смолы, степень защищённости от влаги возрастает; можно нанести до 6 слоёв смолы общей толщиной 500 микрон. Не используйте добавки и пигменты в первом слое. Не добавляйте растворители к эпоксидной смоле WEST SYSTEM.

Одноразовые валики из тонкого уретанового поролона, такие, как WEST SYSTEM 800, позволяют лучше контролировать толщину пленки, с меньшей вероятностью будут вызывать экзотермическую реакцию и не будут оставлять следов на поверхности, как более толстые валики. Вы можете обрезать валики по ширине для доступа к труднодоступным местам, или для обработки длинных узких поверхностей, таких, как стрингеры.

Завершите все работы по выравниванию поверхности и оклейке стеклотканью, прежде чем наносить финишные покрытия. Дождитесь, пока температура пористой поверхности стабилизируется, так как из-за нагревания материала, воздух в пористом материале может расширяться и выходить через финишное покрытие, образуя пузырьки.

1. Подготовьте поверхность как для склейки (Раздел 6.4.1).
2. Смешайте смолу с отвердителем в количестве, которое может быть применено в течение периода жизнеспособности смеси. Перемешав, вылейте смесь в поддон для валика.
3. Соберите на валик достаточное количество эпоксидной смолы. Вытрите о выступающую часть поддона лишнюю смолу, чтобы на валике остался равномерный слой материала.
4. Раскатывайте смолу легко, по участкам прибл. 600 x 600 мм, распределяя смолу равномерно по поверхности (Рисунок 6-17).

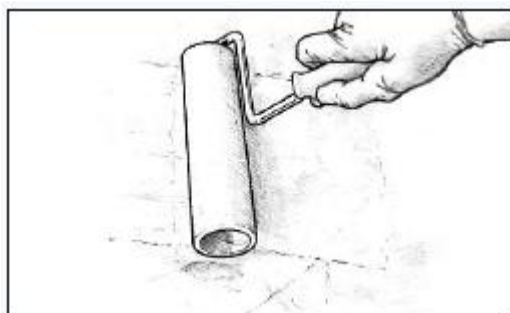


Рисунок 6-17 Равномерно нанесите смолу с помощью поролонового валика



Рисунок 9-24 Разглаживайте свежий слой эпоксидной смолы вдоль волокон, используя кисть, сделанную из поролонового валика, убирая следы и пузырьки воздуха

5. Когда валик высохнет, увеличьте давление, чтобы раскатать эпоксидную смолу в тонкую равномерную пленку. Увеличьте участок покрытия, если необходимо, чтобы распределить смолу более тонким слоем и более равномерно. **Чем тоньше пленка, тем легче поддерживать ее равномерной и избегать потеков каждого слоя.**

6. Заканчивайте работать длинными, легкими, равномерными движениями, чтобы свести к минимуму следы от валика. Нанесите новую порцию смолы внахлест с уже нанесённой, объединяя их в один ровный слой.
7. Пропитывайте как можно больше таких небольших участков каждой порцией смеси. Если смесь начинает застывать в ёмкости, не используйте её и приготовьте свежую, меньшего объёма порцию.
8. После окончания каждой порции смолы, разравнивайте покрытие, легко протягивая кисть из поролонового валика по поверхности, длинными, равномерными, перекрывающими движениями. Применяйте давление, достаточное для того, чтобы разгладить следы от валика, не повреждая при этом покрытие (*Рисунок 6-18*) Изменяйте направление выравнивания слоя, 1-й слой вертикально 2-й горизонтально, 3-й вертикально и т.д. Вы можете разрезать валик WEST SYSTEM 800 на несколько частей, получив идеальную кисть для выравнивания.

Нанесение последующих слоёв смолы

Нанесите второй и все последующие слои эпоксидной смолы согласно описанным рекомендациям. Убедитесь в том, что предыдущий слой достаточно застыл, чтобы выдержать вес следующего слоя. Чтобы избежать шлифовки между слоями, наносите все слои в течение одного дня. Последний слой должен застывать 24 часа, после чего он должен быть промыт чистой водой и отшлифован для подготовки к финишной отделке.

6.4.5. Подготовка поверхности перед нанесением финишного покрытия

Правильные методы финишной отделки не только придадут красоте, но и защитят Ваш труд от ультрафиолетового излучения, которое, со временем, может разрушить эпоксидную смолу. Наиболее распространённые методы финишной отделки – окраска и лакировка. Эти покрытия защищают смолу от ультрафиолета и требуют соответствующей подготовки поверхности перед нанесением.

Подготовка к нанесению финишного покрытия так же важна, как и подготовка к нанесению слоев эпоксидной смолы. Поверхность должна быть чистой, сухой, отшлифованной, очищенной от аминной плёнки (Смотрите раздел 6.4.1).

1. Последний слой эпоксидной смолы должен полностью застыть.
2. Промойте поверхность водой с губкой Scotch-brite™ для удаления аминной плёнки. Протрите поверхность бумажными полотенцами.
3. Отшлифуйте поверхность так, чтобы она стала гладкой. Если на поверхности есть потеки смолы, начните шлифовать абразивной бумагой P80. Шлифуйте поверхность до тех пор, пока она не станет ровной, на вид и на ощупь. Завершите шлифовку, используя абразивную бумагу рекомендованной для данного покрытия зернистости. Адгезия краски часто зависит от механического сцепления краски с поверхностью эпоксидной смолы. Если будет наноситься High-Build или порозаполняющая грунтовка, как правило, достаточно абразивной бумаги P80-P100. Для грунтовок и покрытий с большим содержанием твёрдых веществ, лучше использовать P120-P180. Шлифовка бумагой P220-P400 даст глянцевую поверхность для нанесения большинства красок и лаков. Более мелкая зернистость может не дать достаточную шероховатость для хорошей адгезии. Многие предпочитают применять влажную шлифовку, так как это снижает риск появления пыли и позволяет пропустить шаг 2.
4. Когда вы будете удовлетворены текстурой и ровностью поверхности, промойте её пресной водой, которая должна равномерно стекать с поверхности, не образуя «рыбьих глаз». Если вода образует капли на поверхности (признаки загрязнения), протрите поверхность с

растворителем, а затем, насухо, бумажными полотенцами, снова шлифуйте (влажная шлифовка) пока образование капель не прекратится.

После того, как поверхность просохнет, переходите к работе с финишным покрытием. Чтобы снизить вероятность загрязнения поверхности, рекомендуем начинать покрытие в течение 24 часов с момента финишной шлифовки. Следуйте инструкциям производителя покрытия. Мы рекомендуем сделать тестовую панель, чтобы оценить степень подготовленности поверхности и совместимость окрасочной системы.