

› *Артур Уракаев, г. Сургут*

## Качественная оснастка своими руками

*Предлагаю вниманию читателей «КиЯ» статью об изготовлении болвана и матрицы, необходимых для постройки стеклопластиковых судов, по технологии, сложившейся за прошедшие годы в Сургуте – с использованием эпоксидных смол и тканых материалов, что позволяет снизить массу и повысить долговечность оснастки.*

Последние несколько лет я ходил на «четвертьтоннике», который был построен по проекту В. Л. Богданова в кооперативе «Парус», в котором я проработал до 1992 г. Корпус серийной лодки выклеен из нового материала «Parabeam 3D» и эпоксидной смолы «ЭД-20».

Прежде всего следует приступить к изготовлению мастер-модели (болвана, или пуансона), который можно выполнить из дерева, гипса, пенопласта и т. д., но при этом следует учитывать особенности каждого материала.

Для начала надо уяснить, предполагается ли использовать впоследствии мастер-модель как «ходячее» судно или только для производства корпусов. В первом случае вы, несомненно, сможете получить некоторую экономию средств, но при этом усложнится весь процесс постройки.

При изготовлении пуансона из фанеры есть и свои достоинства – быстрота и дешевизна – и недостатки. Для защиты и укрепления болвана его необходимо будет обклеить несколькими слоями стеклоткани, а значит,

избавиться от доводочных работ не удастся. Фанерный болван не очень жесткий, и, как следствие, возможно образование небольших прогибов обшивки под нарастающим весом матрицы. К сожалению, результат будет виден только после снятия матрицы, хотя при этом корпус может выглядеть идеально. Нельзя забыть еще об одном факторе – восприимчивости фанеры к влажности и перепадам температуры, что также не лучшим образом сказывается на товарном виде готовых изделий.

Пуансон из ламинированного дерева, т. е. из нескольких слоев древесины или фанеры, не всегда пригоден, т. е. не для каждого проекта судна. Кроме того, это довольно сложная технология, требующая навыка в работе и немало времени, поэтому новичкам применять не рекомендуется. Вышеперечисленные недостатки болвана из фанеры присущи, хотя и в меньшей степени, и этому пуансону.

Пуансон из гипса – наиболее дешев, поэтому данный способ изготовления болвана можно смело рекомендовать

для постройки одного корпуса. Следует помнить, что гипс, не защищенный покрытием, особенно внутри болвана, охотно впитывает влагу, склонен к растрескиванию, невелика и его прочность.

Исходя из личного опыта, могу посоветовать изготовить болван из пенопласта синего, розового или красного цвета, например, марки ПБС.

Технология следующая: вначале плиту пенопласта подгоняют по наружным размерам, чтобы готовый блок входил на место без особых усилий. Нижний край блока устанавливается вровень со стрингерами, а верхний край приподнимается в половину толщины блока.

Подготовленные блоки одной шпации вклеиваются на эпоксидной шпаклевке (смола + древесные опилки), положение блока снизу фиксируется временными связями между стрингерами (например, полосками ДВП шириной 40–50 мм), а также небольшими гвоздями, вбиваемыми в торцы блока.

После отверждения смолы блоки можно обрабатывать терками наподобие овощных, а затем крупнозернистой наждачной бумагой, наклеенной на длинную (не менее двух шпаций) ровную дощечку. Шпангоуты и стрингера – своеобразные маячки, не позволяющие углубиться в пенопласт больше необходимого. Готовый пенопластовый болван можно обклеивать стеклотканью.



Начало вклейки пенопласта



Пенопластовый болван готов к оклейке

При установке шпангоутов на стапель обратите внимание на размер шпации – она должна быть не более 500 мм – и на то, что из «чистого» обвода шпангоута следует вычистить толщину будущей стеклопластиковой обшивки.

Также необходимо предусмотреть, чтобы расстояние между стрингерами было не более 400 мм. Мы обычно используем стрингера 25×40 мм для катера длиной 6 м. Раскрепленный корпус будет представлять собой поверхность, поделенную на прямоугольники.

**Вклеивание блоков пенопласта.** Используем пенопласт, не упаковочный, а плотный, жесткий и мелкозернистый, в плитках толщиной 20–50 мм, т. е. в два раза больше толщины стрингера. Такой пенопласт позволяет использовать различный инструмент.

В среднем на изготовление болвана, начиная с плавовых работ, мы затратили порядка 200 чел.-ч, при этом вклеено 112 отдельных блоков и ушло около одного кубометра пенопласта толщиной 50 мм.

При обклейке болвана не стремитесь уложить несколько слоев за один день. Соседние полотнища укладывайте встык, а не внахлест. Стеклоткань предыдущего слоя после отверждения можно подрезать прямо на корпусе. Делайте перехлест слоев, чтобы стыки стеклоткани не оказались друг под другом. Не забывайте отжигать стеклоткань, желательно, газовой горелкой. Используйте стеклоткань ровинговую (марки TR) весом 300–400 г/м<sup>2</sup>. Укладывая не менее пяти-шести слоев – это исключит эффект «проявления» стрингеров и шпангоутов на уже окрашенном корпусе. На обклейку шестью слоями стеклоткани у нас ушло 80 чел.-ч.

**Доводочные работы** – шпаклевание, грунтование, покраска, шлифовка и полирование – самые трудоемкие. Если в соответствии с проектом необходимо установить на корпус реданы или брызгоотбойники, то их лучше изготавливать отдельно, из древесины, обклеив тремя слоями сатиновой стеклоткани весом 250 г/м<sup>2</sup>.

Обклеенный корпус мы прошпаклевали полиэфирной шпаклевкой, применяемой в автомастерских («Novol», «Body» и т. п.). Нужно признать, что этот этап – не менее трудоемкий и очень пыльный. Для ускорения работ используйте, по возможности, электроинструмент – плоскошлифовальный или виброорбитальный. Мы воспользовались машинками фирмы «Rupis» с пылесосом. После шпаклевки по-

верхность покрыли эпоксидным грунтом, который стал барьером для влаги. После эпоксидного грунта болван покрыли двумя слоями двухкомпонентного «мягкого» грунта, между слоями шлифуя и убирая небольшие недостатки шпаклевки. Для получения качественной поверхности под покраску и дальнейших малярных работ советуем пригласить профессионального маляра.

**Окраска корпуса.** В нашем случае он был покрашен шестью слоями двухкомпонентной акриловой эмали. Такое количество слоев краски позволило в дальнейшем безбоязненно проводить шлифовку и полировку поверхности.

Заметим, что нитроэмали и краски на масляной основе не подходят для этих целей.

На доводочные работы, которые мы выполняли вдвоем, у нас ушло около 500 чел.-ч, а общие затраты времени составили около 800 чел.-ч.

Результатом титанических усилий стал корпус, не имеющий никаких изъянов, что впоследствии позволило изготовить матрицу, отвечающую высоким требованиям.

Внимательно изучайте рекомендации фирм-изготовителей грунтов, красок, шпаклевок, это поможет избежать ненужной траты времени, средств и финансов.

Мы не останавливаемся на таких моментах, как работа наждачной бумагой – «всухую» это лучше делать или с водой и как наносить шпаклевку, и т. д., и т. п., поскольку такого рода советы можно получить у любого специалиста на месте. Но о ряде аспектов технологии производства матрицы все же стоит сказать.

1. Помещение для работы должно отвечать ряду требований, а именно:

– иметь приточно-вытяжную вентиляцию, которая позволит избавиться от стеклянной пыли и паров смол (ее отсутствие негативно сказывается на здоровье работающих, качестве работ);

– навести чистоту в помещении, так как отсутствие пыли – это основа будущего качества. Для этого потолок и стены следует тщательно пропылесосить, а пол – застелить упаковочным



Нанесение матричного гелькоута

картоном, и отдельные листы соединить скотчем.

2. Температурный режим на протяжении всего процесса выклейки необходимо поддерживать постоянный; недопустимы скачки температуры (от 3 до –3°C). Также следует избегать влажности, сквозняков. Установите по углам помещения термометры. Для эпоксидных смол необходима температура более 20°C.

3. Хранение стекломатериалов и смол. Подготовьте место для размещения смолы и весы. Стеклоткань придется разрезать на отдельном участке, можно на листе ДВП. За несколько дней до начала работ занесите все материалы в помещение, так как температура смолы, болвана и стеклоткани должна быть одинаковой.

**Нанесение разделительных агентов** – пожалуй, один из самых ответственных этапов. Основываясь на собственном опыте, могу предложить следующую схему:

1. Нанесите разделительный состав фирмы «Zyvox». Первый слой – заполнителем пор «Zyvox Sealer Gr». Мы приобрели данные материалы в компании «Композит», разлитые в жестяные канистры по 2.5–3 л, хотя для 6-метрового корпуса достаточно и 200 г. Второй слой – «Zyvox Compozite Shield».

Эти препараты боятся света (поэтому хранить их надо в плотно закрываемой таре), но они великолепно предохраняют болван и матрицу от залипания.

Первый слой наносите на чистую поверхность небольшими участками (не более 0.5 м<sup>2</sup>) неворсистой тканью или салфеткой, тщательно втирая и растирая препарат, иначе могут остаться «разводы». Состав должен полностью впитываться, а поверхность – оставаться почти сухой. Повторите операцию еще раз. Чаше меняйте салфетки,



Корпус раскантирован и готов к съемке



Корпус вынут из матрицы

повторно их не используйте. Через полчаса можно наносить второй состав «Compozite Shield». Последовательность работ – такая же.

2. Через 12 ч можно приступать к нанесению восковых составов «Blue Wax Finish Care» (также приобретались в «Композите», в расфасовке по 400 г в жестяных банках). Наберите несколько столовых ложек воска в тампон из фланели. Под теплом рук воск будет выходить из ткани, и его удастся равномерно наносить на поверхность. Спустя полчаса, располируйте фланелью (при этом по мере загрязнения салфеток регулярно их меняйте). Нанесите четыре-пять слоев.

3. Нанесите антистатик розового цвета «Hi-Low» № 1100 по вышеуказанной методике. Общий расход материалов для 6-метрового катера – не более 400 г «Blue Wax» и 100 г «Hi-Low» № 1100.

4. После нанесения всех разделительных составов установите воздушные клапана, которые позволят избавиться от клиньев, избежать деформации матрицы и в дальнейшем легко снимать изделие с матрицы.

Воздушный клапан вформируется в матрицу. Он состоит из двух деталей, первая имеет сверху «сосок» под «быстрый» разъем, к нему подводится сжатый воздух. В нижней части, в углубление, вставляется «пятак» заподлицо с корпусом клапана, внутри клапана – резьба М6. Перед тем как подать воздух через него, вворачивайте болт М6 до тех пор, пока не услышите щелчок – это «пятак» оторвался от клапана. Выверните болт и присоедините воздушный шланг к «соску» через «быстрый» разъем. Аккуратно подайте воздух, и матрица отойдет от болвана, а воздух проникнет дальше, разъединяя детали.

«Пятак» и нижнюю часть клапана –

«обойму» – отполируйте до полного прилегания. Желательно пронумеровать «пятак» и клапан с внутренней стороны, а вовнутрь намазать воск. Сосок оберните скотчем; наружная часть клапана должна быть обезжирена. Установите клапан в сборе на подготовленный болван при помощи воска. На матрицу 6-метрового катера (низ) достаточно четырех клапанов.

**Стекломатериалы.** Мы использовали для изготовления матриц стеклоткани: сатины и ровинги. Порядок использования стеклотканей следующий:

*первый слой* – стекловуаль (вес – 70 г/м<sup>2</sup>);

*второй* – сатиновая ткань (Т13, Т11, вес – 110–130 г/м<sup>2</sup>);

*третий* – ровинговая ткань (ТР-0.25, вес – 250–270 г/м<sup>2</sup>);

*четвертый* – ровинговая ткань (ТР-0.3, вес – 380 г/м<sup>2</sup>);

*пятый* – рогожа (ТР-0.7, вес – 700 г/м<sup>2</sup>).

Следующие после пятого слоя – тоже рогожа ТР-0.7.

Жесткость и прочность матрицы напрямую связаны с выбором стекло-материалов и стеклоткани, которые намного прочнее стекломатов и подобных нетканых материалов. Независимо от формы будущей матрицы (круглоскульный корпус, шарпи и т. д.) стеклоткань более надежна еще и потому, что на ней проще заметить дефекты (непроклей, пузыри).

Дополнительную жесткость матрице придает укладка тканей как под прямым углом, так и под углом 45° относительно килля. Мы считаем, что толщина матрицы должна приближаться к двойной толщине будущего изделия. К примеру, матрица 6-метрового катера выклеена из 15 слоев стеклоткани.

**Смолы.** Любые рекламные заве-

рения производителей полиэфирных смол о том, что их качество и прочность сравнимы с «эпоксидкой», не более чем миф. Соотношение прочности этих смол, по разным источникам, 2.5–3.5:1 в пользу эпоксидки. На практике доказано, что борт катера из эпоксидки выдерживает удары молотком изо всех сил без видимых повреждений. Полиэфирный же пластик разрушается, и не только в месте удара. Работа с полиэфирными смолами отличается от технологии нанесения эпоксидки очень существенно. Стоимость 1 кг смолы ЭД-20 – 6 евро, а импортной полиэфирной смолы «Asland M105» – 5 евро.

Полиэфирные смолы имеют «короткий» срок хранения, они токсичны, и их использование в массовом производстве оправдывается только небольшим временем отверждения, дешевизной и, как следствие, большим количеством съемов с матрицы.

На наш взгляд, удачные пропорции модифицирования эпоксидно-диановой смолы ЭД-20 следующие:

смола ЭД-20 – 100 весовых частей, пластификатор (дибутилфталат ДБФ) – 8–10 весовых частей, азросил (микросферы) – 5–10 объемных частей.

Модифицированная смола должна быть перемешана и внесена в помещение выклейки. Мы практикуем «подкраску» смолы для «нового» слоя анилиновыми красителями, например марки «Instint», из расчета 1–1.5 чайные ложки на 20 кг смолы. «Цветную» смолу легче контролировать при нанесении – сразу заметны непрокрасы и «пузыри», что также положительно сказывается на качестве выклейки.

Подкрасить смолу можно окисью титана (белый), окисью хрома (зеленый), суриком железным и свинцовым (коричневый и серый).

В качестве отвердителя используем полиэтиленполиамин (ПЭПА) в соотношении 1:10 при  $t > 20^\circ\text{C}$ .

#### Правила работы со смолами:

1. Тщательно взвешивайте все компоненты, старайтесь «разводить» не более 700–800 г смолы за один замес.

2. Емкость для смолы должна быть неглубокая и широкая. Не допускайте саморазогрева смолы, время «жизни» которой не превышает 15–20 мин.

3. Перемешивать смолу удобнее при помощи электродрели с насадкой от бытовых миксеров; время перемешивания – не менее 30 с.

Матричный гелькоут в отличие от «обычного» должен быть твердым, стойким, чтобы при необходимости его можно было шлифовать и полировать. Усадка должна быть минимальной.

Наши поиски эпоксидного матричного гелькоута к успеху не привели, но мы нашли подходящий эпоксивинилэфирный гелькоут («Max Guard DGT20»); выпускается черного или зеленого цвета с маркировкой (H) – ручное нанесение кистью, валиком и (S) – напыением. В среднем цена «DGT20» – около 17–18 евро за 1 кг.

#### Работа с гелькоутом «DGT20»:

1. Нанесите в хорошо освещенном сухом и хорошо вентилируемом помещении.

2. Перед началом работ проведите тест гелькоута с разным содержанием катализатора, например, 2; 2.5; 3% в небольших объемах (100 г). Катализатор (отвердитель) «МЕКР» набирайте медицинским шприцем. Содержание катализатора определите опытным путем: его должно быть столько, чтобы гелькоут через 40–45 мин. гелеобразовался и не прилипал к пальцам. Размешивать лучше по 700–800 г гелькоута и сразу же использовать. При смешивании избегайте образования пузырьков воздуха.

При использовании «DGT20 (H)» необходимо нанести два слоя с промежуточной сушкой первого слоя в течение 45–70 мин.

Кисточки должны быть с мягкой щетиной. Обязательно проклейте эпоксидной смолой; после каждого «замеса» тщательно промывайте ацетоном.

Неплохо зарекомендовали себя в качестве емкостей под гелькоут полиэтиленовые ведерки из-под майонеза, йогурта и т. п. объемом около 1 л.

Для каждого «замеса» используйте только чистые емкости, тем более что потребность в них небольшая (около 30 ведерок на стандартную 20-килограммовую тару). Общий расход при нане-

сении кистью в два слоя – в пределах 550–750 г/м<sup>2</sup>.

Наносить матричный гелькоут требуется тщательно и аккуратно, поэтому экономия на кисточках, ацетоне, защитных средствах неразумна, а работать целесообразно бригадой из трех-четырех человек.

Правильно и технологически чисто выполненная покраска гелькоутом – наиболее важное условие создания качественной матрицы. Поскольку болван находится сверху по отношению к матрице, чтобы отделить матрицу, ее необходимо кантовать. Вначале продумайте, как наклонять и поворачивать матрицу для удобства работы с ней. Мы для этого используем трубчатый или квадратный металлический каркас, который крепится к фанерным ребрам и имеет проушины для кантования. Трубчатый каркас приформовывается стеклотканью, а квадратный крепится болтами или шпильками.

Матрица снимается спустя неделю после окончания выклейки. За это время она полностью высохнет и главное – будет иметь стабильную температуру без колебаний влажности.

**Толщина и вес матрицы.** Достаточная толщина матрицы должна соотноситься с предполагаемой толщиной изделия, как 2:1 (это верно при небольших, до 12 мм, толщинах). Для более крупных судов соотношение толщин близко к 1:1. Для примера, матрица корпуса 6-метрового катера выклеена из 15 слоев стеклоткани толщиной 13 мм и весит примерно 500 кг.

Выклеенную матрицу необходимо усилить во избежание перекосов и прогибов. Ребра жесткости представляют собой фанерный скелет матрицы, на который крепят устройство для кантования. На предполагаемое место крепления ребра жесткости наклейте четыре-пять слоев стеклоткани (ТР-0.33, ТР-0.7). Стеклоткань нарежьте полосами разной ширины (200, 180, 140, 100 мм), лучше под углом 45°, чтобы удобнее было работать. Затем подгоните фанерное ребро жесткости по месту (фанера толщиной 15–20 мм и шириной 150–200 мм). Размешайте небольшое количество стекловолнистой полиэфирной шпаклевки (буквально 50–100 г), нанесите небольшими бугорками и установите фанерное ребро. Через 5–10 мин. шпаклевка встанет и оставшиеся промежутки можно прошпаклевать эпоксидной смолой с добавлением деревянных опилок. Затем ребра приформовываются тремя-четырьмя слоями лентами стеклоткани.

**ЗАО «Моторсервис»**



**Barton**  
MARINE  
Палубное оборудование Barton  
со склада в Москве

Дмитровское шоссе д.46 корп.2  
тел. (495)482-77-01, 481-69-00, 482-43-11  
www.mdiesel.ru  
E-Mail: mdiesel@dataforce.net



**ПАНОБОАТ**  
НАСТОЯЩИЕ КАТЕРА  
ТРЕЙЛЕРНЫХ ГАБАРИТОВ

СТРОИТЕЛЬСТВО ГАРАНТИЯ СЕРВИС  
WWW.PANBOAT.RU Тел. (843)296-59-37



**ODIN 820**  
8.2x2.5 м.,  
осадка 0.3 м/1.45 м,  
паруса 28 кв.м.,  
прицел,  
двигатель JOHNSON – 70 л.с.,  
лаг, эхолот, компас,  
GPS карт-плоттер,  
спиртовая плита,  
морская рация,  
биотуалет.

**€ 49,500**

**МОТОРНАЯ ЯХТА**  
13.5x3.6 м.,  
осадка 1 м.,  
диз. IVECO 145 л.с.,  
эхолот, подрук. ус-во,  
Запас хода – 140 миль,  
10 чел., рубка,  
камбуз, гальюн + душ,  
Тик.  
Релинги, люера,  
мачта – нерж. сталь.

**€ 43,000**

Тел. в СПб: +7 (812) 715-58-35  
Тел. в Москве: +7 (495) 648-48-92