

Капитальный ремонт деревянных яхт

Часть третья

Замена килевой балки

Подготовил Олег Капранов. Фото Константина Смирнова

Мы продолжаем серию публикаций о капитальном ремонте деревянных парусных яхт, подготовленную нами совместно с Ассоциацией класса «Л-6». Тема замены килевой балки, затронутая в предыдущем номере, вызвала отклик читателей, в связи с чем мы решили ее продолжить. Мы сознательно не стали совмещать статьи разных авторов в единое целое, дабы дать возможность читателям самостоятельно выбрать для себя наиболее подходящие идеи и технологии.



Некоторые сведения о конструкции яхт класса «Алькор»

При описании работ по замене килевой балки яхты «Дельта» необходимо привести некоторые сведения о конструкции корпуса яхт класса «Алькор». Закладные балки набора яхт этого класса – форштевень, киль и контртимберс (или очень сильно наклоненный ахтерштевень) – выполнены клееными из дубовых досок. Килевая балка выклеена (по вертикали) из шести слоев 30-миллиметровых досок. У яхты между килем и примыкающими к нему форштевнем и контртимберсом есть носовой и кормовой дейдвуды, выклеенные из дубовых плашек.

Каждый шпангоут изготовлен из двух изогнутых не склеенных между собой дубовых реек, приклепанных к обшивке. Толщина каждой рейки – 15 мм, ширина – 40 мм. Шпация бортового поперечного набора составляет ок. 180 мм. Обшивка толщиной 30 мм состоит из кедровых реек шириной ок. 50 мм. Стыки реек обшивки скле-

ены. Шпунтовый пояс и ширстрек выполнены из широких кедровых досок. Навесные (опертые на шпангоуты) стрингеры и клееные бимсы – основные. Деревянные конструкции были склеены в основном водостойким двухкомпонентным полимерным клеем «ВИАМ-БЗ». Схема закладных балок набора яхты показана на продольном разрезе по диаметральной плоскости (рис. 1).

Поперечные металлические полосы, соединяющие с килем и между собой нижние ветви шпангоутов (флортимберсы) обоих бортов, – единственные элементы поперечного днищевоего набора в средней части и оконечностях яхты. Стальные флоры установлены только на форштевне в районе ступа и на контртимберсе в районе размещения трапа выхода из каюты. Этого по прочности недостаточно, поэтому на «Дельте» уже силами экипажа в средней части были установлены коробчатые сварные флоры: сразу после получения с верфи – два флора в

районе миделя, а потом и третий – на стыке контртимберса с килем. Каждый флор соединяет две пары шпангоутов с килем.

Как мы осознали необходимость замены килевой балки

Как многим известно и как написано в руководствах по ремонту, дефектацию корпусных конструкций деревянных судов должен проводить опытный специалист. Достаточно часто яхтсмены, эксплуатирующие деревянные яхты, не имеют опыта дефектации или замены килевой балки. Обычно доступные для осмотра поверхности киля еще находятся в приличном состоянии, а балка уже требует замены. Поэтому яхтсменов, эксплуатирующих «немолодые» деревянные яхты, интересует, как определить, что наступила пора заменить килевую балку.

На «Дельте», у экипажа которой не было опыта работ по замене закладных балок набора, это произошло так. Яхта, построенная на Экспериментальной верфи ВЦСПС в 1979 г., после 20–22 лет эксплуатации начала принимать воду на стоянке, причем эта вода имела мутный, коричневатый оттенок несвежего дерева. Источников течи (при полной откачке воды из трюма) видно не было. Вода как бы выступала из килевой балки. Дерево не забухало, и течь продолжалась в период всей навигации. Во время весеннего ремонта гайки килевых болтов стали требовать подтяжки: на оборот–пол-оборота за год. После зимы килевая балка «распухла» в ширину на доли миллиметра, заметить это было можно по увеличению уступа деревянного киля над фальшкилем. В 2004 г. во время штормовой гонки на Санкт-Петербургской Парусной неделе началось значительное поступление воды в яхту, при этом явной течи по бортам не было. Очевидно, что вода поступала через киль. Экипажу на острых курсах к восьмидесятибалльному ве-

тру пришлось каждые час-полтора откачивать по 400 л воды.

Учитывая более чем трехкратный, по сравнению с водоизмещением, запас плавучести яхты класса «Алькор», такая течь с точки зрения эксплуатационной безопасности неопасна. Но сотни литров воды, скачущие по каюте, мешают оптимистическому взгляду экипажа на морские путешествия и парусные гонки. Поэтому в конце навигации было принято решение: 2005 г. посвятить капитальному ремонту с заменой килевой балки.

Впоследствии, при разборке киля, было выявлено, что дерево киля про-

конструкции. Особенно плохо взаимодействует с окислами железа дуб. Долговечность дубовых конструкций с ржавеющим крепежом снижается в несколько раз. Наша рекомендация: заменять ржавеющий (в том числе оцинкованный) крепеж в корпусах деревянных яхт во всех возможных случаях на нержавеющий, например, стальной или из меди и ее сплавов (окислы меди бактерицидны и подавляют процессы гниения).

Вторая рекомендация: заканчивайте навигацию пораньше, за неделю-другую до наступления крепких заморозков. Вода, заполняющая полости

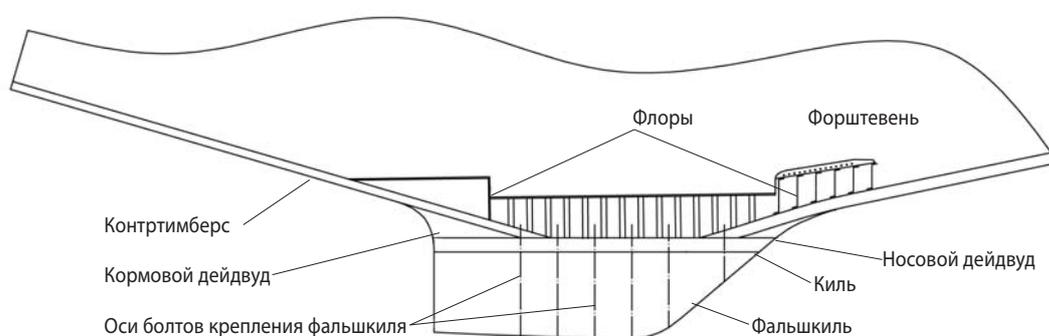
купке материалов для ремонта. Необходимы были кедровые и дубовые доски. Оказалось, что в Санкт-Петербурге продаются любые сорта дерева, вплоть до драгоценных, но сибирский кедр в продаже отсутствует. С большим трудом на одной фирме малотоннажного судостроения был найден полусгнивший штабель кедровых досок, из которого удалось отобрать несколько подходящих для замены обшивки. Хотелось отметить, что иногда возникает путаница с названием «сибирский кедр». Следует помнить, что его правильное ботаническое название — сосна кедровая сибирская, и к роду кедровых она не относится.

На складе оптовой базы, где мы покупали дубовые доски, удалось перебрать несколько штабелей высококосортного дуба, чтобы выбрать подходящий для килей яхты. Как известно, для изготовления качественных судовых конструкций следует применять доски, в древесине которых слои годовых колец перерезаны и лежат ближе к плоскости боковой кромки и, соответственно, поперечны пласти досок. Доски с таким расположением годовых колец в наименьшей степени подвержены растрескиванию и искривлению формы при набухании в воде. Естественно, что они не должны включать рыхлую сердцевину — она сгниет очень быстро.

Килевую балку изготавливали заранее, зимой, в столярной мастерской. Большой друг нашей яхты, столяр-краснодеревщик высшей квалификации Александр Иванов с помощью станочного оборудования изготовил детали и выклеил балку с определенными запасами размеров в горизонтальной плоскости без применения металлического крепежа. Стыки досок в разных слоях были разнесены по ширине килей.

В качестве клея мы в 2004 г. выбрали однокомпонентный полимеризующийся полиуретановый клей-герметик «Sikaflex-291», предназначенный для применения в судостроении. Прочностные качества склейки дерева этим герметиком совпадают с аналогичными качествами эпоксидной смолы. Согласно заявлениям фирмы-

Рис. 1. Схема расположения закладных балок набора (продольный разрез)



гнило вдоль линии ржавеющих болтов, крепящих фальшкиль, и образовалась продольная трещина по диаметральной плоскости, не проходящая только по верхнему, доступному для обзора, слою килевой балки.

Точно также, до третьей стадии гниения (полной потери прочности), дерево прогнило и вдоль двух линий стальных ржавеющих болтов, прикрепляющих к килевой балке поперечные металлические полосы, соединяющие флортимберсы обоих бортов. Эти болты когда-то были оцинкованными, но покрытие полностью сошло за время эксплуатации. В остальных частях килей дерево было в лучшем состоянии: либо просто потемневшим, либо несколько потерявшим прочность. Как ясно из изложенного, экипаж «Дельты» принял решение заменять килевую балку из-за водотечности. Проблемы с прочностью килевой балки еще не проявились.

Необходимо также указать, что в очередной раз мы убедились во вредном влиянии ржавеющего стального крепежа на деревянные корпусные

в деревянных конструкциях, должна успеть вытечь, иначе образуется лед, разрывающий дерево и образующий продольные трещины.

Подготовка к ремонту

Подготовка к ремонту включала довольно много позиций. Мы сняли размеры килевой балки. Замерить длину и высоту килей не представляло проблем. Форма килей в горизонтальной плоскости несколько сложнее и представляет собой симметричный крыльевой профиль. Его поперечные размеры по длине были измерены от внешней базы — струны, натянутой параллельно диаметральной плоскости яхты (рис. 2).

Затем мы провели дефектацию окружающих киль корпусных конструкций. Дерево днищевых корпусных конструкций было темным, но не потеряло прочности. Судя по результатам дефектации казалось, что набор в районе килей еще послужит и пока не требует серьезного ремонта. Площадь замены обшивки решили определить в ходе выполнения ремонта.

После этого мы приступили к за-

изготовителя, «Sikaflex-291» в отличие от многих других полимеризующихся герметиков устойчив к солнечному свету, а также воздействию морской воды и воздуха. Технология применения этого герметика требует предварительной обработки склеиваемых конструкций специальным праймером той же фирмы. Следует указать, что мы не смогли получить внятного ответа у продавцов и дилеров этого герметика на вопрос: «Какова долговечность «Sikaflex-291»?»

Работы по замене килевой балки мы должны были проводить на открытом месте обычной нашей зимней стоянки



на территории Санкт-Петербургского речного яхт-клуба профсоюзов, поэтому выполнять их можно было только в теплое время года. Делать это решили, используя собственные киль-блоки в качестве стапельного места, поэтому спланировали, как это место будет оборудовано. Отстыковывать фальшкиль решили путем подъема яхты с помощью домкратов. На киль-блоки наварили металлические конструкции, способные удержать отстыкованный фальшкиль массой более 3 т в вертикальном положении.

Ремонт

Ремонт мы начали с отстыковки фальшкиля. Завели под фальшкиль три домкрата и начали постепенно поднимать яхту (проектное водоизмещение «Дельты» – 7 т). Под носовой и кормовой свесы яхты оборудовали и постепенно наращивали клетки из коротышей бруса и другого подходящего материала. Размеры клеток в горизонтальной плоскости уменьшали, чтобы повисить устойчивость клеток и доступ к поверхности корпуса. В тот

момент, когда высота подъема яхты превысила высоту килевых болтов над фальшкилем, были отданы гайки, и на домкратах фальшкиль был опущен в первоначальное положение. Затем домкраты перенесли на верхнюю плоскость фальшкиля и продолжили подъем яхты до удобного для выполнения работ положения. После завершения подъема установили бортовые упоры из дерева.

Затем начали демонтажные работы. Демонтаж киля оказался достаточно трудоемким. Целиком отсоединить его не удалось, поскольку мы решили сохранить целыми обе доски шпунто-

вого болта, соединяющего с фальшкилем не только киль, но и форштень. Кормовой дейдвуд частично треснул вдоль и требовал замены, носовой был нами отремонтирован в предыдущие ремонты.

Дерево шпангоутов оказалось крепким. Поэтому неожиданным для нас после снятия поперечных металлических полос было то, что все флортимберсы треснули по линии заклепок и поэтому не участвовали в обеспечении прочности подводной части корпуса. Трещины заканчивались на высоте примерно полуметра от киля. Объяснить появление этих трещин можно только экстремаль-

ными продольными нагрузками, возникшими в процессе эксплуатации, например, посадками на мель. Таким образом, только после демонтажа была заполнена значительная часть дефектной ведомости и, соответственно, выявлен потребный объем ремонтных работ.

Несколько слов о выбранном клее. Клей-герметик «Sikaflex-291» полимеризуется под воздействием влаги воздуха, поэтому при склейке большой деревянной поверхности ее следует слегка сбрызнуть водой. Необходимо также учитывать, что силы, возникающие при набухании дерева под воздействием воды, превышают прочность герметика, и возникающие деформации не всегда компенсируются его эластичностью. Поэтому при склейке между собой деревянных деталей корпуса яхты желательно использовать металлический крепеж, оставляя его после склейки в составе конструкции. То же самое мы можем рекомендовать и для конструкций, склеиваемых при помощи эпоксидных смол.

Ремонт конструкций мы начали с

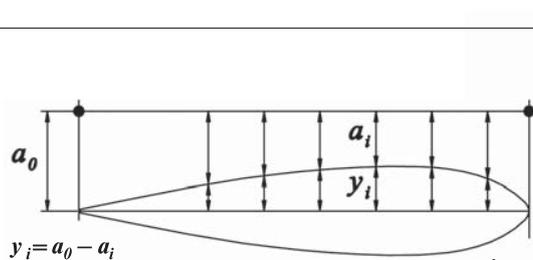


Рис. 2. Схема измерения поперечных размеров киля

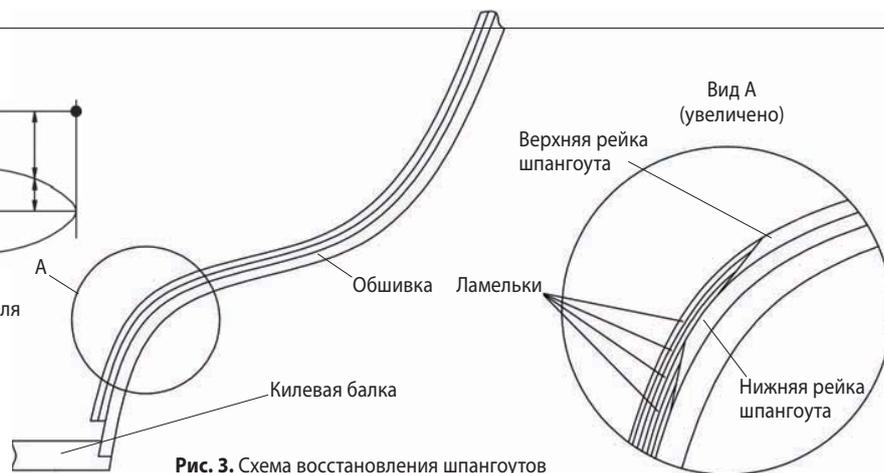


Рис. 3. Схема восстановления шпангоутов

изготовления нового кормового дейдвуда. Треугольная в горизонтальной и вертикальной плоскостях конструкция размерами чуть более $1.0 \times 0.6 \times 0.3$ м была выклеена из обрезков 30-миллиметровых дубовых досок, положенных друг на друга с уступом, и стянута при помощи струбцин. Каждый последующий слой дерева поджимали струбцинами и соединяли парой нержавеющих саморезов с предыдущим слоем для исключения перемещений. При этом следили, чтобы металлический крепеж не попал в отрезаемую часть заготовки, так как впоследствии обрабатывали заготовку электрическим и обычным рубанками.

В треснувшем форштевне мы выбрали ненадежное дерево посередине торцевой части и вставили деревянную заплату, соединив ее с балкой «на ус» в горизонтальной плоскости. Вставку закрепили при помощи клея-герметика и сквозных горизонтальных и вертикальных шпилек, утопленных в дерево форштевня.

У шпангоутов, состоящих из двух дубовых реек, вырубали треснувшую часть, разнося по высоте. «Ус» на нижней рейке, отстоял от «уса» на верхней рейке шпангоута на 100–200 мм. Длина каждого «уса» составляла около трех величин ширины рейки, т.е. около 100 мм. Шпангоуты восстанавливали из дубовых ламелек 5-миллиметровой толщины. Ламельки соединялись в небольшие пакеты равные по толщине каждой рейке шпангоута, у пакета выстрагивалась встречная часть «уса» (рис. 3). Поскольку обшивка корпуса, кроме шпунтового пояса, не была демонтирована, то ламельки намазывали клеем и притягивали, но не приклеивали, пакет к обшивке болтами и струбцинами, а затем прикрепляли болтами, изготовленными из

медных гвоздей диаметром 5 мм. Один из болтов в обязательном порядке проходил сквозь каждое соединение «на ус». Из-за большой площади склеивания в целях экономии средств дорогостоящий клей-герметик заменили на эпоксидную смолу «ЭД-20». Восстановление флортимберсов оказалось достаточно трудоемким и заняло около месяца. Эта работа не была запланирована, что не позволило завершить ремонт, как планировалось, в 2005 г.

Затем мы приступили к установке килевой балки. Электрорубанком сняли припуск и выбрали шпунт под обшивку. Для дальнейшей подгонки оставили небольшой или, как говорят в судостроении, «скрытый» припуск.

Основным требованием при установке килевой балки было соблюдение точности монтажа. Следовало обеспечить совпадение отверстий в килевой балке с болтами, проходящими сквозь балку сверху – для крепления элементов поперечного днищевого набора и отверстий – с болтами, крепящими фальшкиль, проходящими сквозь балку снизу.

Балка была установлена на болты, крепящие стальные полосы поперечного набора. Следует сказать, что мы изготовили новые болты из нержавеющей стали. В носовой и кормовой частях, где к килю подходят форштевень и контртимберс, поперечные полосы не демонтировали. Шпангоуты под ними не растрескались и не требовали ремонта, а в форштевне и контртимберсе остались отверстия от старых болтов. Длина этих болтов постепенно увеличивается к носу и корме. Крайний кормовой болт, стягивающий килевую балку, дейдвуд, контртимберс и полосу поперечного набора, был длиной свыше 0.8 м. Оставшиеся на корпусе полосы поперечного набора с отвер-

стиями в форштевне и контртимберсе послужили базой для привязки новой килевой балки на место прежней.

Для этой цели изготовили шаблон верхней плоскости балки с разметкой отверстий под болты крепления поперечного набора к продольному и шаблон нижней плоскости с разметкой отверстий под болты крепления фальшкиля. Для того чтобы обеспечить совпадение болтов и отверстий, диаметр отверстий под болты крепления фальшкиля пришлось сделать с припуском. Под болты диаметром 32 мм высверлили отверстия диаметром 38 мм. Этот припуск позволил прикрепить фальшкиль к килевой балке, точно установленной на корпусе яхты.

Сверлили отверстия под длинные болты сверлами или перовыми сверлами с удлинителями. Отверстия под болты крепления фальшкиля после проходки сверлом малого диаметра высверливали специальным сверлом. После этого мы смогли проверить совпадение отверстий с болтами как на корпусе, так и на фальшкиле.

После установки при помощи болтов и клея-герметика в корпусе яхты килея и дейдвуда с использованием оставшихся неснятыми полос поперечного днищевого набора мы установили ранее снятый днищевой поперечный набор на киле и шпангоутах, а затем пристыковали фальшкиль. Стык килевой балки и фальшкиля, а также отверстия в килевой балке под килевые болты (имевшие, как указано, припуск) герметизировали эпоксидной шпаклевкой «ЭП-0010», достаточно пластичной, долговечной и защищающей от коррозии. На такую операцию ушло около 3 л шпаклевки.

Хотелось бы также отметить, что ридеры обоих бортов, крепящиеся к килевой балке, были в хорошем состо-

янии, но в месте крепления к килю, они проржавели. Поэтому мы их обрезали и прикрепили к коробчатому флору, надежно связанному с килем.

После обтяжки килевых болтов приступили к замене обшивки. Заменяли все потемневшие рейки. При замене целых реек обшивки следует учитывать геометрию корпуса яхты. Если заменяются рейки, лежащие на выпуклой части шпангоута, то следует обрезать кромку рейки, или, как говорят, «снять малку», под тупым углом к внутренней плоскости рейки, если – на вогнутой, кромку обрезают под тупым углом к внешней плоскости рейки. Концы реек заужают, поскольку вследствие большей ширины ватерлиний в средней части длина участка шпангоута между параллельными ватерлиниями в средней части больше чем, в оконечностях – у штевней. Важно не утратить параллельность реек в плоскости ватерлиний, чтобы не допустить значительного перекоса или «глухих» поясов, не закачивающихся на штевнях. Рейки обшивки крепились медными и нержавеющей болтами к поперечному набору. Между собой рейки соединялись при помощи нагелей, изготовленных из медных гвоздей диаметром 4–5 мм.

Из-за особенностей геометрии и конструкции яхты класса «Алькор» трудоемкой операцией оказалась установка шпунтового пояса обшивки. Несмотря на то, что мы оставили шаблоны (старые шпун-

товые доски), подогнать аналогичные на их место не смогли. Доски шпунтового пояса имели прогибы по обеим кромкам и «снятые малки» по всем четырем граням. Подгонять их можно было, только изогнув по форме шпангоутов, на что требовались значительные усилия, создавать которые было сложно. Мы строили различные конструкции упоров, так как притягивать доски было уже не к чему. В итоге, провозившись около трех недель по вечерам после основной работы и в выходные, уменьшили ширину досок шпунтового пояса примерно на 100 мм, установив еще две рейки обшивки. Более узкие доски шпунтового пояса, учитывая их важную роль в обеспечении прочности корпуса, изготовили из дуба.

Затем всю внешнюю поверхность новой обшивки киля и дейдвуда выстрогали вгладь со старой обшивкой. Яхту опустили на домкратах на штатное место в кильблоках и начали лакокрасочные работы.

Заменой килевой балки мы занимались с мая по середину октября 2005 г. и с мая по июль 2006 г. Затем после выполнения лакокрасочных работ и необходимой подготовки «Дельта» смогла выйти в испытательный поход в Выборгские шхеры в последнюю неделю сентября 2006 г. Надо отметить, что лишней воды в каюте не наблюдалось несколько последующих лет, хотя «Дельта» часто участвовала в морских гонках и дальних переходах при штормовых условиях.

Некоторые замечания по обеспечению ресурса ремонтируемых и заменяемых конструкций

1. Древесные капилляры являются естественными проводниками влаги. Все поперечные разрезы дерева, торцы, отверстия должны быть закрыты и заклеены. Следует избегать открытых древесных капилляров, это резко снижает долговечность корпусных конструкций. Даже бакелитовая фанера, крайне долговечный композиционный материал на основе древесины, прогнивает при доступе влаги с торцов.

Кедровые доски для замены обшивки мы сумели достать, как отмечено выше, не самого лучшего каче-

ства. Основным недостатком было наличие сучков. Рейки выкраивали из досок таким образом, чтобы количество сучков было наименьшим. Все сучки высверливали и заменяли деревянными пробками.

Практически весь крепеж был утоплен в деревянные конструкции и отверстия закрыты пробками. Исключение составляли болты крепления обшивки со стороны шпангоутов, эти болты были обрезаны и расклепаны на гайках.

2. Пропитка древесины также должна повышать ее долговечность. Мы попытались использовать эпоксид для пропитки старых конструкций форштевня и контртимберса, открывшихся при демонтаже. Но потом потребовалось подрезать в отдельных местах эти конструкции. Оказалось, что эпоксид пропитал балки на глубину не более 2 мм. Что было этому виной – собственно свойства эпоксиды или его, возможно, низкое качество, или повышенная влажность дерева, мы не знаем, но от его использования отказались. Поэтому для пропитки новых деревянных конструкций снаружи и в трюме мы по старинке подогрели олифу, развели ее со скипидаром и промазали ею все новые конструкции. Олифу делали сами из растительного и льняного масла без добавления сиккатива. Операцию пропитки олифой провели довольно много раз – до тех пор, пока она впитывалась. Затем всю новую поверхность покрыли свинцовым суриком на той же олифе, но с добавлением сиккатива. Понятно, что для современного клея-герметика, которым мы пользовались, маслостойкость, возможно, не самая сильная сторона, но тогда в 2006 г. найти современную эффективную пропитку для дерева мы не смогли, хотя много слышали об их, якобы, существовании.

Закрывать все торцы трудно и не всегда возможно. Так, на «Дельте» мы должны были бы фанеровать внешнюю поверхность киля, поскольку килевая балка имеет, как указывалось, форму симметричного крыльцевого профиля, и капилляры у нее выходят наружу. Но мы положились в этом случае на пропитку олифой, как и в случае с нижними торцами шпангоутов, которые на яхтах «класса «Алькор» не перевязаны с килевой балкой.

СПЕЦПРЕДЛОЖЕНИЕ



Sealine S38, 2003 г.

Длина:	11,51 м
Двигатель:	2 x Volvo Penta 57

Цена: по запросу
 Находится: Москва
 Тел.: +7 (985) 765-75-01
 Цвет корпуса: белый
 TV в салоне и кокпите, аудио система.
 Система обогрева с выводом в кокпит.
 Речная радиостанция. Речные отмашки.
 Нароботка двигателей: 370 моточасов.