



«ГЛИССЕР» БЕЗ МОТОРА

В «М-К» № 8 за 1985 год в статье «Кроим... корпуса» начинающие моделисты-яхтсмены узнали, как без привлечения сверхсложных технологических приемов можно создать весьма неплохую универсальную парусную яхту. За счет оригинального решения, использующего «шитье» корпуса из фанерной выкройки толщиной 1 мм, на предложенной модели удалось не только в несколько крат снизить трудоемкость ее постройки, но и значительно улучшить свойства за счет уменьшения общей массы.

С тех пор прошло три года. И сегодня мы хотим познакомить вас с развитием опубликованной ранее схемы. Как оказалось, новая технология весьма перспективна и дает множество возможностей для поиска в направлении быстроходности микропарусников. Если первая модель решала в основном задачи создания доступного для школьников аппарата, то последняя разработка — доведения ходовых свойств до самого высокого уровня. О том, какие приемы и решения использовались при этом и какова стала сама яхта — наш сегодняшний разговор.

Должны сказать сразу: ходовые качества созданной три года назад модели удивили на первых же испытаниях. Яхта оправдала все возлагаемые на нее надежды, и даже более того, — легко обходила признанных «чемпионок», сделанных из суперматериалов. Причина ясна — общая масса модели была меньше «стандартных» норм чуть ли не на треть! И нам оставалось в качестве одного из путей в борьбе за скорость лишь провести дальнейшее облегчение каждого из элементов микропарусника.

Как и говорилось в упомянутой статье, прежде всего значительно уменьшили площадь выкройки корпуса. Таким образом не только срезалась абсолютно ненужная большая часть (надводная) корпуса, но и одновременно появилась возможность дальнейшего снижения массы при уменьшенных сечениях шпангоутов и повышенной общей жесткости тонкостенного корпуса! В отличие от уже опубликованной «лодки» шпангоутные сечения стали размещаться несколько реже. Это хорошо видно, если сравнить обводы «корпус» в «М-К» № 8 за 1985 год и новые (рис. 2).

Изменились и шпангоуты. Вместо фанерных мы стали монтировать легчайшие пенопластовые, которые, кстати, и намного проще подогнать к согнутой выкройке. А оценив прирост жесткости еще при формировании обшивки из листа миллиметровой фанеры, мы поняли: без ущерба можно переходить на еще более тонкую несущую обшивку, снизив толщину вплоть до 0,6 мм (два слоя фанеры из трех). Результатом

подобных переработок исходного варианта стая корпус массой... чуть менее 350 г! Вам приходилось когда-нибудь слышать о таких «пушинках» для яхт класса М? Вот что может дать кажущаяся на первый взгляд детской новая технология шитых корпусов. Причем «быстроделельность» осталась прежней: готовые изделия удастся получить после недели работы при минимальном расходе сравнительно недефицитного материала. В технологию изготовления каких-либо новинок по сравнению с уже опубликованной последовательностью мы не вводили, Надо лишь упомянуть, что силовой (единственный) шпангоут также стал легче, а мидельвейс и килевая пластина в районе от носа до силового шпангоута усилены.

Сразу же ответим и на вопросы, которые многие «знатоки» выдвинут против упрощенных необычных обводов. Наверняка те, кто еще не видел модель на ходу, скажут: мол, корпус слишком узок, обводы в носовой части излишне килеваты. Да, верно. Но то и другое идет только на пользу ходовым качествам! Узкие модели при всех прочих равных условиях и при обеспечении требуемого водоизмещения всегда были более «бегучими», а килеватость в районе носа лишь улучшает характер встречи с волной. Лишнее сопротивление на больших углах дрейфа? Может быть... Но на нашей модели угол дрейфа практически при всех курсах равен нулю! О том, как это достигнуто, расскажем чуть позже, а пока, заканчивая разговор на тему обводов, предложим лишь внимательно рассмотреть их и на различных углах крена. С учетом нулевого угла дрейфа новый корпус практически равноценен модным «яйцевидным» скорлупкам. Но все же главное в конце концов не в этом. Это все мелочи на фоне трехкратного (!) уменьшения площади подводной части яхты нового типа по сравнению с классическими «тяжеловесами». И достигнут столь значительный эффект также и за счет снижения массы оболочки и набора корпуса.

Использование фанеры как основного материала для несущей обшивки навело нас на мысль и об отказе от стеклотканевой обшивки, предохраняющей основную, деревянную, от воды. Вместо модной, но сравнительно тяжелой стеклотканевой «отделки» мы использовали старую добрую олифу, наносимую снаружи и изнутри в горячем виде. Это вполне допустимо с учетом кратковременности пребывания яхты в воде, зато с точки зрения снижения массы подобное покрытие вне конкуренции.

Технология «шитья», как оказалось, имеет и еще одно достоинство. Кроме рекордно малого времени на создание корпусов, оно позволяет элементарно просто работать над модификацией обводов. Достаточно вспомнить лишь, что в портняжном деле почти всегда применяются бумажные выкройки. Полезными оказались они и для нас. Обрезать корму при более редком размещении шпангоутов и таким образом увеличить водоизмещение кормовой части нам подсказали макеты из плотного ватмана. Кстати, с помощью подобных макетов-выкроек несложно подобрать очертания обшивки и в расчете на значительную поперечную погибь палубы, что позволит ей стать значительно жестче и воспринять еще большие нагрузки от такелажа. Жаль, что об этом мы догадались лишь после установки плоской палубы. Снимать ее было уже бессмысленно, так как, если вы помните, подпалубные стрингеры должны монтироваться на выкройке днища еще перед началом формовки обводов. Кстати, палуба с поперечной погибью окажется выгодной и с точки зрения аэродинамики: на кренящейся яхте на наветренной стороне не будут образовываться завихрения при обтекании острого угла корпуса. А это снизит воздушное сопротивление и повысит эффективность работы нижней части парусов, особенно при низко расположенных, как на нашей модели, гиках.

Следующее (может быть, еще более важное, чем модификация корпуса) решение было опробовано также еще на предыдущей модели. Речь идет о системе киля и балласта. Вначале — о киле. На новой микрояхте мы функционально разделили его на две части. Одна противодействует силе дрейфа, другая (фактически хорошо обтекаемый кронштейн) только удерживает балласт. Обычно эти функции объединены, и киль представляет собою одну мощную пластину. Здесь и кроется глубочайшее заблуждение, пришедшее из взрослого яхтостроения и ставшее в моделизме традиционным и непререкаемым. Но ведь такая пластина неспособна одинаково хорошо выполнять сразу две задачи; все известные конструкции — компромисс между двумя противоречивыми требованиями. А стоит только попытаться удлинить киль,

чтобы сохранить степень устойчивости судна при уменьшенной массе балласта, как сразу же соответственно поползет вниз и центр гидродинамического и бокового сопротивления киля.

Думаем, что даже начинающим моделистам говорить о требовании экономии буквально каждого грамма на микрояхте особого смысла нет. И так ясно, что для каждого лишнего грамма понадобится соответствующий грамм водоизмещения и, следовательно, смачиваемой, «тормозной» поверхности. Поэтому вы по достоинству сможете оценить разделение киля на две части.

Итак, часть, создающая боковое противодействие дрейфу. Теперь ее удастся сместить буквально под самое днище корпуса. Даже на высоких скоростях при больших тягах парусного вооружения момент на зарывание носа не увеличивается; из-за высокого положения центра бокового сопротивления снижается против обычного и крен. А двукратного уменьшения площади киля удастся добиться за счет введения закрылки. Логика его применения станет ясна, стоит лишь мысленно сравнить работу плоских и нормальных парусов. С первыми надеяться на успех даже на юношеских соревнованиях не приходится. Так почему же не перенести подобные решения на подводные части? Тем более что, строго говоря, аналогия с парусами не слишком корректна. На деле с килем — гораздо хуже. Паруса мы еще можем заставить более или менее удовлетворительно тянуть, на киле же обязаны опять искать компромиссы между потребной силой против дрейфа и потерями сопротивления, связанными с движением корпуса не по курсу, а под углом к нему (под углом дрейфа).

Если вы внимательно проследите за рассуждениями, посмотрите на характеристики килей, показанные на рисунках 3, 5 и 6, то поймете — классические килевые пластины проигрывают по всем позициям. В пользу килей с разделенными функциями говорит и рисунок 7, показывающий, из-за чего возникает момент на приведение к ветру при крене даже правильно отбалансированной яхты. На новой модели плечо сил уменьшено, особенно с учетом одновременного понижения эффективной парусности.

Что касается кронштейнной части киля, то с ней ясно: требуется минимум площади смачиваемой поверхности и максимум обтекаемости; ведь теперь, с учетом появившейся возможности ликвидировать дрейф, профилировка сечения направлена только на снижение сопротивления. Исходя из данных требований, лучше всего остановиться на цельнометаллическом варианте. Те, кто захочет довести модель до абсолютного совершенства, могут поработать над эскизами и расчетами трубчатого кронштейна-клинка. Однако здесь придется поломать голову над технологией изготовления тонкостенной сварной конусной детали с последующей вклейкой поддерживающего обшивку наполнителя. Идеал — деталь с общим удельным весом меньше единицы (если внимательно разобраться и подумать, станет ясно: вся масса должна сосредотачиваться в балласте, тяжелая килевая пластина бессмысленно утяжеляет модель!). Нам же пришлось смириться с дополнительными 150 г, вызванными изготовлением простейшего кронштейна из листовой стали толщиной... 2,5 мм! Да, подобный «клинок» обладает некоторой боковой гибкостью. Но ведь в этом нет ничего страшного, в самых экстремальных вариантах добавка по крену не превышает 3°.

Для тех, кто будет пытаться сделать кронштейн из других металлов или стали, отличающейся по прочности от каленой 30ХГСА, приводим примеры элементарного прикидочного расчета на прочность. Его желательно проводить для двух сечений. Одно точно под днищем корпуса, второе на середине длины киля. Достаточно обеспечить двукратный запас прочности по моменту от балласта при горизонтально расположенном киле и при допустимом напряжении в материале кронштейна, равном половине от наиболее распространенной справочной характеристики материала $\sigma_{вр}$ (разрывное напряжение временное). Для полых балок расчет достоверен только при условии подкрепления тонкостенных оболочек сравнительно жестким наполнителем.

Киль-клинок позволяет не только резко снизить массу балласта, но и сместить последний назад. Тоже непривычно? Действительно, сразу и не поймешь, зачем это нужно. Однако попытайтесь прорисовать взаимное положение центра водоизмещения и масс при различных дифферентах, как сразу станет ясно — судно с задним

расположением балласта более устойчиво к дифферентам на нос, какие характерны для яхт на ходу при сильном ветре.

Полная переработка килевой системы позволила одновременно уменьшить и площадь руля. Это еще добавка к скоростным качествам новой яхты! А для повышения эффективности работы килевого закрылка по его нижнему обрезу поставлена горизонтальная плоская поверхность-шайба. С ее помощью удастся легко смонтировать нижний шарнир закрылка, а главное — снизить индуктивное сопротивление при отклоненном закрылке. (Для яхт неуправляемых: закрылок подвешивается вблизи его передней кромки, форма которой не столь важна. Угол отклонения задается перед заездом в зависимости от силы и направления ветра.)

Автомат курса остался практически без изменений по своей конструкции. Лишь подшипниковый стакан перенесен из-под палубы наверх, и ветровое крыло подвешено практически посередине его высоты. В результате консольность подвески снижена до минимума, соответственно уменьшились потери на трение в подшипниках и улучшилась чувствительность к изменениям курса. При использовании трубчатых фторопластовых подшипников и максимально обжатого по наружным размерам стакана его влиянием на работу развитого по площади ветрового крыла можно пренебречь.

Парусное вооружение на первый взгляд осталось прежним. Но взгляните в рисунок 1 — гики обоих парусов расположены вплотную к палубе. Это коренное изменение работы парусов! Теперь корпус играет роль своеобразной аэродинамической шайбы, резко уменьшающей перетекание воздуха через нижние шкаторины. Результат — чувствительное увеличение тяги при сниженном индуктивном сопротивлении. Теперь не нужно пытаться выполнять паруса с «мешочком» в нижней части, степень «пузатости» можно сохранять на работающей части вплоть до нижней шкаторины. Да теперь и удлинение парусов не столь критично отзывается на их работе! Можно даже штилевой комплект сделать пониже — эффективность вооружения не ухудшится. Зато «плюсов» наберется немало. Это снижение центра парусности (частично геометрического, главное — эффективного, ведь нам удалось заставить лучше работать низ паруса) и соответствующее уменьшение крена и облегчение мачты, рангоута, падение уровня нагрузок на корпус от такелажа. При этом не думайте, что изменения выражаются какими-то единичными процентами: улучшение характеристик элементов идет на 20—30%. На той же мачте при той же прочности и четком расчете удастся сэкономить до трети массы! Ведь ее свободные пролеты между узлами крепления такелажа держат нагрузку, обратно пропорциональную четвертой степени длины пролета при постоянном сечении; мы же не только уменьшаем сам пролет, но вместе со снижением мачты и центра парусности уменьшаем и натяжку такелажа.

Рассказ о новой модели мы закончим, как и разговор о старой — нашими планами. А они таковы: попытаться применить широкую мачту. Логика размышлений такова — пусть площадь мачты войдет в обмерную, на этом мы теряем около 6% парусной поверхности; зато на 15—17% улучшаем работу парусов с учетом поворотной мачты-крыла. Схема обтяжки мачты остается прежней. Второе — попытаться приспособить яхту для соревнований в классе радиоуправляемых. Основная задача — спроектировать механику под палубой, чтобы не уходить от низкорасположенных гиков. Прорисовки убеждают нас в том, что это возможно. На радиомодели закрылок киля, конечно, управляемый. А найденное раньше решение «шитого» корпуса позволяет мечтать и о цельнометаллическом парусном судне, клеенном из дюралюминиевого листа толщиной 0,25 мм. По массе такой корпус будет не хуже фанерного, особенно с учетом выигрыша в отделке, зато эксплуатационные характеристики — без сомнения лучше.

В. АРТАШОВ, инженер-конструктор, руководитель кружка

Рис. 1. Модель неуправляемой яхты.

Основные характеристики

Длина полная, мм	1270
Ширина по ватерлинии, мм	120
Осадка полная, мм	660
Площадь, см ² :	
- грот	3050
- стаксель	2080
- общая	5130
Водоизмещение, кг	2,9

МОДЕЛЬ КЛАССА **DX**

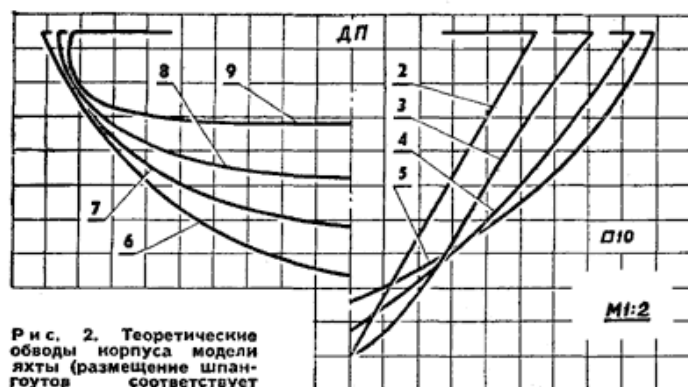
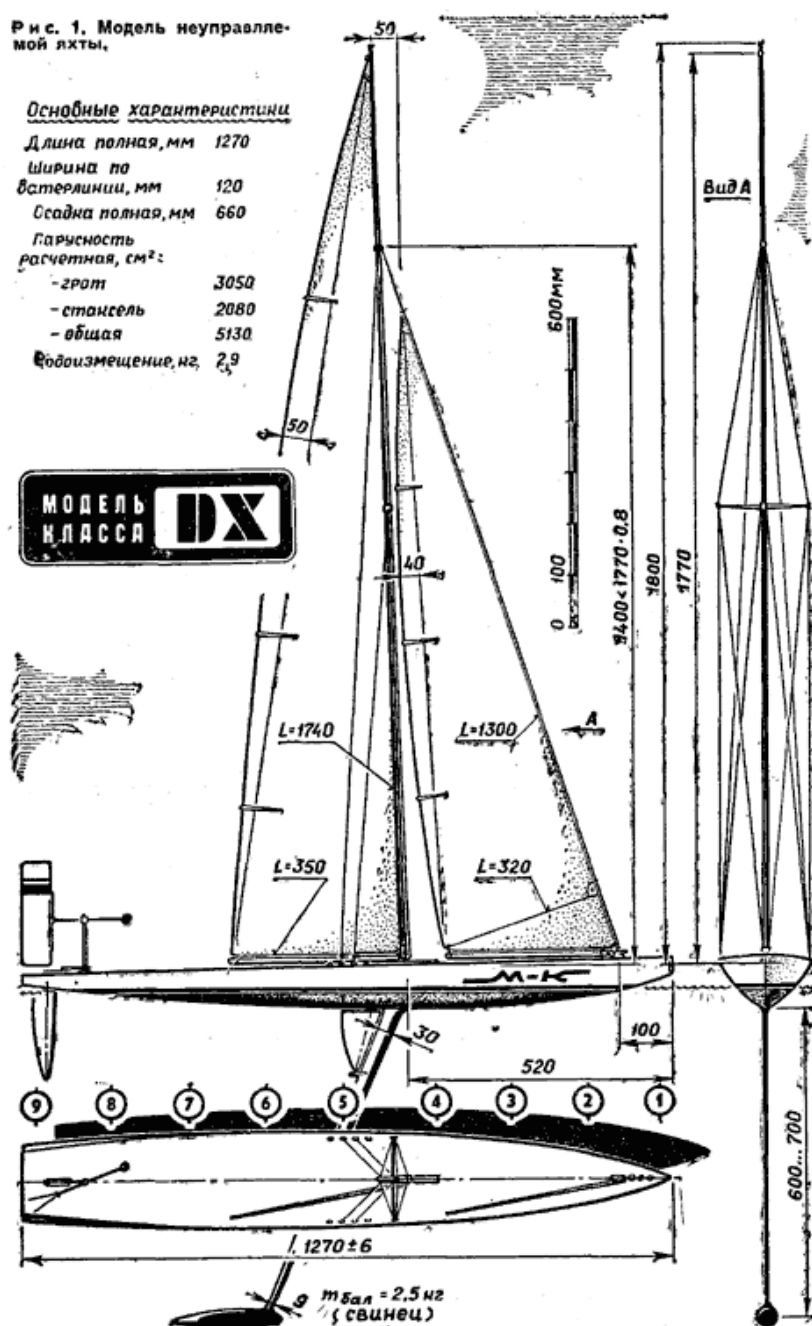


Рис. 2. Теоретические обводы корпуса модели яхты (размещение шпангоутов соответствует рис. 1).

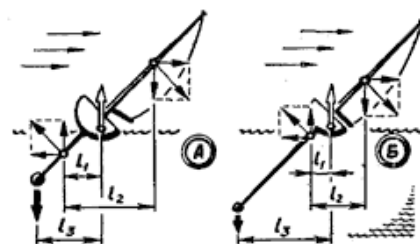


Рис. 3. Воздействие сил различного рода на яхту, идущую со значительным креном. А — модель классической схемы, В — модель новой схемы.

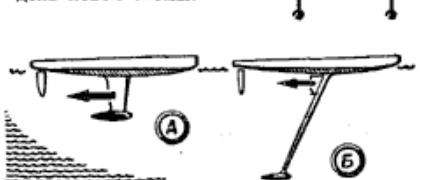


Рис. 5. Перемещение точки приложения силы гидродинамического сопротивления вверх и снижение величины сопротивления при переходе к новой схеме килля. А — модель классической схемы, В — модель новой схемы.

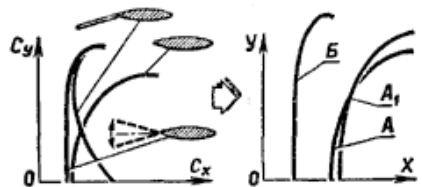


Рис. 6. Сравнение гидродинамических характеристик килевых пластин одинаковых размеров (слева) и абсолютных сил на киле после пересчета площади килля с «закрылками» по его эффективности (справа). А — килевая пластина обычных очертаний с тонким профилем, А₁ — то же, но с толстым авиационным профилем, В — киль с регулируемым «закрылком» уменьшенной суммарной площади.



Рис. 7. Появление при крене модели плеча сил, приводящего яхту к ветру.

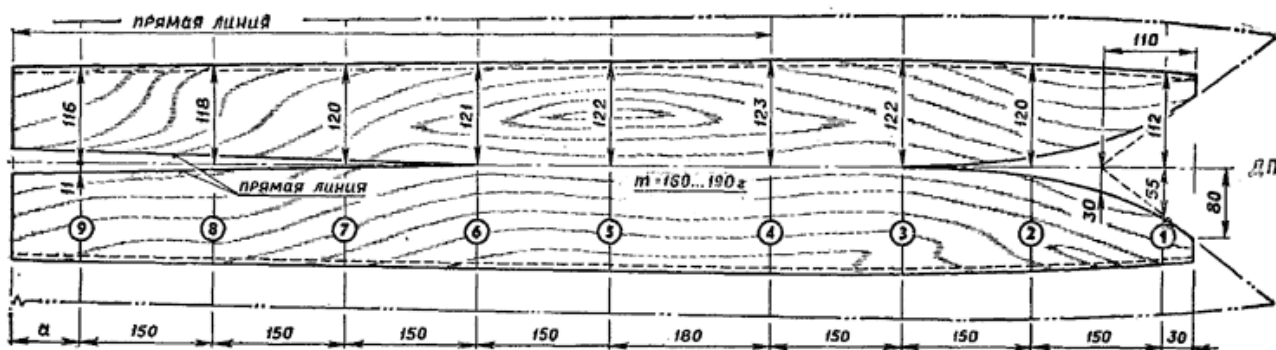


Рис. 8. Основные размеры раскрой листа фанеры для изготовления корпуса (размер «а» определить после сборки корпуса, линией условного контура показаны размеры ранее применявшейся выкройки).

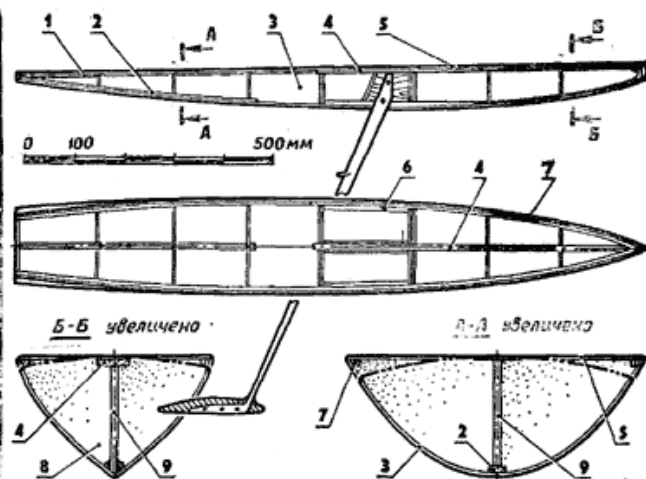
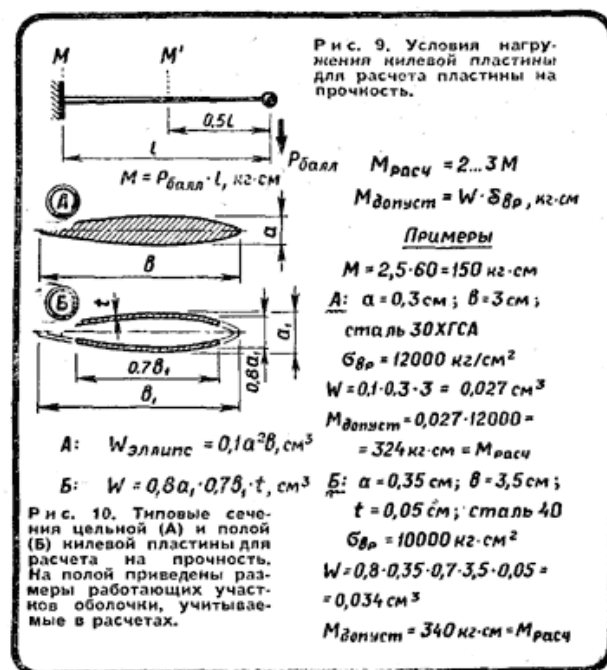


Рис. 11. Конструкция корпуса

Рис. 11. Конструкция корпуса: 1 — кормовой мидельвейс (сосна 3X8 мм), 2 — накладка шва обшивки (сосна 2x5 мм), 3 — силовая обшивка (фанера 0,8 — 0,6 мм), 4 — мидельвейс (сосна 3X8 мм), 5 — палуба (фанера 0,8—0,6 мм), 6 — брус (береза 5X6 мм), 7 — стрингер (сосна 3X4 мм), 8 — несиловой шпангоут (пенопласт ПХВ толщиной 4 мм), 9 — стойка шпангоута (сосна 1,5X3 мм, клеить с обеих сторон шпангоута). Силовые шпангоуты выполняются из переклея миллиметровой фанеры.

Источник: "Моделист-Конструктор" 1988, №12